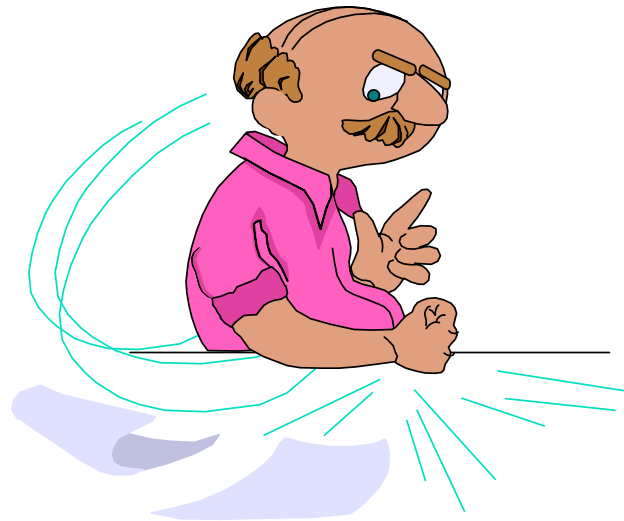




**Wer glaubt er brauche eine neue Endstufe
um besser zu hören, irrt sich.**

Er braucht nur eine bessere Antenne!





Rund um die Antenne

Teil 1



Max Rüegger

HB9ACC



- Ing.HTL (Fernmeldetechnik)
- Lizenz seit Januar 1962
- in jungen Jahren Berufsfunker (militärische Friedensmission Korea, Embassy Radio, IKRK Radio, etc.)
- Militärdienst in EKF (elektronische Kriegsführung)



Philosophie meiner Referate

- Die anwesenden OM's sollen vom Erfahrungsschatz aus bald 50 Jahren Praxis in der drahtlosen Kunst profitieren können.
- Wir konzentrieren uns auf Kurzwellen-Drahtantennen
- Beams und Mehrelement-Antennen werden nur gestreift.
- Es wird traditionelle und konventionelle Antennentechnik vermittelt.
- Alles was ich erzähle kann man auch anderswo nachlesen



Rund um die Antenne

Ein KW Drahtantennen Praktikum

Ziel:

- Antennentechnik in „volkstümlicher Art“ vermitteln
- Verständnis wecken für das gesamte Antennensystem vom Transceiver bis zur Antenne
- den Selbstbau von KW Drahtantennen fördern (Praxis-Tipps)
- Wissen vermitteln über das was auf dem Antennendraht vorgeht
- an einigen für Amateurfunker „heiligen Kühen“ rütteln



KW Drahtantennen Praktikum

Teil 1

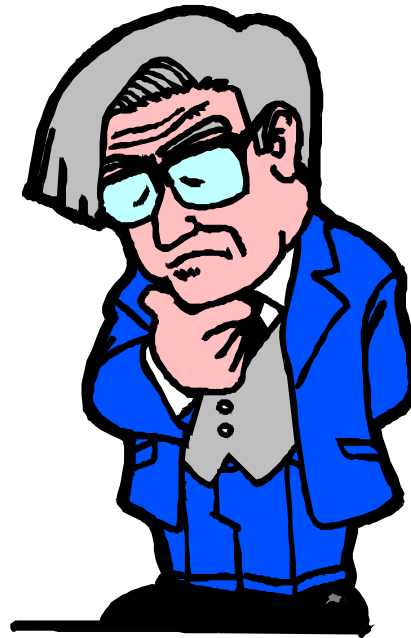
- Allgemeines
- 5 goldene Regeln
- Festigkeit der Konstruktion
- Materialkunde
- Speisekabel
- Baluns
- SWR & Cie
- Antennenkoppler
- Eigenschaften einer Antenne
- Instrumente
- Antennen-Umschalter
- Blitzschutz
- Safety first
- Masten, Rotoren & Cie.
- Abschätzung der Speisepunktimpedanz
- Antennenbücher

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.



**Lasst Euch nicht
entmutigen !!**





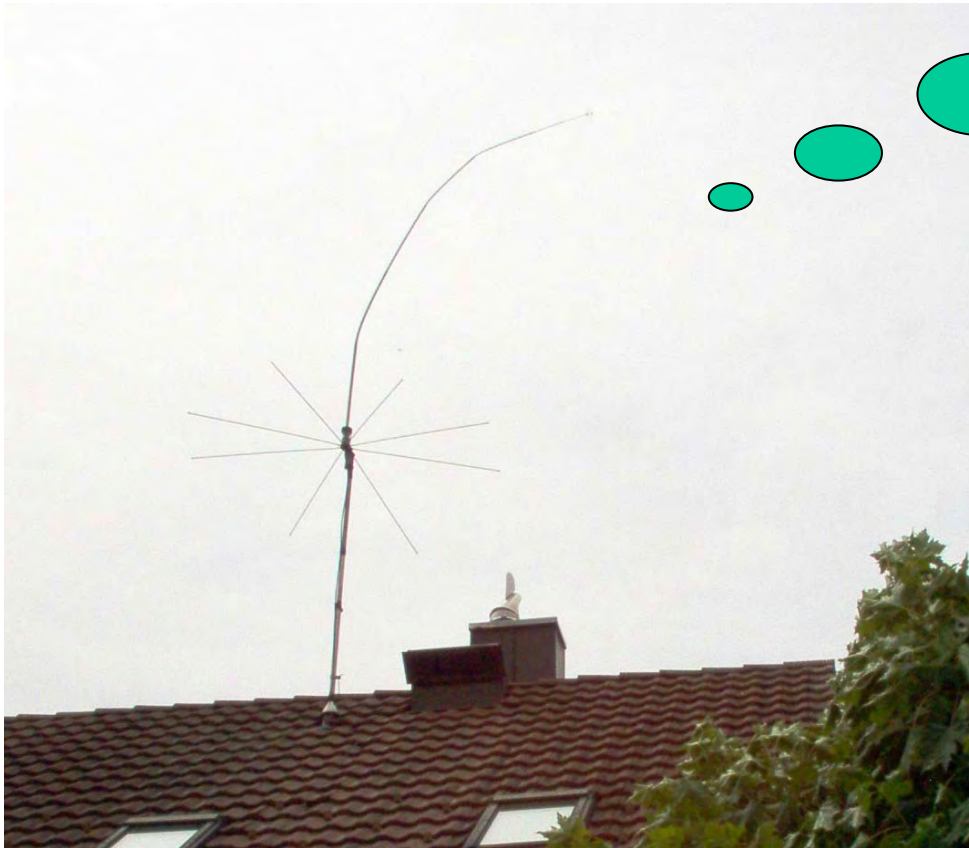
Antennenbewilligung

1. Abklären ob eine Bewilligung überhaupt nötig ist
2. Wenn ja, sich das entsprechende Reglement geben lassen.
3. Von allem Anfang an die **USKA Antennenkommission** konsultieren und sich beraten lassen.
4. Immer daran denken, dass man mit seinen Nachbarn leben muss. In dicht besiedelten Gebieten kann man nicht immer das für den OM optimale Projekt realisieren.



Antennen und Nachbarn

So nicht !



Auch tolerante Nachbarn sehen gerne Antennen die professionell aussehen.

Deshalb:

- **Keine Drahtverhaue**
- **Keine Vertikal-Antennen die wie ein Nussgipfel aussehen**
- **Keine Beam's mit windschiefen Elementen**



Antennenbewilligung

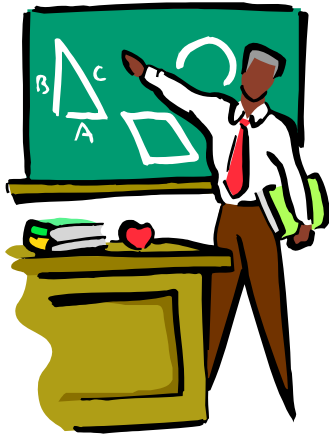
Man gibt **ein einziges Projekt** ein
→ Entscheid = JA oder NEIN

Man gibt **2 alternative Projekte** ein
Projekt a = Maximal-Variante
Projekt b = das was man glaubt es könnte durchgehen
→ Entscheid = nicht mehr nur JA/NEIN
sondern
welche Variante könnte toleriert werden

Man merke sich:
Die Obrigkeit (Chefs oder auch Politiker) lieben es „Entscheidungen“ zu treffen. Mit Varianten geht die Diskussion weg vom Thema JA / NEIN zur Diskussion welche Variante man akzeptieren könnte.



Die Gesetze der Physik gelten für alle !

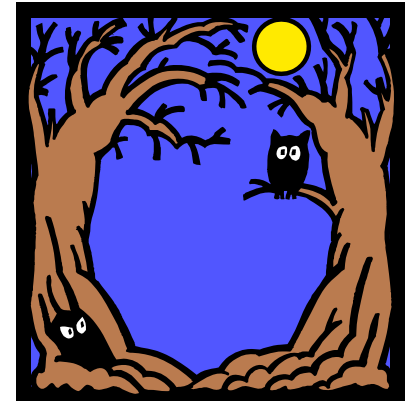


Trotzdem werden
immer wieder
Wunderantennen
angeboten !





Eine alte Funkerweisheit besagt:



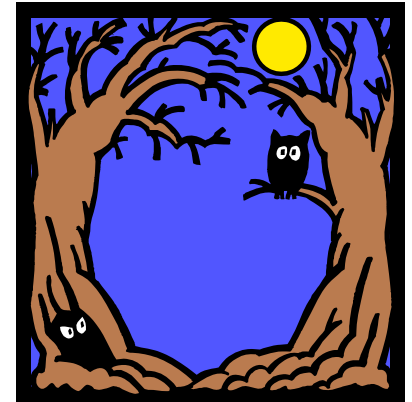
**Eine gute Antenne ist
der beste HF-Verstärker**



... und zwar für Sendung und Empfang



Eine alte Funkerweisheit besagt:

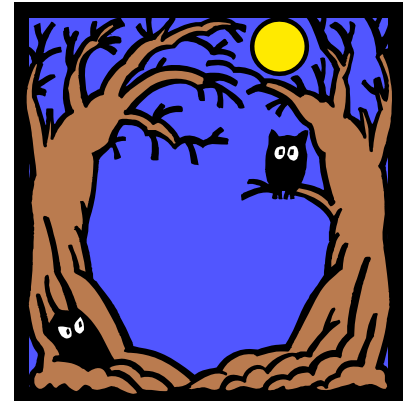


Jede Antenne ist nur so gut wie ihr Standort

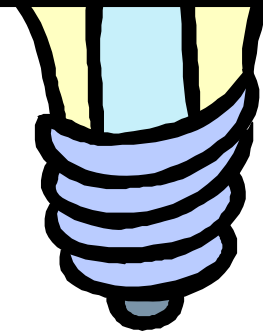




Eine alte Funkerweisheit besagt:



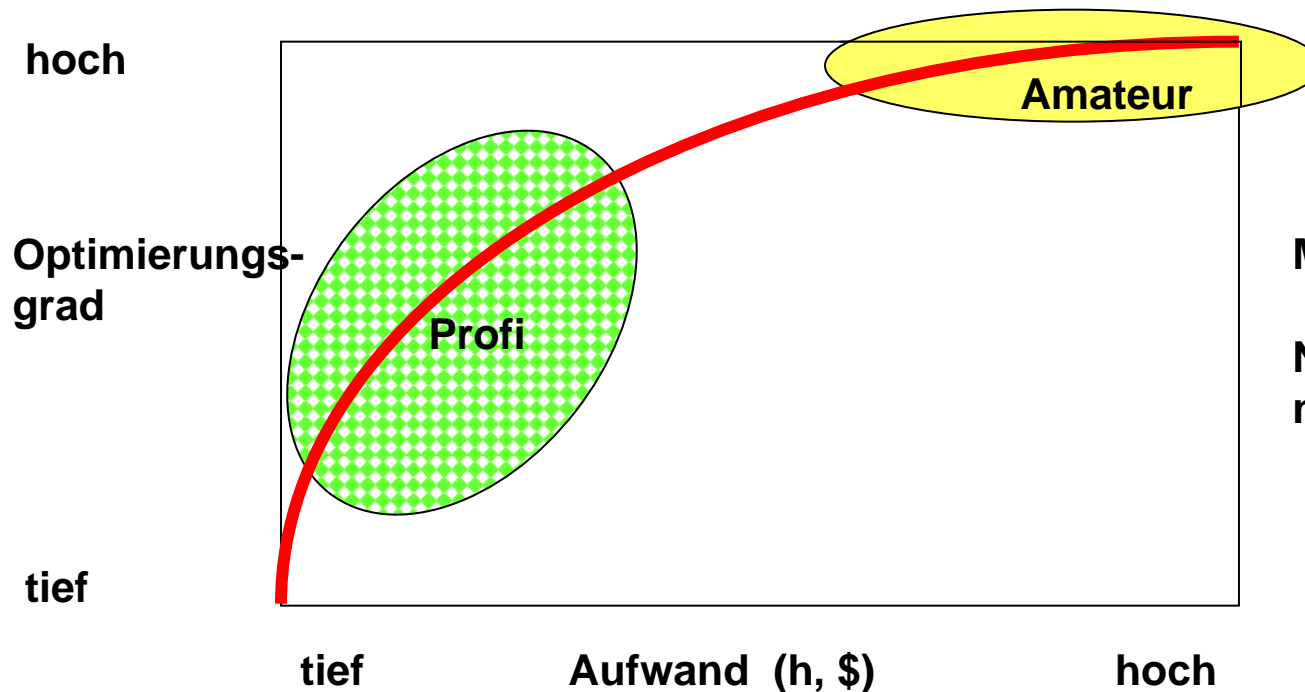
**Eine nicht-optimale Antenne
ist besser
als gar keine Antenne**





Funkamateure = Perfektionist ?

Kurve eines typischen Optimierungsprozesses



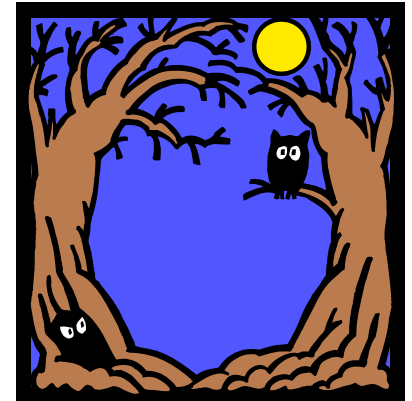
Motto der Profis:

**Nicht so gut wie möglich,
nur so gut wie nötig !**



Eine alte Funckerweisheit besagt:

Das Mass aller Dinge ist



die

S-Stufe

1 S-Stufe = **6 dB**

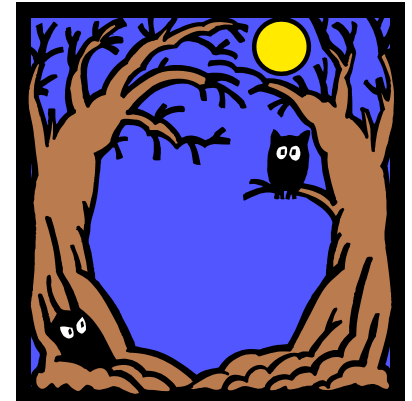
1 S-Stufe = ein **guter Beam** anstelle eines Dipols

1 S-Stufe = ca. **500 W** anstelle von 100 W



Eine alte Funkerweisheit besagt:

**Die Antennentechnik ist für alle
Antennen gleich.**



**Der einzige Unterschied zwischen
Antennen für VHF/UHF und KW
liegt in der Aufbauhöhe.**

(ausgedrückt in λ [Lambda])



Kommerziell gefertigte Antennen

Antennen aus dem „Truckli“ sind fast immer vollständig und funktionieren meistens ganz gut



ACHTUNG:

- die Gesetze der Physik können nicht überlistet werden
- meistens ist ein „fine tuning“ entsprechend den Gegebenheiten des Standorts notwendig



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

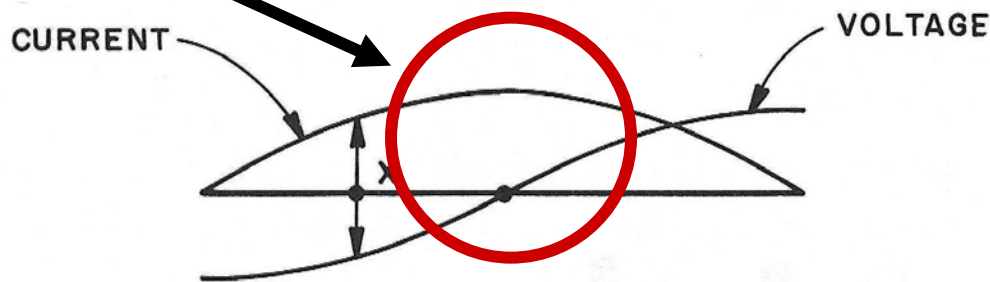




Regel 3: Strom strahlt

Eine vielfach vergessene Tatsache:

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

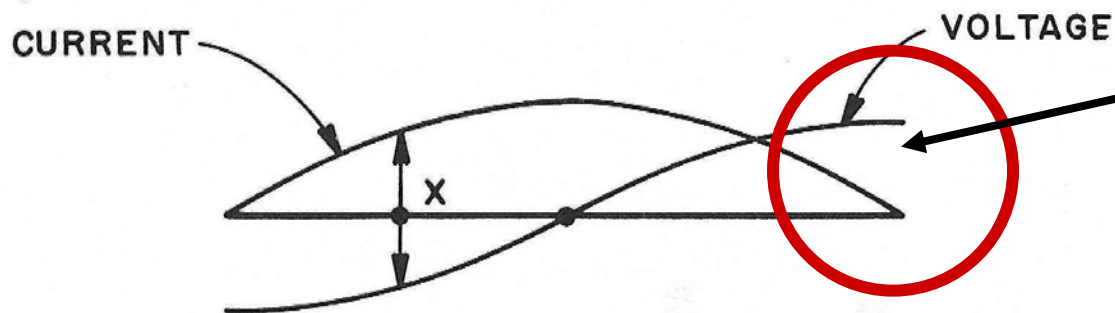


Diese Regel hilft abzuschätzen wo man bei einer Antenne zaubern kann, z.B. Enden umlegen etc.



Regel 4: freie Enden = Spannungsbauch

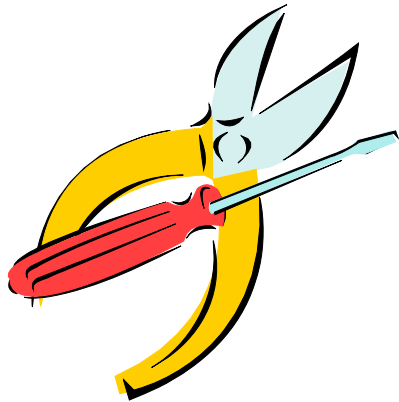
Freie Enden einer Antenne liegen per Definition immer in einem Spannungsbauch



Diese Regel erlaubt eine schnelle Abschätzung der Impedanzverhältnisse am Speisepunkt



Regel 5 = Drahtlänge + 5 %

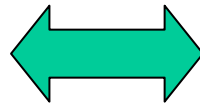
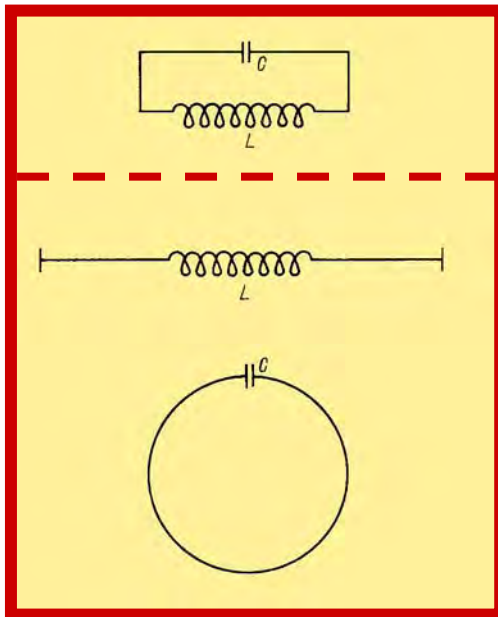


Es ist einfacher eine Antenne zu verkürzen als zu verlängern

- 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.



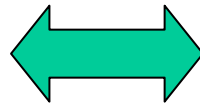
Was kann man alles zum strahlen bringen ?



Ein geschlossener Schwingkreis
Strahlt nicht

... aber ...

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





Muss eine Antenne resonant sein ?

Um effizient Energie abzustrahlen

muss eine Antenne nicht unbedingt resonant sein.



Festigkeit der Konstruktion

- **leichte Antennen**

für portablen- oder kurzfristigen Einsatz sind so leicht gebaut, dass beim Reißen des Antennendrahtes nichts beschädigt wird.

- **schwere Antennen**

für permanenten Einsatz sollen die in der jeweiligen Gegend auftretenden Stürme (... und etwas mehr) unbeschadet überstehen.

Lieber alles 1 Nummer größer dimensionieren.

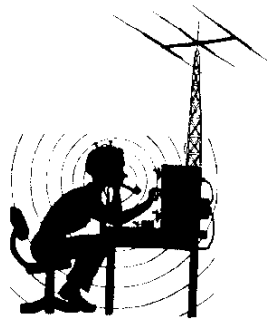


Material-Wahl

INOX
verhindert späteren Ärger

**Wo immer möglich, rostfreie Bauteile / Bauelemente verwenden
INOX, Alu, Messing, Kupfer**

Man hat später erheblich weniger Ärger damit !



Antennen-Draht

**Alles was elektrisch leitet
kann zum Antennenbau verwendet werden**

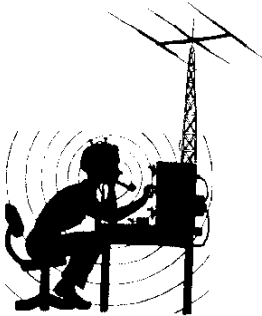
Zum Basteln verwende ich meistens Verschnittdraht.

Erst wenn ich die korrekten Drahtlängen kenne,
dann verwende ich den „teuren“ Antennendraht



Antennen-Draht

- **Antennenlitze** besteht aus Bronzedrähten verseilt, oder Cu-Drähte mit Stahldraht verseilt
- **Bronzedraht** ex Telefon-Freileitungen sehr reissfest, kann nur einmal gebogen werden, verliert beim aufdrehen die Festigkeit
- **Telefon-Felddraht** ex Swiss-Army, besteht aus Stahldraht mit Cu-Draht verseilt, enorm reissfest, Farbe schwarz (d.h. unauffällig)
- **Rostfreie Stahlseile** für Spezialfälle z.B. lange Spannweiten über kritisches Territorium
Achtung: nur rostfreie Ausführung verwenden



Antennen-Draht

Nicht geeignete Drahtsorten,
die man zwar zu Basteln sowie für portablen Einsatz
oder Ferienjobs, jedoch nicht für permanente Antennen
verwenden darf:

- ~~Cu-Litzendraht~~
- ~~Lautsprecherleitung~~

Diese Drahtsorten haben die Eigenschaft über die
Zeit länger zu werden. Die Resonanzfrequenz der
Antenne sinkt daher dauernd.



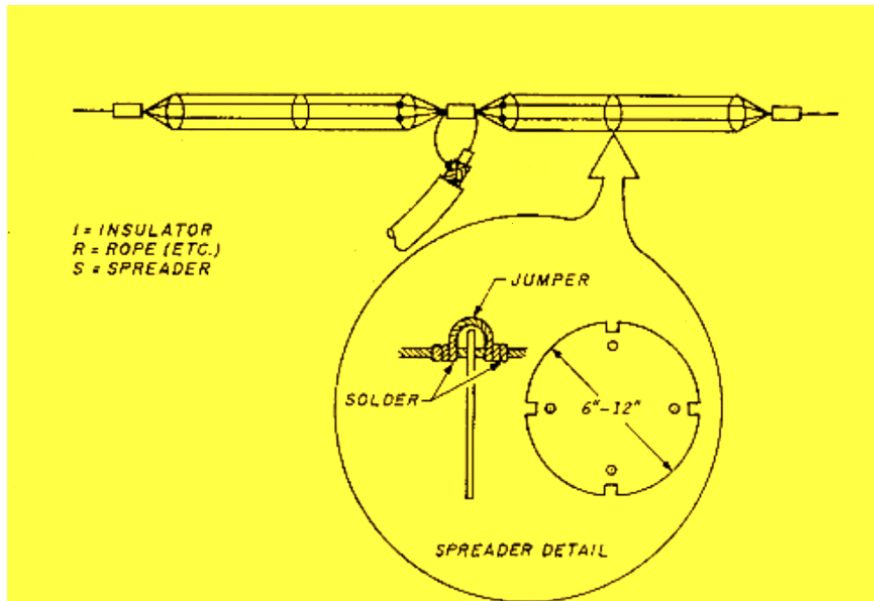


Antennen-Draht

Drahtdicke:

1 mm² oder 1.5 mm² sind ausreichend.

Durchmesser mit Isolation \approx ca. 2.5 - 3.5 mm.



Dickere Drähte können zwar bei sehr langen Antennen aus Festigkeitsgründen empfohlen sein. Sie tragen jedoch nichts zur „Breitbandigkeit“ bei.

Breitbandigkeit auf KW erfordert Spreizer im Durchmesser von Velorädern.



Isolatoren

Isolatoren kann man kaufen

... sieht gut und professionell aus

... und hat seinen Preis





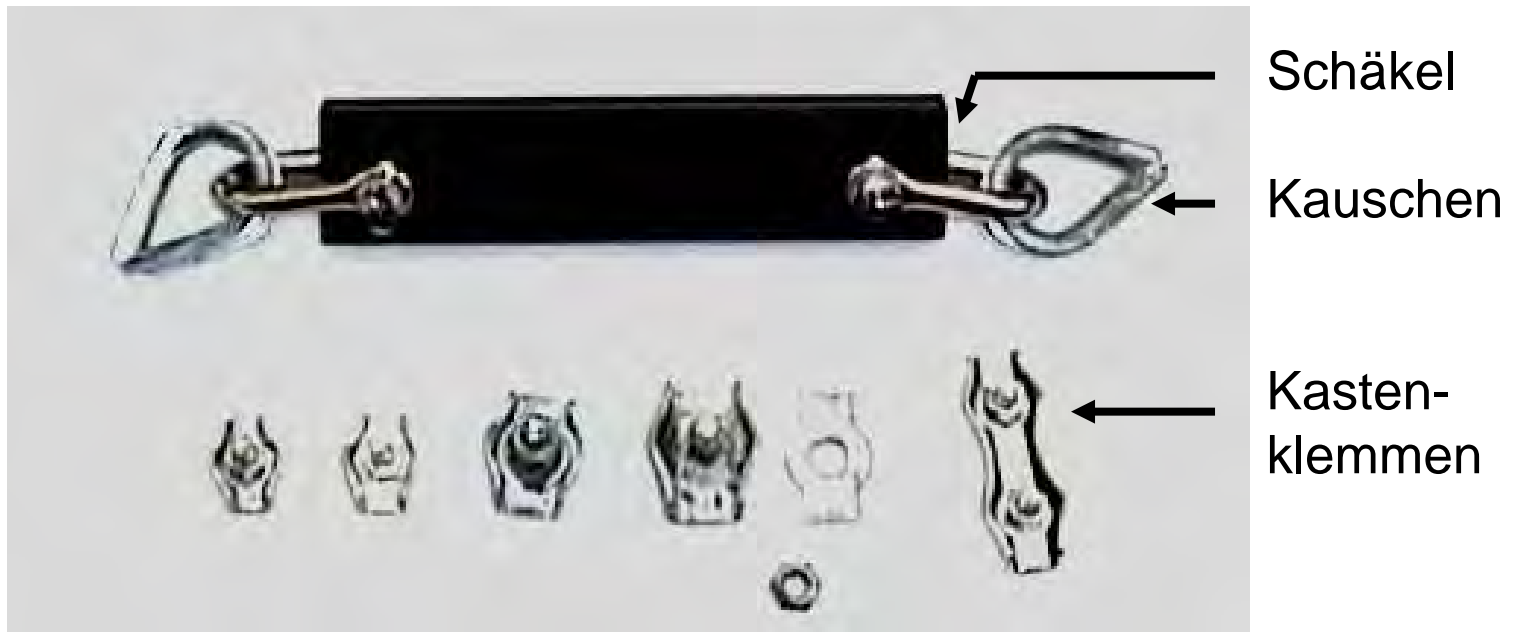
Isolatoren



Querschnitt durch HB9ACC's Isolatorenkiste



Isolatoren



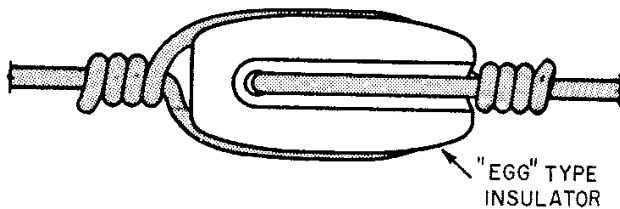
Kann man auch selbst herstellen, z.B. aus einem Stück

Kunststoffprofil

das als Meterware im Baumarkt erhältlich ist. Man wähle schwarzen Kunststoff, der ist weniger empfindlich auf UV Strahlen



Isolatoren



Eierisolatoren

Haben den Vorteil, dass das Isolator-Ei kaputt gehen kann und der Draht bleibt trotzdem oben

Keine Isolatoren

Unter der Voraussetzung, dass Kunststoff-Abspannseile verwendet werden kann für QRP (und evtl. sogar für $P_{\max.}$ 100 W) ganz auf Isolatoren verzichtet werden.

ACHTUNG:
Korrekt montieren !



Abspannseile

Kunststoff-Abspannseile

- Polyamid
- Polyester
- Kevlar

JA

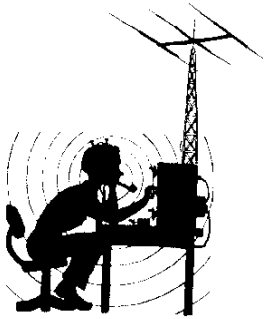
- Polypropylene
- Polyethylene

NEIN

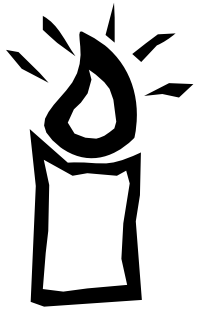
Eigenschaften

- hohe Zugfestigkeit
- gute UV-Resistenz
- geringes Gewicht
- gute Witterungsbeständigkeit
- ausgezeichnete Isoliereigenschaften

↑
schlechte UV-Resistenz



Abspannseile



Abgeschnittene Seilenden kurz über eine Kerzenflamme halten. Die einzelnen Fasern verkleben und fransen nicht mehr aus.



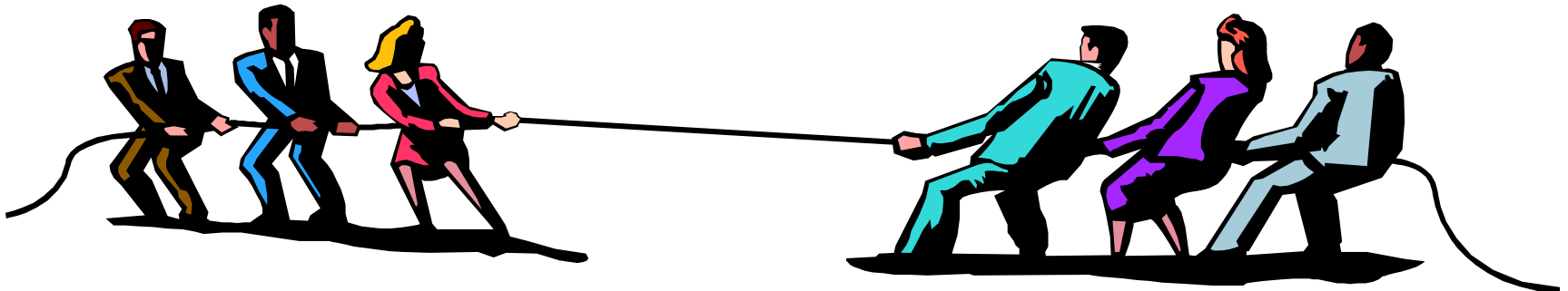
Ein Knoten im Seil vermindert die Reissfestigkeit um **50 %**

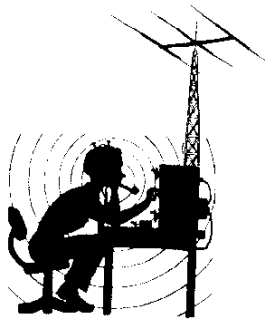


Abspannseile

Für leichte Antennen
genügt Maurerschnur

Für schwere Antennen
wähle ich Reissfestigkeit ≥ 80 kg





Abspannseile

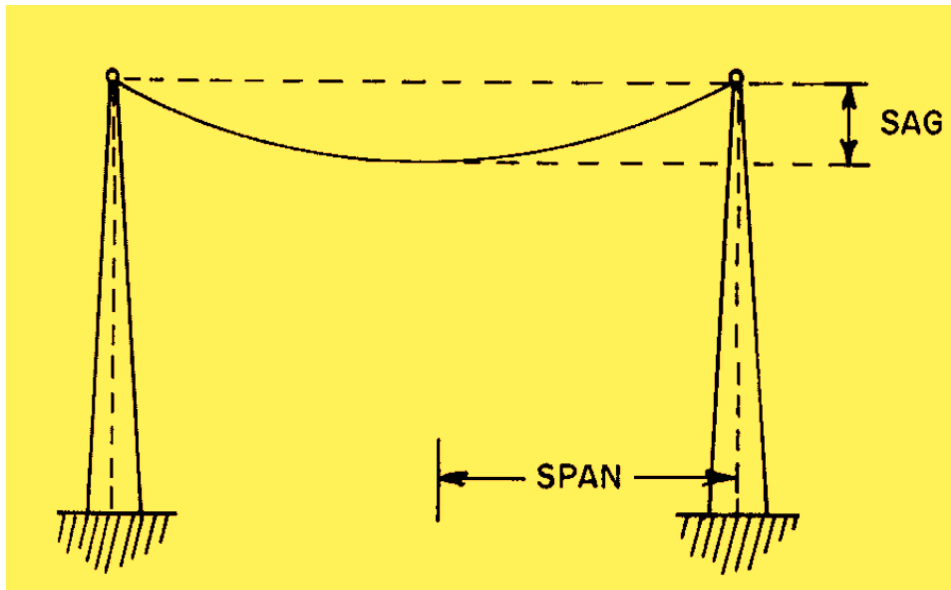
Rostfreie Stahlseile für spezielle Anwendungen

ACHTUNG:

- kann die f_{res} verändern
(kapazitive Belastung der Antennen-Enden)
- stählerne Abspannseile müssen durch Isolatoren in Sektionen unterteilt werden, die in keinem der vorgesehenen Amateurbänder eine $\lambda/2$ (oder Vielfache davon) Resonanz haben dürfen



Durchhang



Jede Drahtantenne muss einen gewissen Durchhang aufweisen.

- Temperaturschwankungen
- Belastung der Aufhängepunkte



Abspannpunkte



Sehr gut bewährt als
Abspannpunkte haben
sich sog.

Ritiseili-Schrauben

(Kinderschaukel-Schrauben)
Das Abspannseil kann
ganz einfach von oben
ingelegt werden
(z.B. mit einem Glasfiber-Mast)



Abspannpunkte



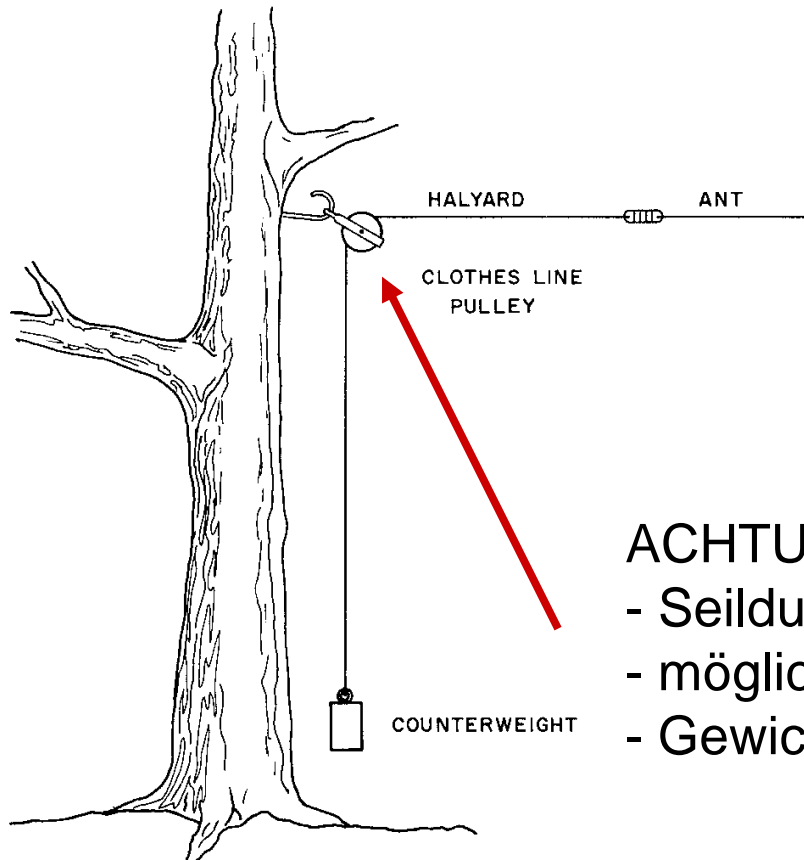
Befestigung der
Abspannseile
an einem Mast.

Guter Rat:

Enden der Abspann-
seile am Wickel fest-
binden.



Abspannung an Bäumen

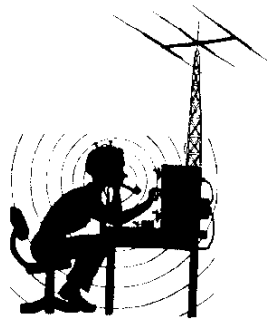


Eine Abspannung an Bäumen ist machbar, aber

- unbedingt über eine Rolle mit Gegengewicht führen
- oder
- Gummistrippen mit genügender Länge benutzen

ACHTUNG:

- Seildurchmesser und Rolle müssen passen
- möglichst grossen Rollendurchmesser wählen
- Gewicht schwankt im Wind



Fiberglas-Mast

Gehilfe beim Antennenbau

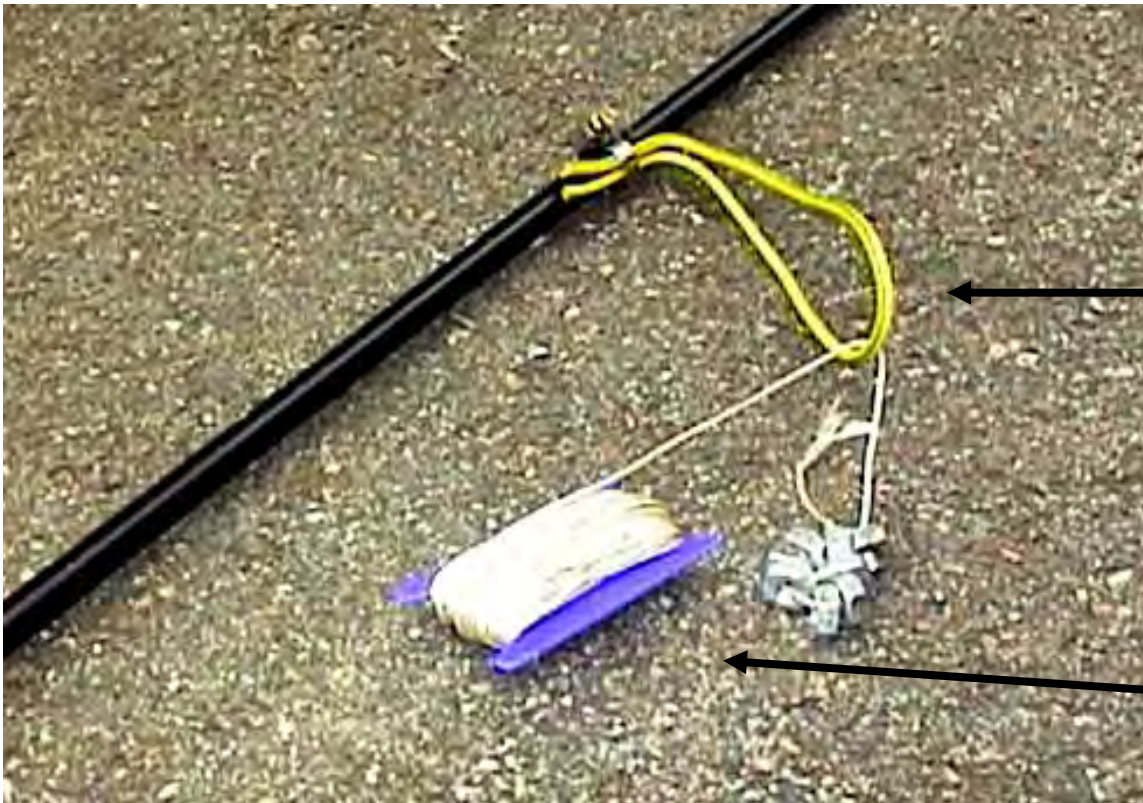
Fiberglas-Mast: Hauptmast = 8 m
Verlängerungsstück = 2 m Total = 10 m





Fiberglas-Mast

Gehilfe beim Antennenbau



Oberste 2 Sektionen nicht benützen, da zu schwach.

Starken Draht mit Schlauchbride befestigen.

Maurerschnur genügt um das Abspannseil einzufädeln und nachzuziehen.



Ein praktisches Werkzeug

Zur Behandlung von steifen Drähten

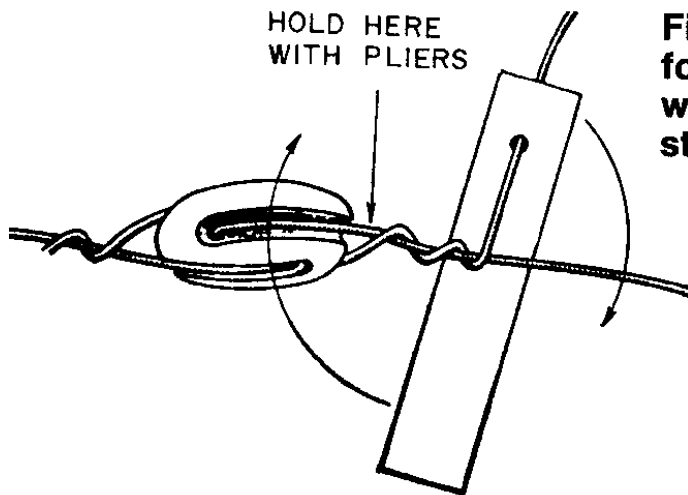


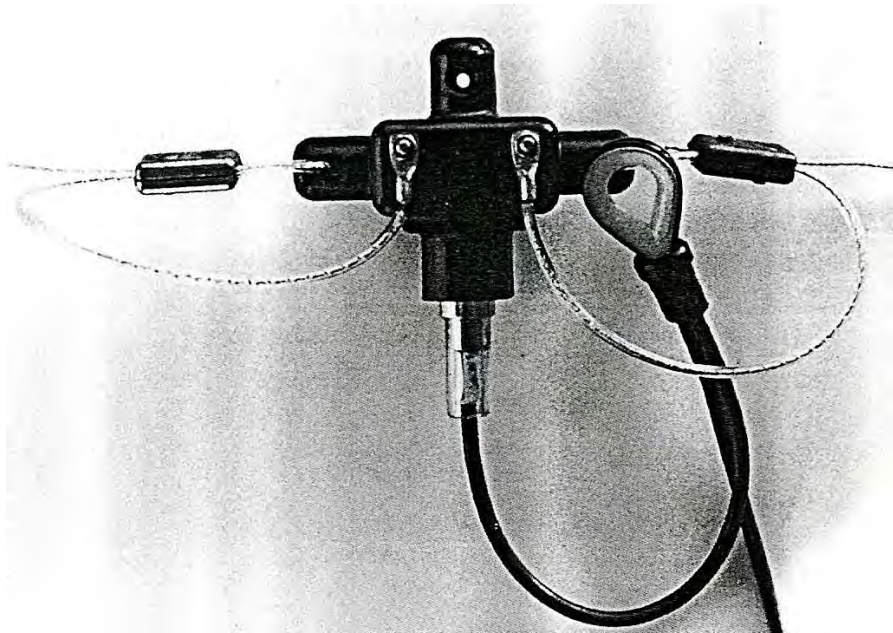
Fig 9—Simple lever for twisting solid guy wires when attaching strain insulators.

Besteht aus 1 Stück Stahl durch das ein Loch gebohrt wird.

Schont die Hände !



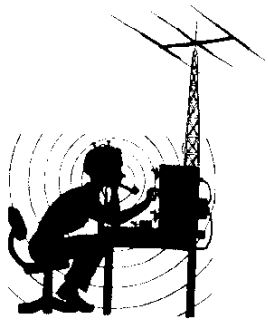
Zugentlastungen



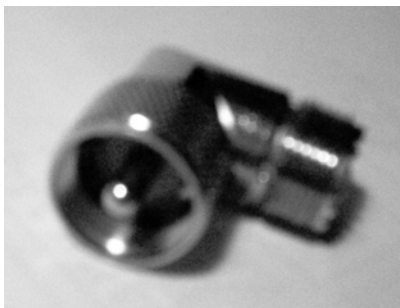
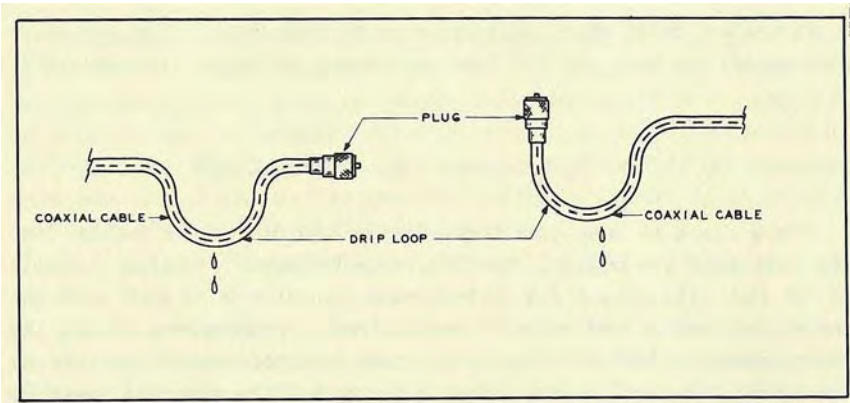
Immer Zugentlastungen
anbringen
- für den **Antennendraht**
- für das **Koaxkabel**

Das Gewicht des Koaxkabels
sollte unbedingt sauber abge-
fangen werden.

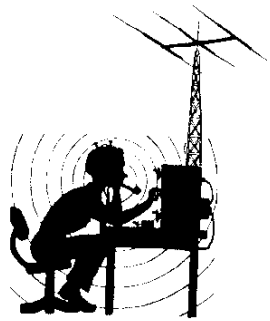
Der Stecker allein genügt nicht.



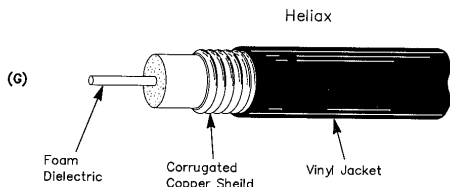
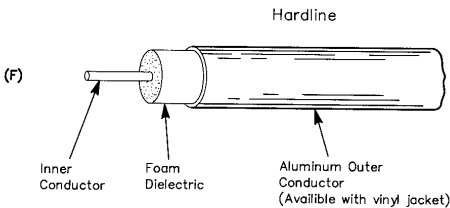
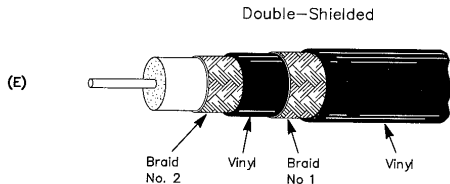
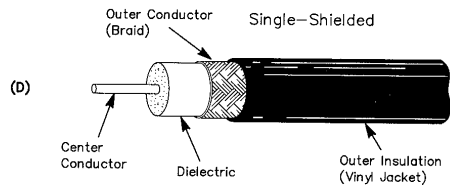
Verlegung von Koax-Kabel



- Zugentlastung anbringen (vor allem bei Steckern)
- bei längeren horizontalen Strecken ein Halteseil vorsehen und Koax-Kabel dort regelmässig befestigen
- bei Hauseinführungen oder überall wo es Stecker hat eine **Tropfnase** vorsehen
- bei Biegungen vernünftige Radien vorsehen
- **Man hüte sich vor Winkelsteckern** (vor allem bei $P > 100 \text{ W}$)



Speisekabel



Im Gegensatz zu UKW ist auf KW die Frage des Koaxkabels nicht kritisch

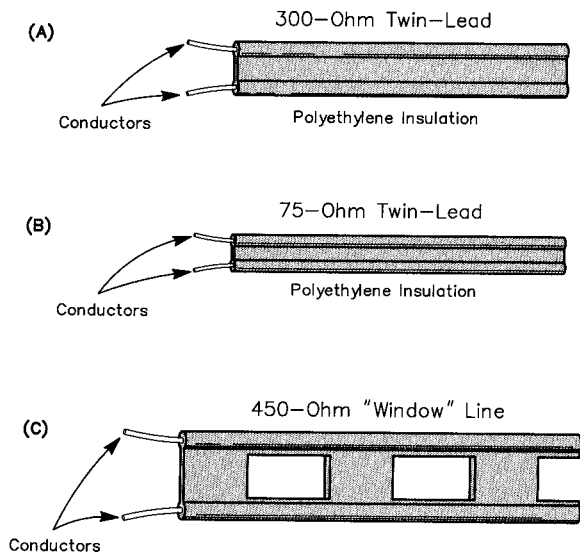
RG-58 im Alltagsgebrauch i.O.
(Spannungsfestigkeit = 1900 V)

RG-213 für längere Leitungen und überall da wo ein hohes SWR (SWR > 1:5) zu erwarten ist.
(Spannungsfestigkeit = 5000 V)



Speisekabel

Symmetrische Speiseleitungen

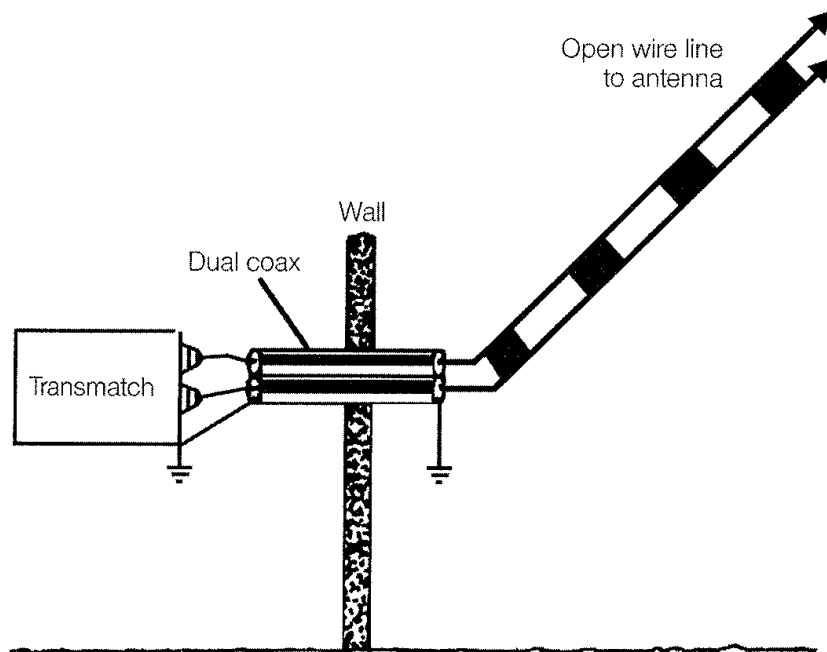


- sind nahezu verlustfrei
- erfordern aber grosse Sorgfalt im Verlegen (keine Knicke, keine Annäherung an Wände)
- benötigen einen Antennenkoppler mit symmetrischem Ausgang

Oben = 300 Ω Kabel (früher für TV verwendet)
Mitte = 75 Ω Kabel (auch Lautsprecherkabel geht bis max. 10 MHz)
Unten = 450 Ω Kabel (ex Wireman/USA)
die populärste Variante
Alternative = Selbstbau von 600 Ω Hühnerleiter



Hauseinführung symmetrischer Speiseleitungen



Man nimmt

2 identisch lange Stücke Koaxialkabel

und führt diese beliebig ins Haus ein.

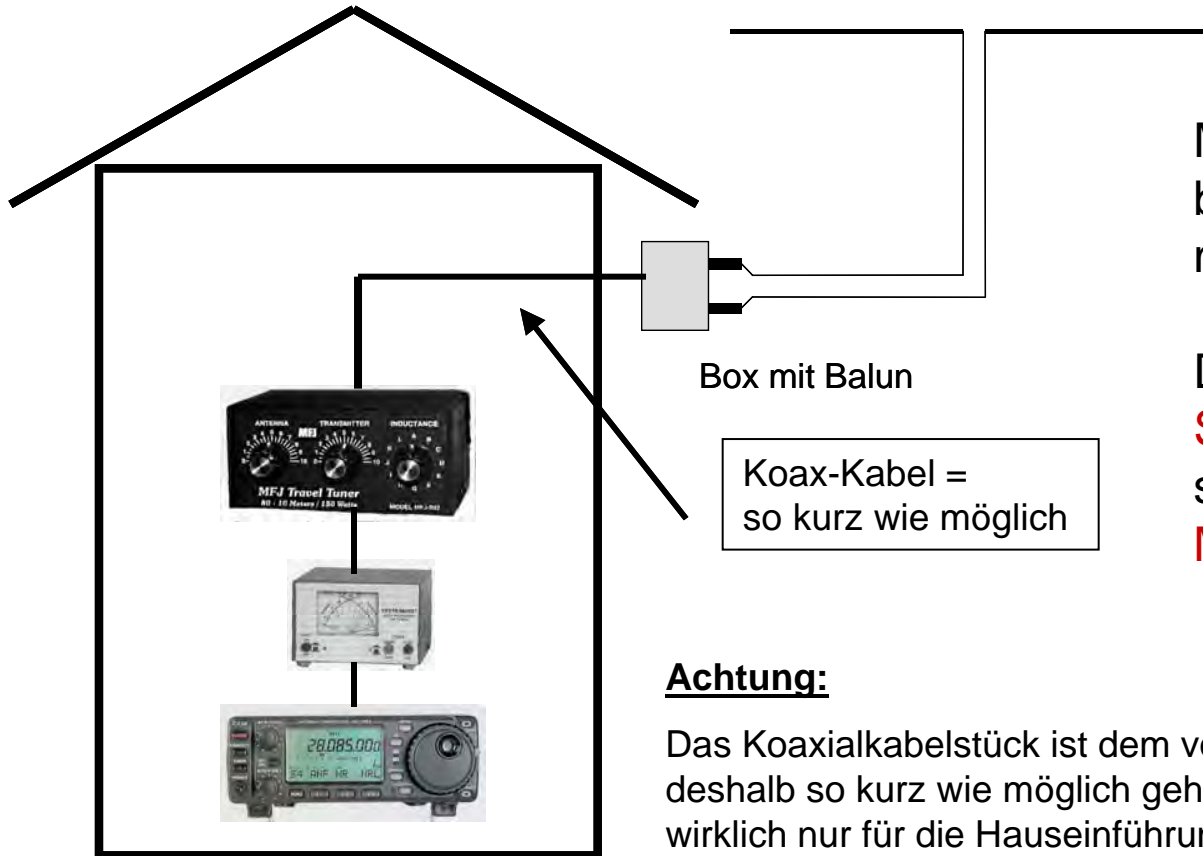
Achtung:

Das Koaxialkabelstück ist dem vollen SWR ausgesetzt und sollte deshalb so kurz wie möglich gehalten werden.

Also Koaxialkabel wirklich nur für die Hauseinführung verwenden !

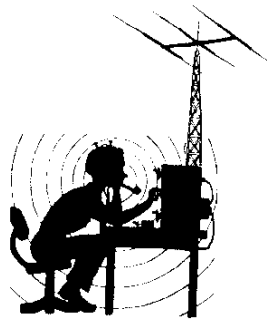


Hauseinführung symmetrischer Speiseleitungen



Man fährt mit Koaxialkabel bis zur Hauswand und montiert dort einen Balun.

Das kann ein **Spannungsbalun 1:4** sein oder eine simple **Mantelwellensperre (1:1)**



Kabelverluste

Kein Kabel ist verlustfrei.

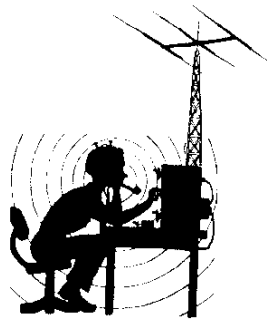
Bei HF-Leitungen unterscheidet man

- **Kupferverluste,**
sind bei RG-58 und RG-213 eher vernachlässigbar
- **Dielektrische Verluste,**
sie stellen den Hauptanteil der Verluste dar

Wohin geht die „Verlust-Energie“ ???

Sie verschwindet nicht einfach ...
... **sie wird verheizt !!**





Kabelverluste

Warum nehmen Kabelverluste zu ???
... bei

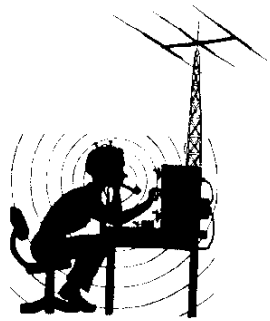
- **hohem SWR**

Ein Teil der Energie wird reflektiert und pendelt zwischen Antenne und PA hin und her. Jedesmal treten beim reflektierten Energieanteil die Verluste von neuem auf.



- **zunehmender Frequenz**

Bei jedem Wellenzug wird eine gewisse Energiemenge als Dielektrischer-Verlust verbraten. Je schneller sich die Wellenzüge folgen (= höhere Frequenz) umso mehr Energie geht verloren.



Elektrische Belastung eines Koaxial-Kabels

Für ein 50Ω Kabel gilt:

Bei SWR = 1:1

$$P = 100 \text{ W} \quad \rightarrow \quad U = 71 \text{ V} \quad I = 1.42 \text{ A}$$

$$P = 1000 \text{ W} \quad \rightarrow \quad U = 225 \text{ V} \quad I = 4.48 \text{ A}$$

RG 58 \rightarrow Spannungsfestigkeit = 1900 V
 \rightarrow Leiterquerschnitt = 0.5 mm²

bis P_{max} 100 W

RG 213 \rightarrow Spannungsfestigkeit = 5000 V
 \rightarrow Leiterquerschnitt = 3.2 mm²

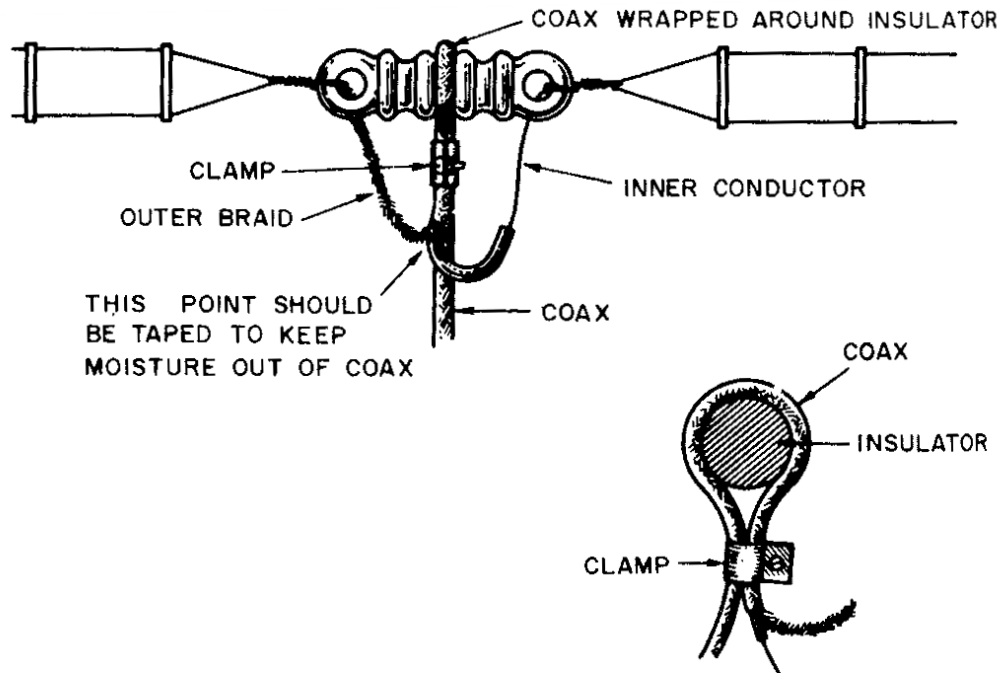
für P_{max} > 100W

Stromdichte bei konventioneller Auslegung von Motoren und Transformatoren

\rightarrow 4 A/mm²



Anschluss des Speisekabels an die Antenne



Die einfachste Art ein Koaxkabel anzuschliessen.

Nicht unbedingt wasserfest.

Geht für Field-Day oder Portabel-Einsatz



Anschluss des Speisekabels an die Antenne

Professionelle Ausführung

Schönheit hat ihren Preis !

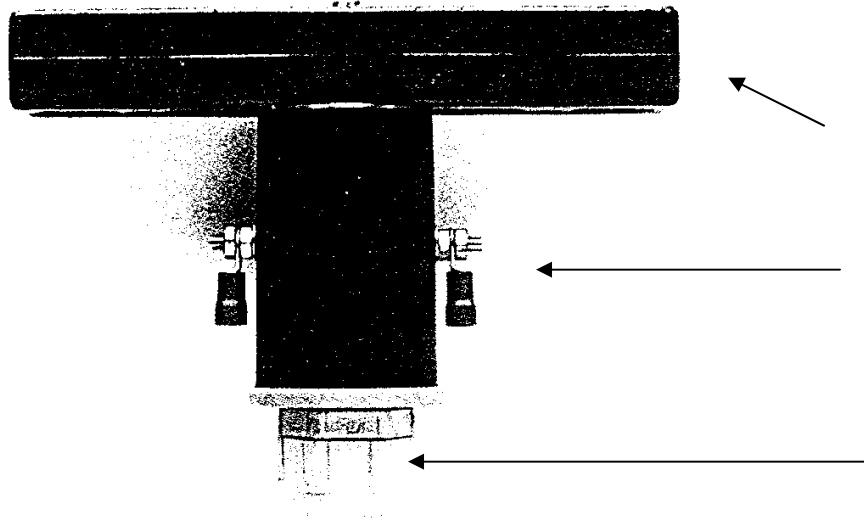
Zugentlastung nicht vergessen !





Anschluss des Speisekabels an die Antenne

Es geht auch so:



1 Kunststoffstück als
Mittelisolator
1 Filmdose

Koaxanschluss

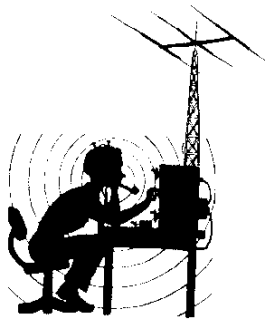


Anschluss des Speisekabels an die Antenne

Man nehme:

- 1 wasserdichte Elektroverteildose aus dem Baumarkt
- 2 Messingschrauben mit Flügelmuttern
- 1 Lüsterklemme
- etwas Kunststoffprofil





Strahlende Speiseleitungen alias Mantelwellen

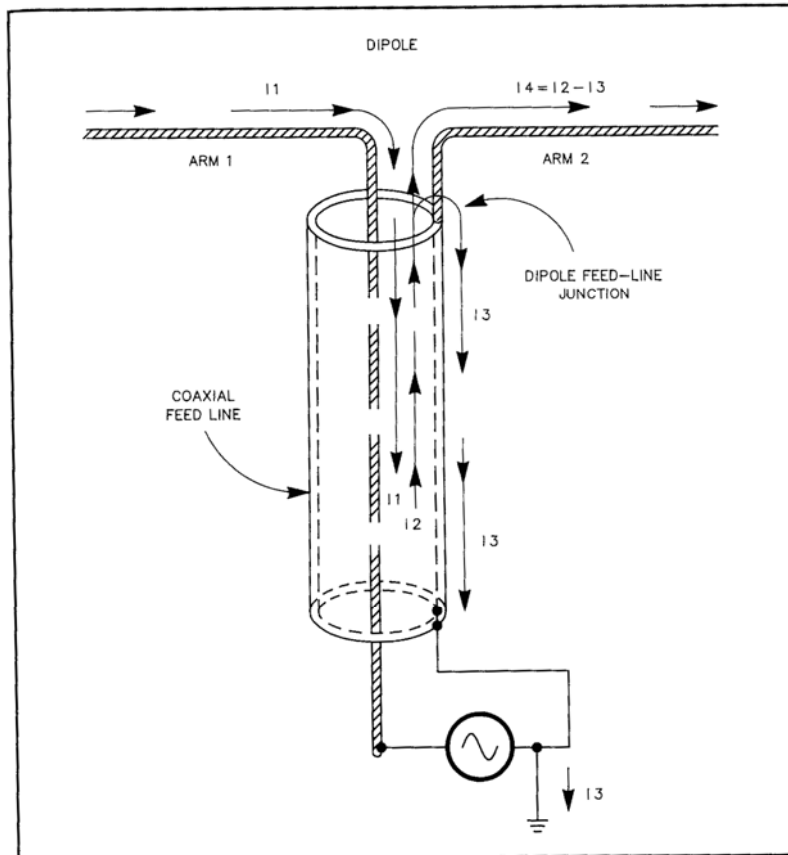
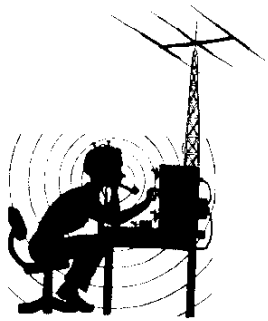


Fig 21-1—Illustration of the various current paths at a dipole feed point.

Unsymmetrie

im Antennengebilde führt zu eingekoppelter Energie, die auf der Aussenseite der Abschirmung zur Erde abfließt.



Strahlende Speiseleitungen alias Mantelwellen

Volkstümlich ausgedrückt:

Der Strom auf dem Innenleiter des Koax-Kabels und der Strom auf der Innenseite der Abschirmung sind identisch (Zufluss = Rückfluss).

Durch Unsymmetrie in der Antennenanordnung kann es sich ergeben, dass ein Strom I_3 auf der Abschirmung gegen Erde abfließen kann.

Dieser Strom ist im Vergleich zum Strom im Innern des Koax-Kabels klein, er reicht aber aus um Störungen zu verursachen.

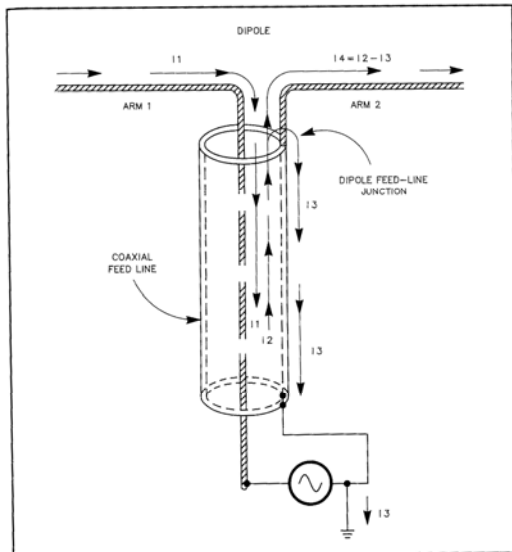


Fig 21-1—Illustration of the various current paths at a dipole feed point.



Strahlende Speiseleitungen alias Mantelwellen

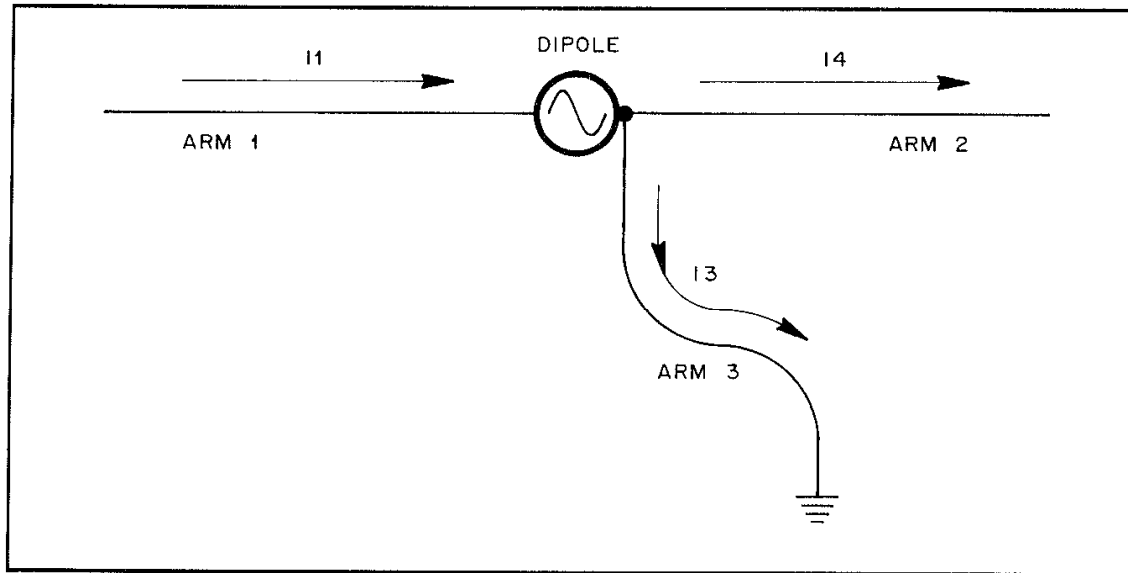


Fig 21-2—Simplified electrical representation of Fig 21-1.

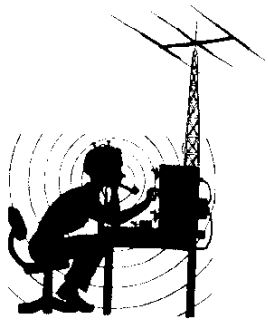
Vereinfachte Darstellung einer strahlenden Speiseleitung



Strahlende Speiseleitungen alias Mantelwellen

Abhilfe:

- **Balun** am Antennenfusspunkt
- **Mantelwellensperre** im Koaxialkabel
und zwar nahe dem Antennenfusspunkt
angeordnet



Balun oder nicht ?

- eine Antenne ohne Balun soll schielen
- in der Praxis gibt es so viele Einflüsse, dass das „schielen“ kaum einmal jemandem aufgefallen ist

Gründe einen Balun einzubauen:

- Symmetrie am Speisepunkt
- **Unterdrückung von Mantelwellen**
- Impedanz am Speisepunkt verändern
- Beide Schenkel der Antenne galvanisch erden



Wie erkenne ich einen schlechten Balun?

- Generell:** - Antenne samt Balun mit einem Antennenanalysator messen. Werte notieren.
- Gleiche Messungen mit voller Leistung wiederholen.
 - Wenn die Werte nennenswert voneinander abweichen, dann stimmt mit dem Balun etwas nicht.

Messung ohne und mit Balun durchführen:

- Die Messung ohne Balun ergibt auf jeden Fall die korrekte „Bandbreite“ der Antenne.
- Wenn die „Bandbreite“ mit Balun nennenswert breiter wird dann ist der Balun faul.



Welcher Balun ?

Wenn schon Balun, dann
am besten eine
kommerzielle Ausführung
kaufen

DX ENGINEERING
Your source for complete antennas
and professional grade antenna parts!

Look for us at
The Dayton Hamvention®
Booths #7-#12
May 16-18, 2003

On Sale Now!
Unadilla Baluns

High Power Baluns

Boom to Element Brackets

HUSTLER

Check our secure web site
for Sales, Specials, E-mail
and the parts that you need!

Order Today!
Online at DXEngineering.com
1.800.777.0703
Tech/International: 330.572.3200

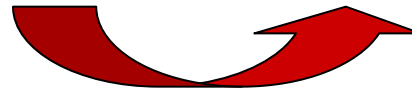
New Sizes!
Saddle Clamps

**Kein Balun ist besser
als ein schlechter Balun**



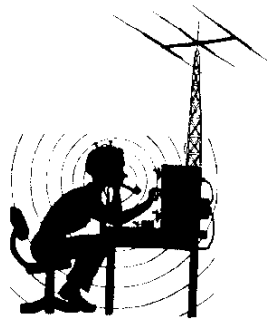
Balun und so ...

Balun heisst „balanced / unbalanced“

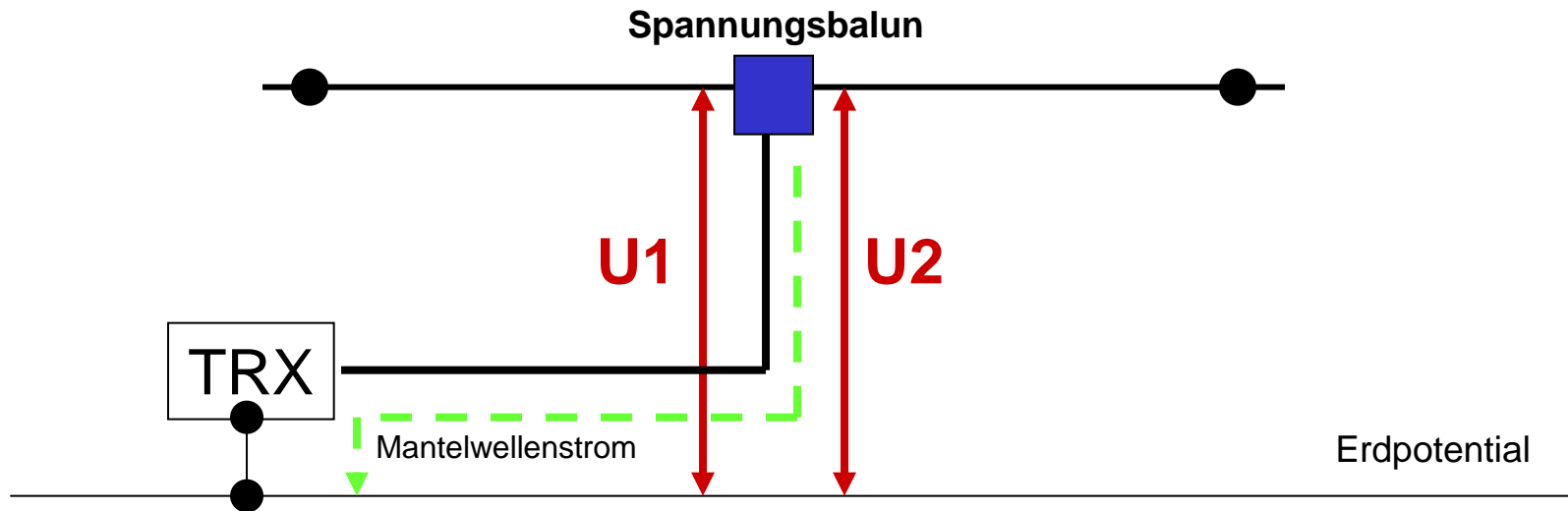


Man unterscheidet 2 Arten von „Balun's“:

- a) Der **Spannungs-Balun**
- b) Der **Strom-Balun**



Der Spannungs-Balun



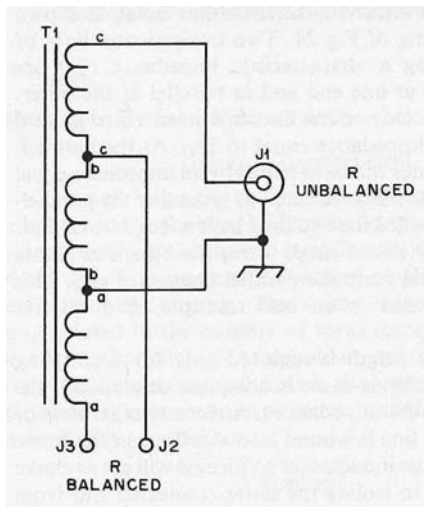
**Der klassische Spannungs-Balun symmetriert die Spannung zwischen den beiden Ausgängen und der Erde.
Bei Unsymmetrie in den Dipolhälften kann es trotz Balun vorkommen, dass Mantelwellen auf dem Speisekabel auftreten können.**



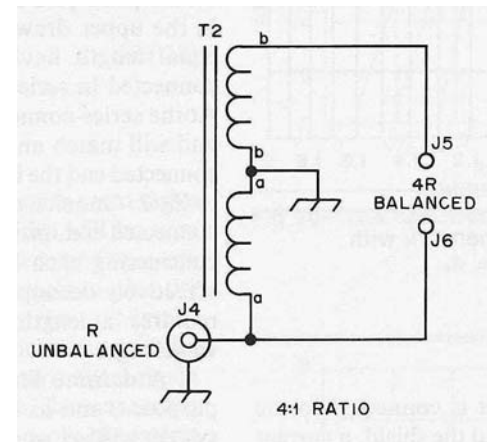
Der Spannungs-Balun

Typische Spannungs-Balun's:

Übersetzungsverhältnis
1:1 (50 Ω / 50 Ω)

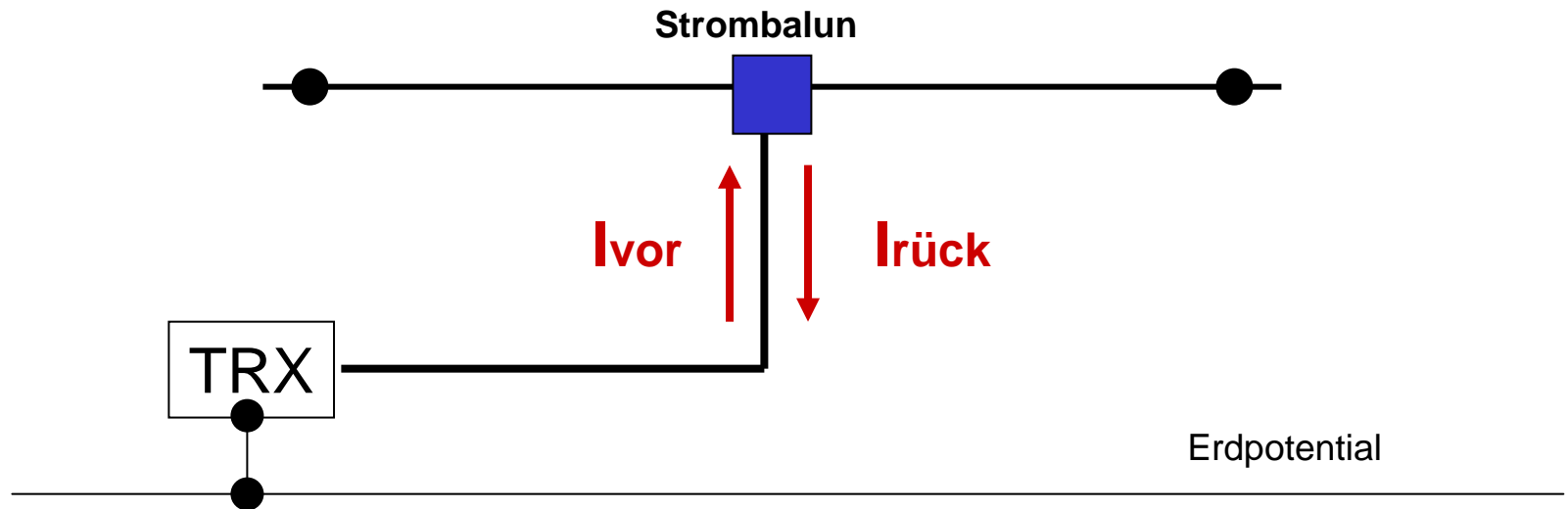


Übersetzungsverhältnis
1:4 (50 Ω / 200 Ω)





Der Strom-Balun

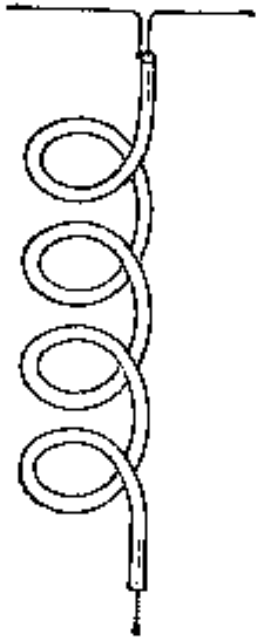


Der Strom-Balun symmetriert die Ströme auf dem Speisekabel.
Der Strom (I_{vor}) der von der Quelle (TRX) weggeht ist identisch mit dem Strom ($I_{\text{rück}}$) der zur Quelle zurückkehrt.
Mantelwellen auf dem Speise-Kabel werden unterdrückt,
deshalb die Bezeichnung **Mantelwellensperre**



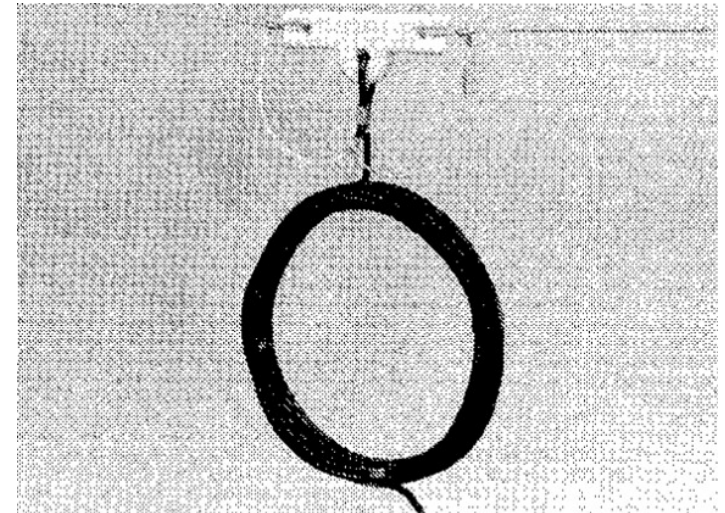
Mantelwellensperre

Der uralte Trick mit dem Koax-Kabel Ring.
Funktioniert ganz leidlich, aber nicht immer optimal.
Die Lösung wenn man improvisieren muss.



Ring aus Koaxkabel

Unterdrückung 3.5 – 30 MHz
3 – 3.5 m Koaxkabel auf
Ring gewickelt, sodass sich
7 Windungen ergeben.
(gilt für RG-58 + RG-213)



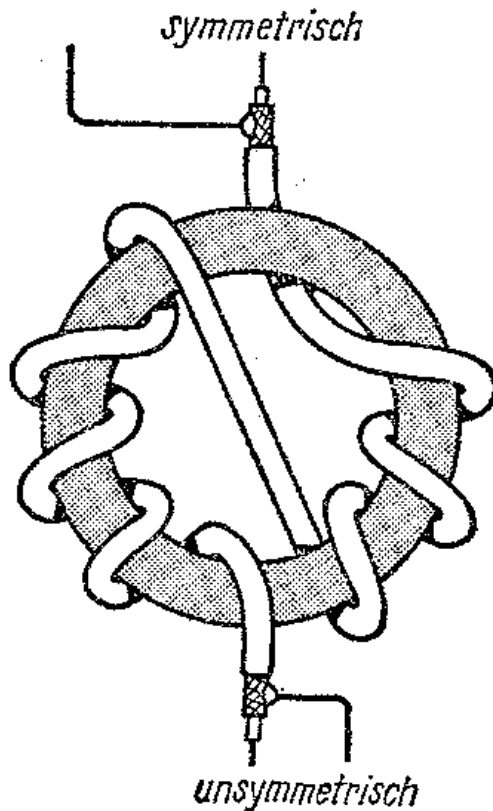


Mantelwellensperre

Mit Ferrit-Ringkern, um den das Koax-Kabel geschlaucht wird. Wirkung grundsätzlich gut.

Für 3.5 – 30 MHz → 10 - 12 Windungen

Achtung: so wickeln wie hier gezeigt, minimiert Wicklungskapazität



Probleme:

Man nimmt zu dünnes Koax-Kabel um die Windungen draufzubringen.

Man unterschreitet den minimalen Biegeradius des Koax-Kabels.



Mantelwellensperre



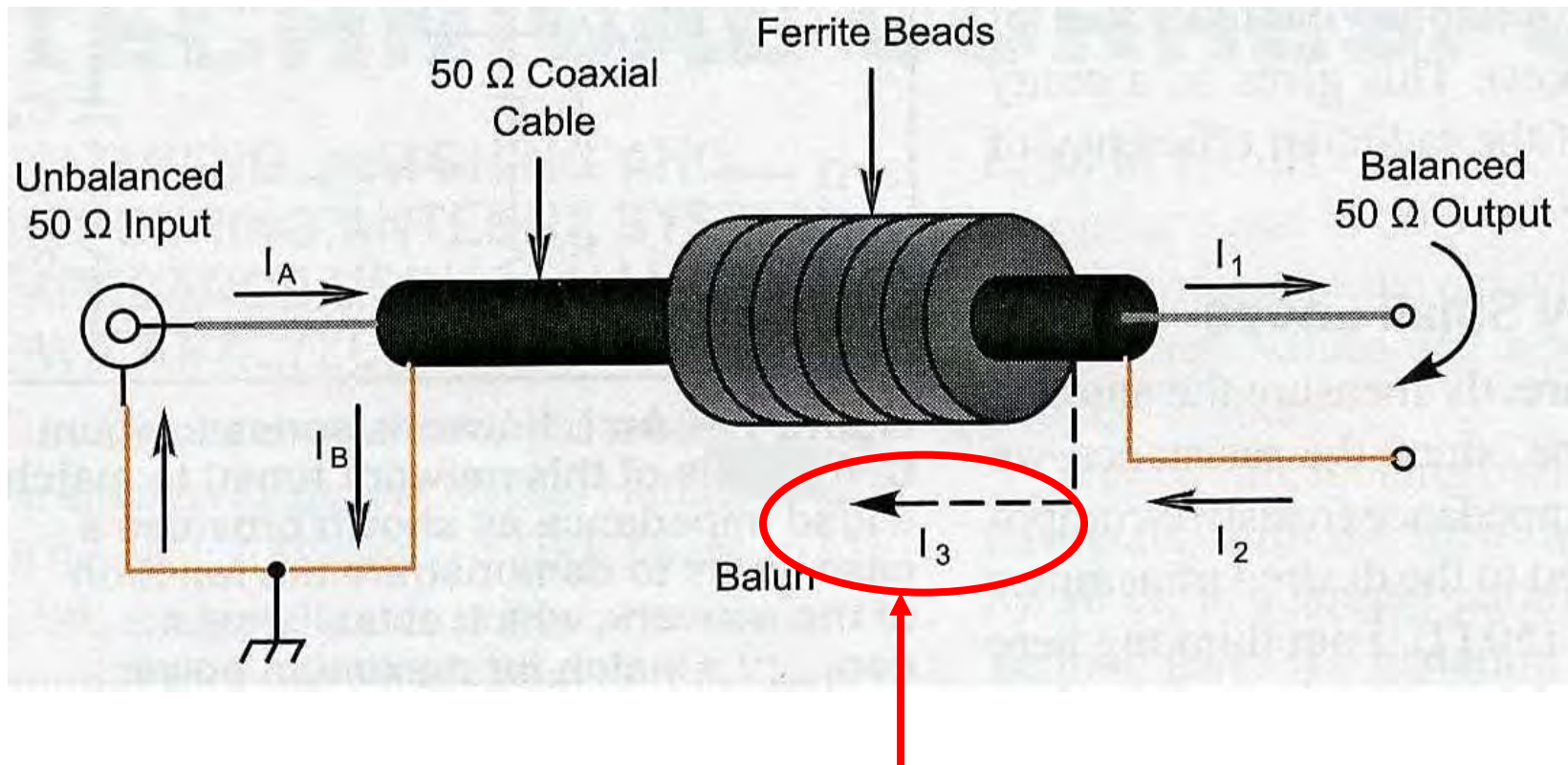
Praktische Ausführung
einer Mantelwellensperre
mit Ringkern.

Problematisch ist das
dünne Koax-Kabel.

Für QRO-Freunde nicht
geeignet !



Eine vorzügliche Lösung Mantelwellensperre mit Ferritkernen



I_3 wird durch die Ferritkerne unterdrückt !



Mantelwellensperre



Mantelwellensperre mit Ferrit-Kernen

z.B. 50 Stck. Amidon
FB-73-2401 über den
Aussenmantel des RG-58
Kabels stecken.

(sog. Current-Balun)

Siehe auch Artikel im OLD MAN 11/2002 von J.C. Laib, HB9TL

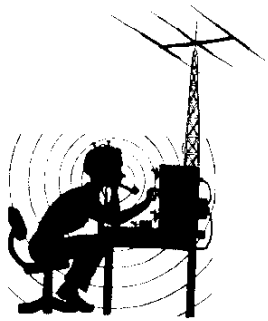


The greatest thing on earth !

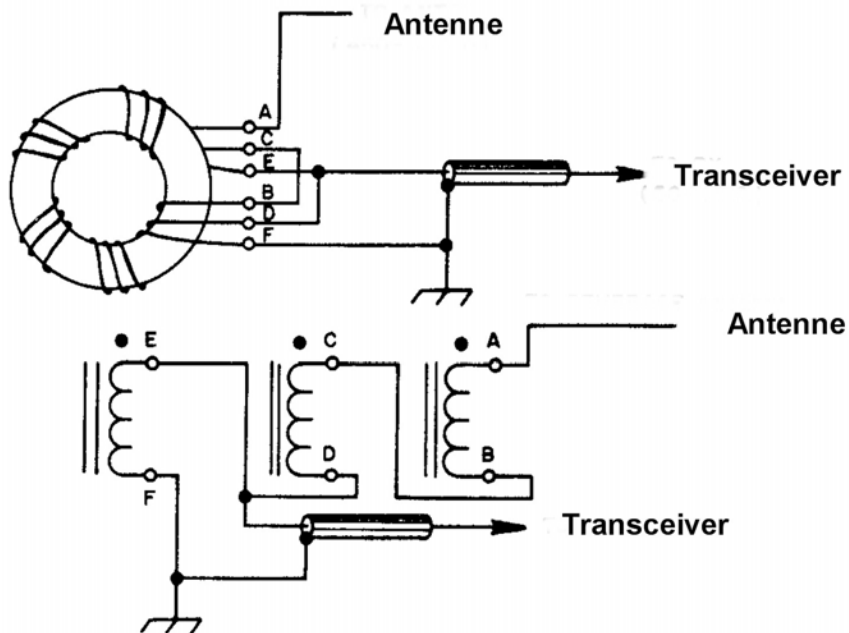
The Magnetic Balun



Fixes all and any antenna problems !



Der 1: 9 Balun



Ist eigentlich **kein Balun**,
sondern ein

Impedanztransformator

mit einem

Spannungsverhältnis 1:3

was ein

Impedanzverhältnis von 1:9

ergibt.



Der 1: 9 Balun

Was ist so wundertätig
am 1:9 Impedanz-
transformator ???

**Die am Speisepunkt der Antenne
anliegende Impedanz wird per
Definition um den Faktor 9 geteilt.**

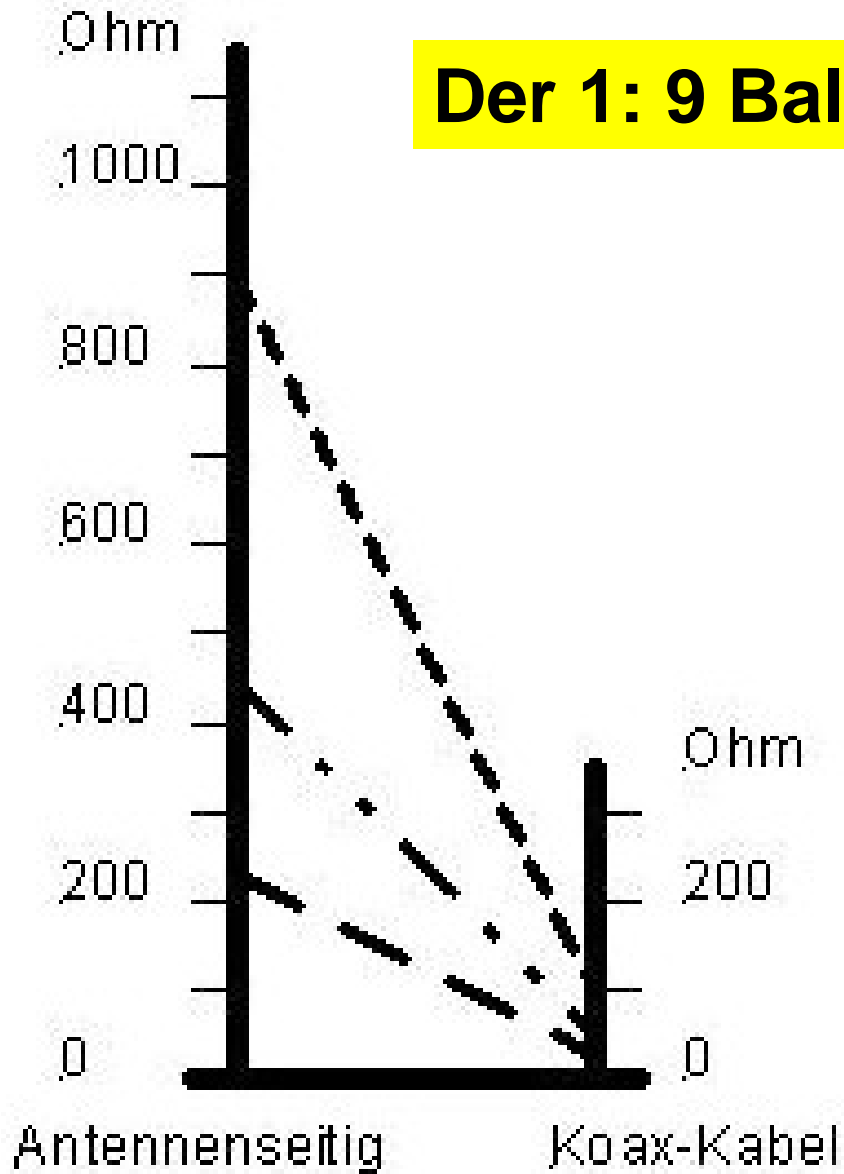


Fazit:

Man ist bald einmal im Bereich den
der im Transceiver eingebaute Tuner
oder der externe Antennentuner
abzustimmen vermag.



Der 1: 9 Balun





SWR

die heilige Kuh vieler Funkamateure

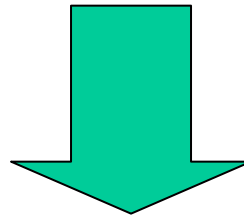
**Die Furcht des Funkamateurs
vor dem SWR ist vergleichbar
mit der Furcht der Jungfrau
vor dem Klapperstorch !**





Der OM und das SWR

Warum ist für den OM das SWR etwas so wichtiges ?

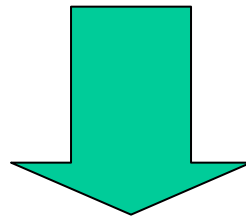


Es ist die einzige Grösse im gesamten Antennensystem die der Durchschnitts-OM überhaupt messen kann !



Symmetrische Leitungen und SWR

Wenn wir SWR sagen, dann meinen wir immer Koax-Kabel



Auch auf symmetrischen Speiseleitungen tritt SWR auf !

Weil die Grunddämpfung symmetrischer Speiseleitungen sehr klein ist, ist die Zusatzdämpfung die durch das SWR verursacht wird in der Praxis vernachlässigbar.



Meine Antenne hat ein schlechtes SWR

Eine Antenne hat gar kein SWR !

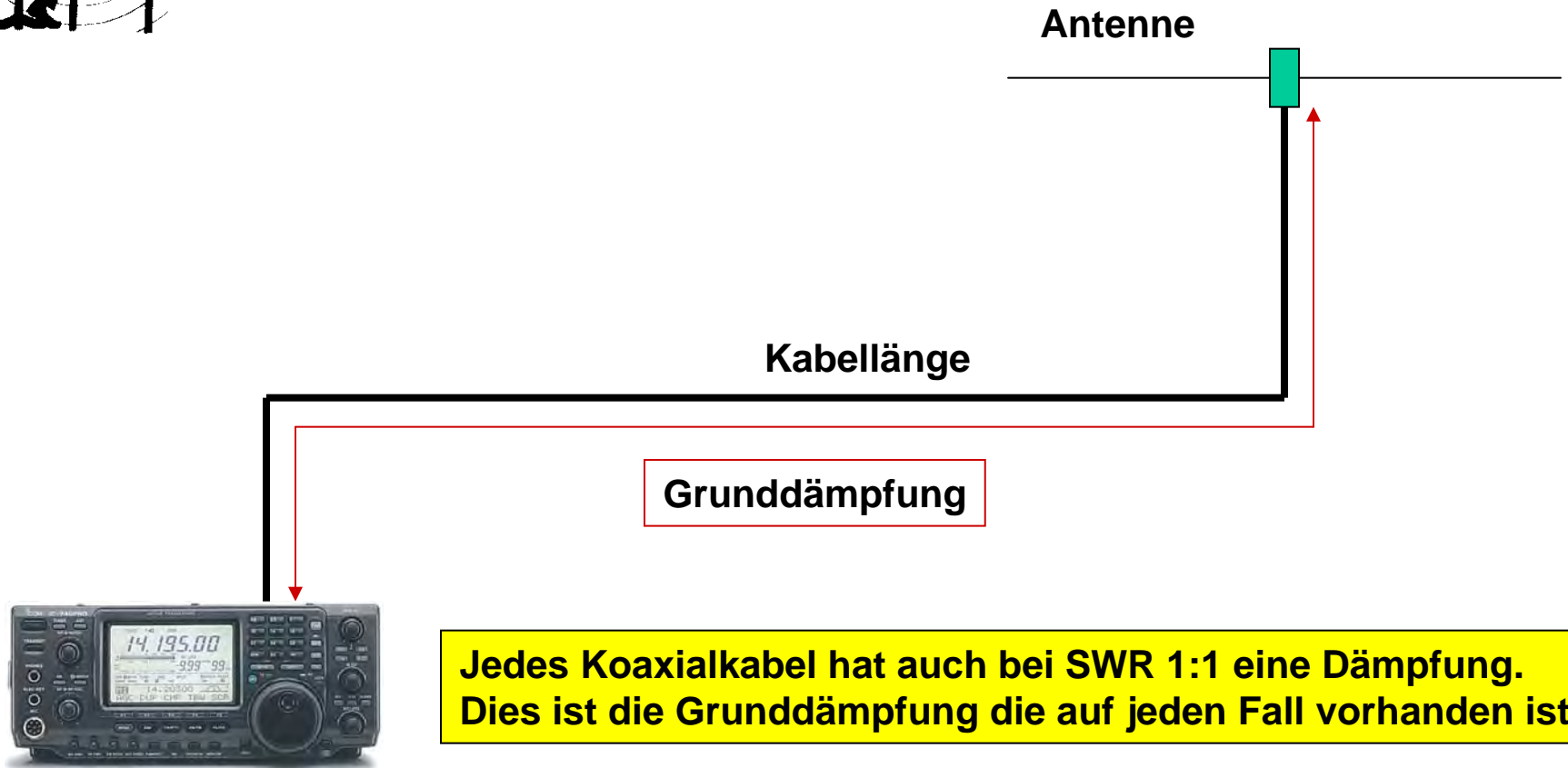
Eine Antenne hat eine **Speisepunktimpedanz** mit
Real-Anteil [R]
und
Imaginär-Anteil [+/-j] (auch Reaktanz genannt)

Die Antenne bzw. deren Speisepunktimpedanz ist zwar indirekt die Ursache für das Auftreten von SWR, das SWR selbst ist aber ein Phänomen das nur und ausschliesslich auf dem Speisekabel auftritt.





Meine Antenne hat ein schlechtes SWR





Meine Antenne hat ein schlechtes SWR

Am Antennenspeisepunkt liegt nur in den seltensten Fällen eine Impedanz von $Z = 50 \Omega$ an.

Antenne

Resultat \rightarrow SWR auf dem Koaxkabel

Kabellänge



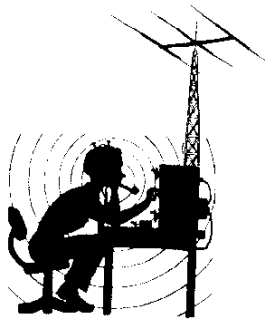
Um volle Leistung abgeben zu können will der Transceiver $Z = 50 \Omega$ sehen !



Meine Antenne hat ein schlechtes SWR

Wie bringt man den Transceiver dazu volle Leistung abzugeben ?





Variante 1: Impedanzanpassung an der Antenne

Wir platzieren einen automatischen Antennentuner
am Einspeisepunkt der Antenne !

Resultat → SWR = 1:1 auf dem Koaxkabel

Kabellänge ergibt Grunddämpfung

Der Transceiver ist glücklich.
Er sieht $Z = 50 \Omega$



Antenne





Variante 2: Impedanzanpassung im Shack

Wir platzieren einen Antennentuner im Shack, zwischen Transceiver und Antennenkabel.

Resultat \rightarrow SWR \neq 1:1 \rightarrow
es entstehen Zusatzverluste
auf dem Koaxialkabel

Kabellänge



Der Transceiver ist glücklich.
Er sieht $Z = 50 \Omega$



Zusatzverluste durch SWR



Es sind die Zusatzverluste die entscheiden ob wir gewillt sind eine Speiseleitung mit $SWR \neq 1:1$ zu betreiben.

Antenne

Kabellänge



Wie bestimmen wir die Zusatzverluste ?



Easy SWR !

Vorgehen zur Bestimmung der Zusatzverluste

- 1.) **SWR bestimmen** (evtl. mit kleiner Leistung)
- 2.) **echte Kabelverluste (dB) bestimmen = Grunddämpfung**
(Kabeltyp, Kabellänge, Frequenz)
- 3.) **Zusatzverluste (dB) durchs SWR bestimmen**
(siehe Tabelle)
- 4.) **entscheiden ob man's wagt**
- 5.) **wenn JA → mittels Antennenkoppler
TOTALREFLEXION herstellen**



„echte Verluste im Speisekabel

1 S-Stufe = 6 dB

Wo entstehen die Kabel-Verluste ?

Hauptsächlich handelt es sich um dielektrische Verluste !

Diese Verluste treten immer auf, unabhängig vom SWR !

Kabelverluste in der Praxis:

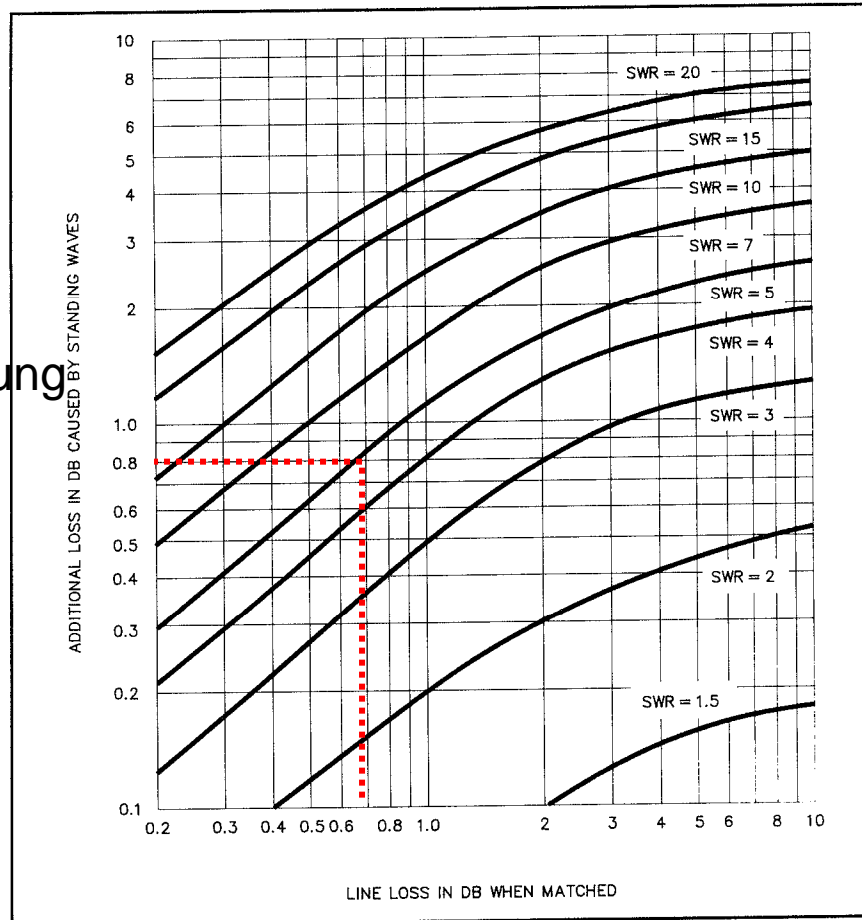
1 S-Stufe = 6 dB

<u>in dB/100 ft (ca. 30 m)</u>	<u>RG58</u>	<u>RG 213</u>	<u>Wireman 450 Ω</u>
160 m	0.55	0.25	< 0.1
80 m	0.7	0.38	< 0.1
40 m	1.0	0.55	< 0.1
20 m	1.5	0.8	0.1
15 m	2.0	1.0	0.13
10 m	2.5	1.3	0.15



Zusatzverluste durch SWR

Zusatzdämpfung



Kabeldämpfung

Beispiel:

Antenne 3750 kHz
30 m Speisekabel RG-58
Kabeldämpfung 0.7 dB

Die Antenne wird verwendet bei 3500 kHz
SWR = 1:5

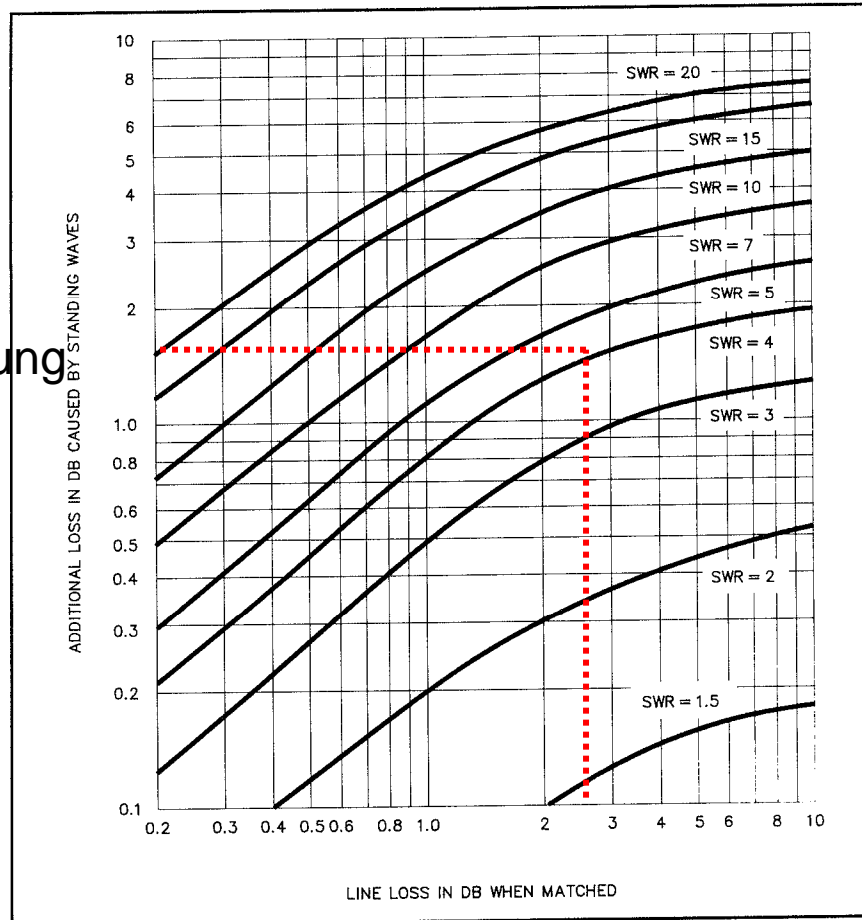
Die Zusatzdämpfung beträgt 0.8 dB

das ist 1/8 S-Stufe und wird von der Gegenstation kaum bemerkt.



Zusatzverluste durch SWR

Zusatzdämpfung



Kabeldämpfung

Beispiel:

Antenne 29500 kHz
30 m Speisekabel RG-58
Kabeldämpfung 2.5 dB

Die Antenne wird verwendet bei 28000 kHz
SWR = 1:4

Die Zusatzdämpfung beträgt 1.5 dB

das ist ¼ S-Stufe und wird von der Gegenstation kaum bemerkt.



Welches SWR ist zulässig bevor das Koax-Kabel durchschlägt ?



$$U(\text{Koax}) = U(50\Omega) * \sqrt{\text{SWR}}$$

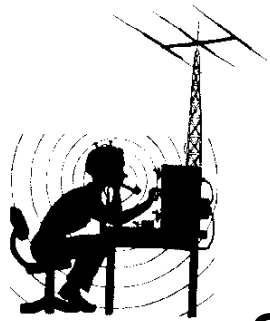
Da die Spannung auf dem Koax-Kabel lediglich mit der Quadratwurzel des SWR ansteigt, ist in der Praxis das Koax-Kabel nie gefährdet.

Für 50 Ω Kabel:

Bei 100 W und	SWR 1:1	SWR 1:10	SWR 1:20
	U = 71 V	U = 225 V	U = 318 V

Bei 1000 W und	SWR 1:1	SWR 1:10	SWR 1:20
	U = 224 V	U = 708 V	U = 1000 V

U max für
RG-58 = 1900 V
RG-213 = 5000 V



Welches SWR ist zulässig ??

Ohne Antennentuner Die meisten heutigen Transceiver akzeptieren SWR 1:2 ohne die Leistung zu viel zu reduzieren.

Mit Antennentuner Der Transceiver sieht 50Ω und liefert die volle Leistung. Welches SWR in Richtung Antenne ist zulässig ?

Nur Mut !

Angsthasen:	max. SWR 1:3
Durchschnittsamateur:	ca. SWR 1:5
Mutige Typen:	bis SWR 1:10

Achtung: Frequenz, Kabellänge und P_{max} beachten



**Welches SWR
ist zulässig ??**



Bei höherem SWR sollten keine Blitzbugs mit Gasentladungspatrone verwendet werden. Die Patrone hat eine Zündspannung von ca. 600 V. Bei $P > 200 \dots 300$ W und hohem SWR zündet jeweils die Gaspatrone und die PA schaltet ab.



Vorschlag: Die Blitzbugs entfernen !

**Bei Gewitter und bei Abwesenheit funkt man nicht !
Der beste Schutz = Antennenkabel ausziehen !**



„Conjugate match“

alias „Totalreflexion“

Bei Vorhandensein von SWR auf dem Speisekabel ist es notwendig den „**conjugate match**“, auch **Totalreflexion** genannt, zu erzielen. Dies bedeutet, dass man die Reaktanzen des Antennensystems durch spiegelbildliche Reaktanzen kompensiert.

Dadurch erreicht man, dass die vom Antennenfusspunkt retournierte „Rückwärtsleistung“ im Antennenkoppler in Phase zur Eingangsleistung, die vom TX abgegeben wird, addiert wird.

Die „Vorwärtsleistung“ ist die Summe der Eingangsleistung und der „Rückwärtsleistung“.

$$P_{\text{forward}} = P_{\text{source}} + P_{\text{reflected}}$$



Totalreflexion



Eingangsleistung
 $P_{\text{source}} = 100 \text{ W}$

$$\text{SWR} = 1:1$$



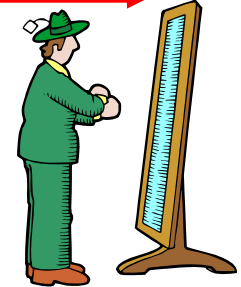
Vorwärtsleistung $P_{\text{forward}} = 130 \text{ W}$
Rückwärtsleistung $P_{\text{reflected}} = 30 \text{ W}$
würde verlustfreie Speiseleitung sowie verlustfreien Koppler bedingen!

Bei Vorhandensein von SWR kann es vorkommen, dass das SWR-Meter am Eingang des Antennenkopplers die echte Leistung des Transceivers anzeigt, während das SWR-Meter im Antennenkabel eine höhere Vorwärtsleistung anzeigt als den Wert der effektiven Eingangsleistung in den Antennenkoppler.

Totalreflexion



SWR = 1:1

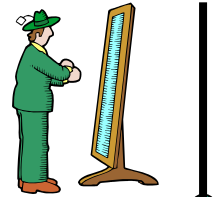


Der Teil der Sendeenergie der von der Antenne nicht aufgenommen werden kann (reflected power) wird zum Antennentuner zurückgespiegelt. Dort findet wieder eine Reflektion statt. Von der zurückkehrenden Energie wird wieder ein Teil von der Antenne aufgenommen und der Rest zum Antennentuner zurückreflektiert. etc. ... etc.

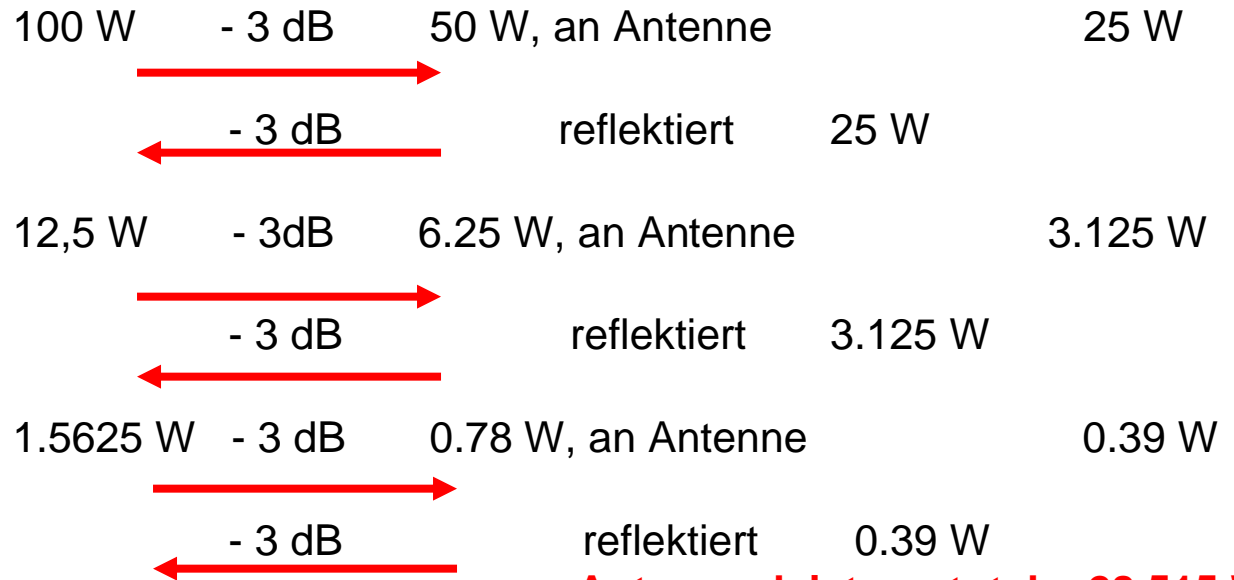


Totalreflexion

Ein anschauliches Extrembeispiel



Szenario: a) Kabeldämpfung 3 dB (= Faktor 2)
 b) Das SWR ist so, dass die Antenne nur die halbe Leistung aufnehmen kann.



Antennenleistung total = 28.515 W

SWR = 1:1



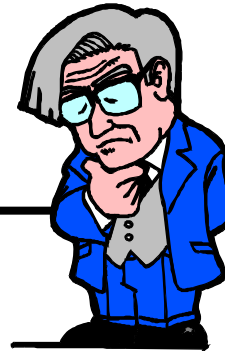


SWR Verbesserung durch lange Speisekabel



Welches ist das wahre SWR auf der Speiseleitung ?

SWR gemessen
am Antennentuner



SWR gemessen
am Antennen-
speisepunkt



SWR = 1:1



**Das wahre SWR ist das SWR gemessen
am Antennenspeisepunkt.**

Aber ... welcher Durchschnitts-OM hat schon die
Möglichkeit das SWR direkt am Antennenspeisepunkt
zu messen.

Was man wissen muss:

- A) Lange Kabel verbessern scheinbar das SWR !
- B) Andere Kabellängen können bei $SWR \neq 1:1$ zu einer
Veränderung des SWR im Shack führen ! (bei Mantelwellen)



SWR und lange Kabel

Diese Tabelle findet man in guten Antennenbüchern.

- Kabelverluste in dB
(aus Kabeltyp, Kabellänge, Frequenz
- SWR at Ant = SWR am Antennenspeisepunkt
- SWR at Transmitter = SWR am Sender)

Wenn man das SWR am Sender sowie die Kabelverluste kennt kann man mit dieser Tabelle auf das SWR am Antennenspeisepunkt zurückrechnen.

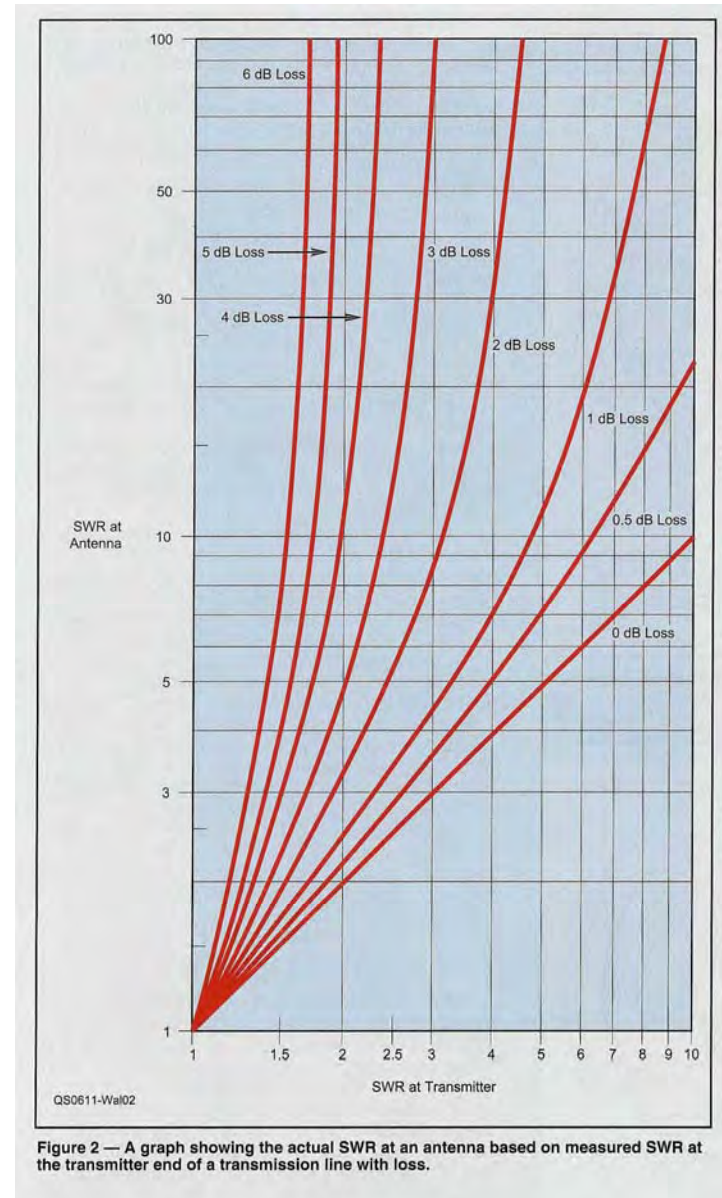


Figure 2 — A graph showing the actual SWR at an antenna based on measured SWR at the transmitter end of a transmission line with loss.



Antennenkoppler

Ein Antennenkoppler ist eine Art **Vermittler zwischen Antenne und PA.** Er macht den Senderausgang glauben es liege eine 50Ω Last vor. Die Antenne macht er glauben es liege ein für ihre Bedürfnisse perfekter impedanzmässiger Abschluss vor, d.h. Totalreflexion der Rückwärtsleistung.

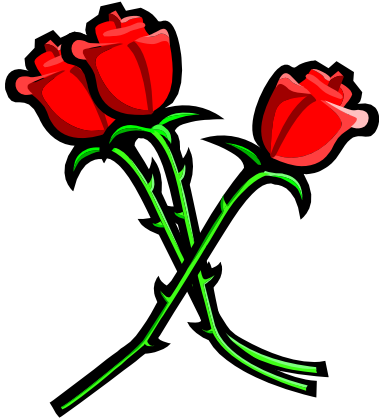


Ziel erreicht: Sowohl TRX wie Antenne sind glücklich !



Antennenkoppler

Keine Rosen ohne Dornen !



Antennenkoppler sind nicht verlustlos !

10 ... 15 % Verlust sind normal

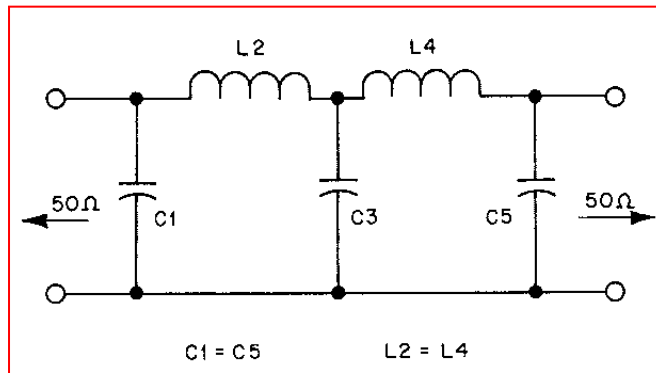
bis 40 % Verlust bei extremen Anpassverhältnissen
sind nicht ungewöhnlich

Quelle: Messung durch ARRL Laboratory
Veröffentlichungen im QST



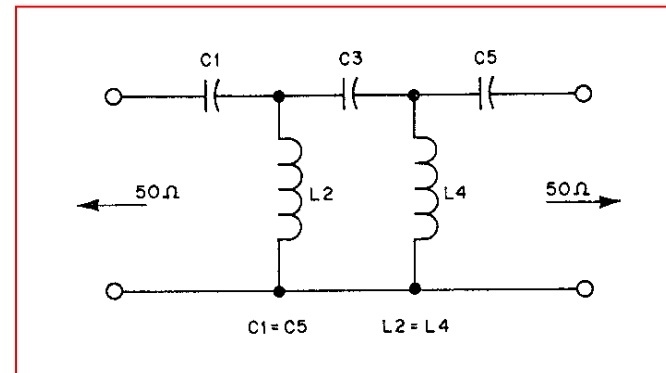
Die üblichen Schaltungsprinzipien bei unsymmetrischen Antennenkopplern

Tiefpassfilter



Typisch = Pi-Filter

Hochpassfilter



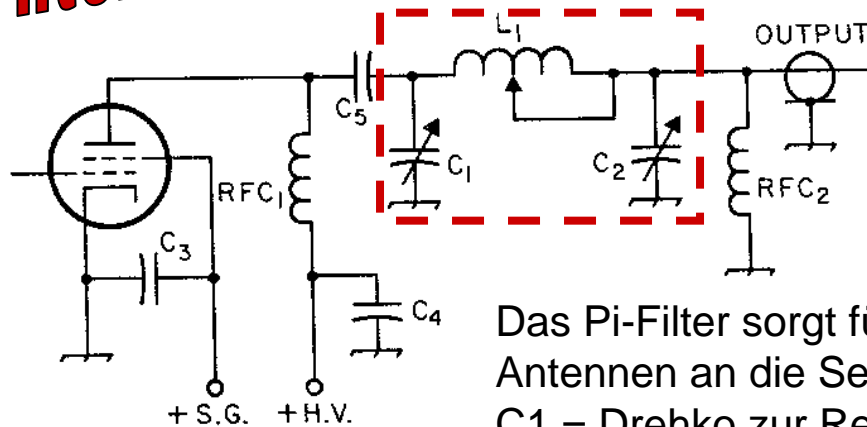
Typisch = T-Koppler

Die Schaltungen der meisten unsymmetrischen Antennenkoppler sind von diesen beiden Grund-Schaltungen. Um Komponenten zu sparen wurden die Filter auf's Minimum vereinfacht.



Antennenkoppler auf Basis Pi-Filter

Pi-Filter = Low Pass Filter



Röhren-Endstufen haben immer den Antennenkoppler gleich eingebaut.

Das Pi-Filter sorgt für die Anpassung der Antennen an die Senderendstufe.

C1 = Drehko zur Resonanzabstimmung der PA

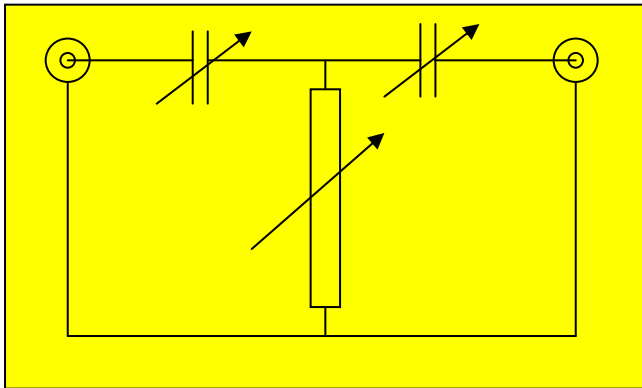
C2 = Drehko zur Antennenkopplung

L1 = Spule, umschaltbar

Innerhalb vernünftiger Grenzen lässt sich mit dem Pi-Filter jede Antenne ankoppeln. Allfälliges SWR ist nebensächlich, da das Pi-Filter dafür sorgt, dass in Richtung Antenne Totalreflexion auftritt..



Antennenkoppler auf Basis T-Schaltung



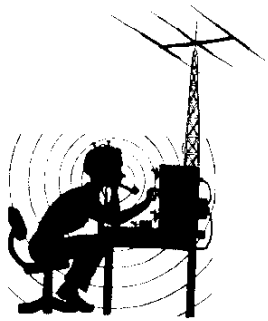
T-Koppler

Ein simpler, heute oft verwendeter Antennenkoppler besteht aus:
2 Drehkos (meist 300 pf)
1 Spule (mit Anzapfungen oder Rollspule)
und koppelt innerhalb vernünftiger Grenzen fast alles an.

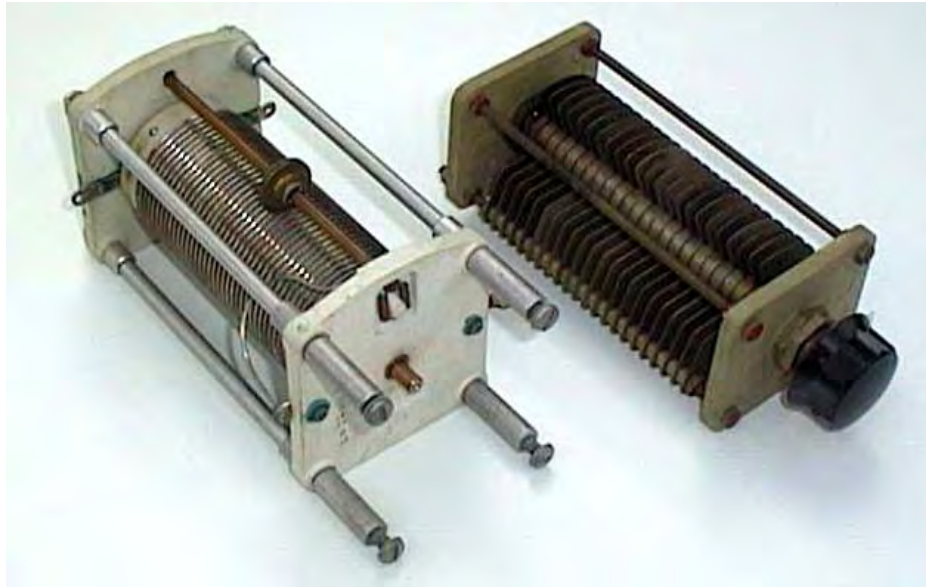
T-Koppler = High Pass Filter

ACHTUNG:

- **NICHT für reine SPANNUNGSKOPPLUNG** geeignet
- gewisse Koppler sind nur eingeschränkt 160 m tauglich (der Wert der Drehkos ist zu klein)

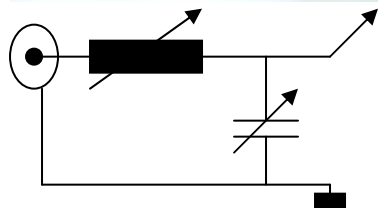


Selbstbau-Antennenkoppler



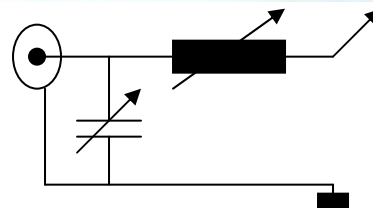
Antennenkoppler sind lohnende Selbstbauprojekte.

Wenn solche Komponenten wie
- Rollspulen und
- Sendedrehkos
auf Flohmärkten auftauchen,
dann sofort zuschlagen.



$$Z_{out} > Z_{in}$$

Antenne = hochohmig



$$Z_{out} < Z_{in}$$

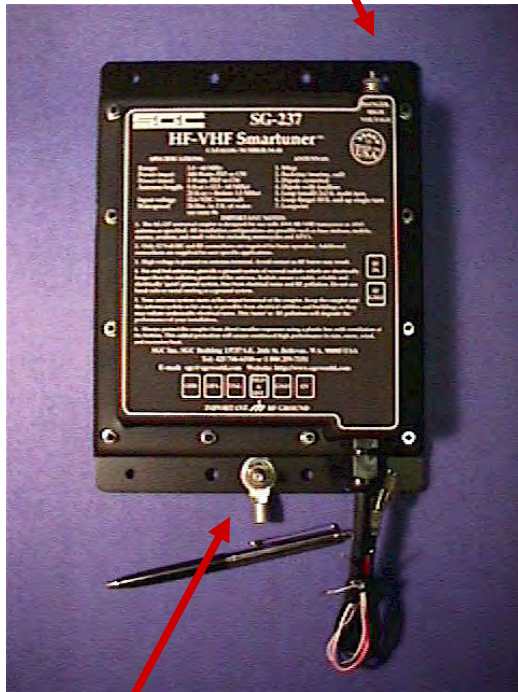
Antenne = niederohmig

Mit diesen beiden Komponenten
kann man bereits einen 1 kW
Antennenkoppler bauen.



Automatische Antennenkoppler

Antenne



Erde

Automatische Antennenkoppler machen dasselbe wie manuelle Koppler, einfach μ P-gesteuert.

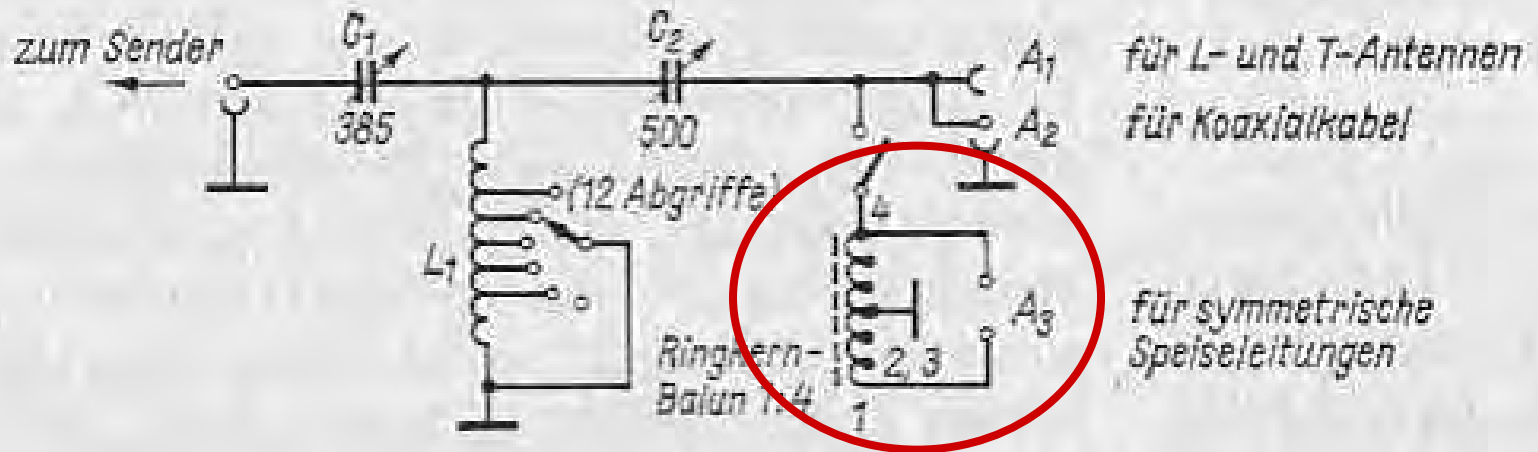
Verwendung:
Fast immer mit „endgespeisten Drähten“ irgendwelcher Länge.



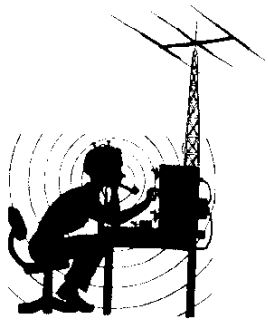
Achtung: Nicht für reine Spannungskopplung geeignet. Drahtlänge darf nie $\frac{1}{2} \lambda$ oder Vielfaches davon betragen.



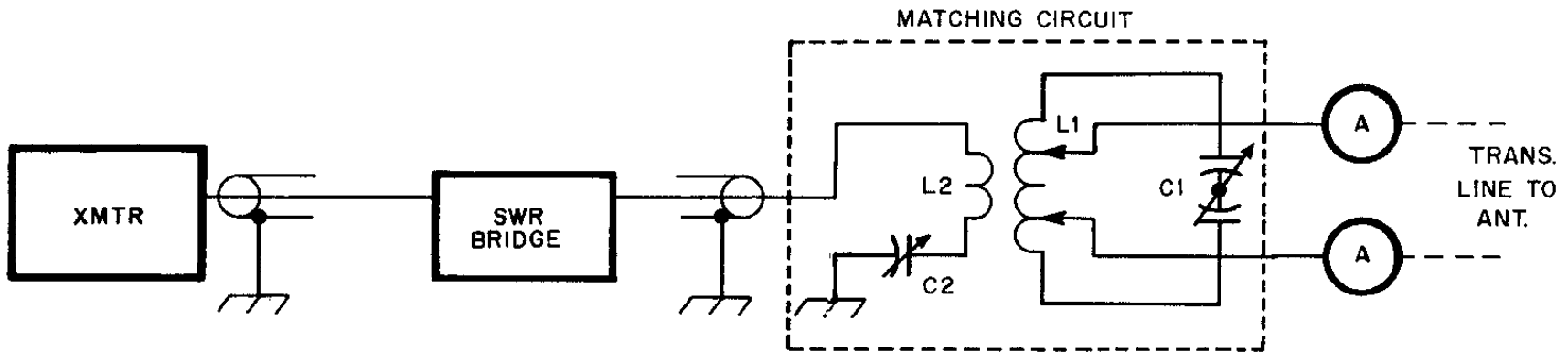
Antennenkoppler für symmetrische Speiseleitungen



- Anpassung für symmetrische Speiseleitungen mittels Balun 1:4 ($= 200 \Omega$)
- ist in vielen kommerziell hergestellten Kopplern bereits eingebaut
 - funktioniert in der Praxis ganz gut
 - Nachteil: der zulässige Impedanzbereich ist beschränkt
deshalb können oft nur Speiseleitungen bestimmter Länge angepasst werden

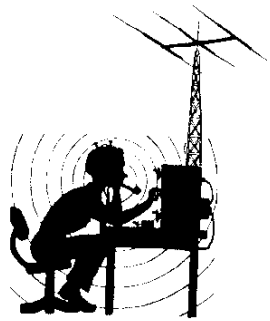


Antennenkoppler für symmetrische Speiseleitungen

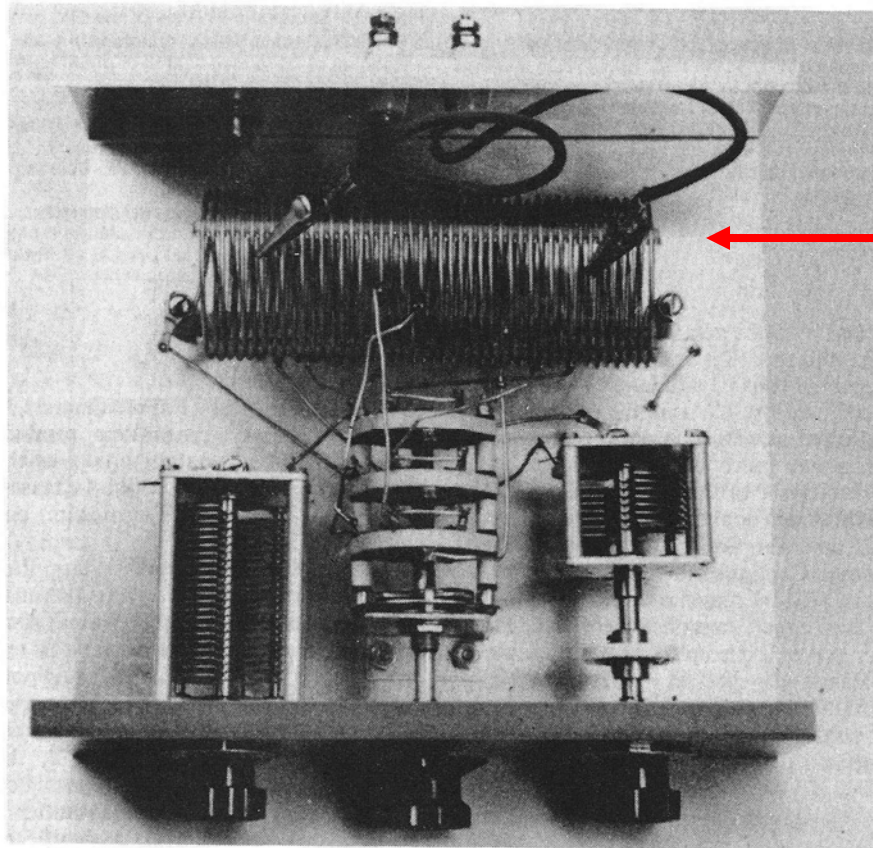


Die bewährte Schaltung aus grauer Vorzeit:

- Schwingkreis L1 / C1 auf Sendefrequenz abgestimmt (Parallelschwingkreis)
- L2 = Koppelspule (liegt geometrisch in der Mitte von L1)
- C2 dient zum Abgleich auf bestes SWR in Richtung XMTR
- Mittels Krokodilklemmen wird von der Mitte ausgehend derjenige Punkt gesucht der auf der Hühnerleiter den grössten Antennenstrom erzeugt.



Antennenkoppler für symmetrische Speiseleitungen



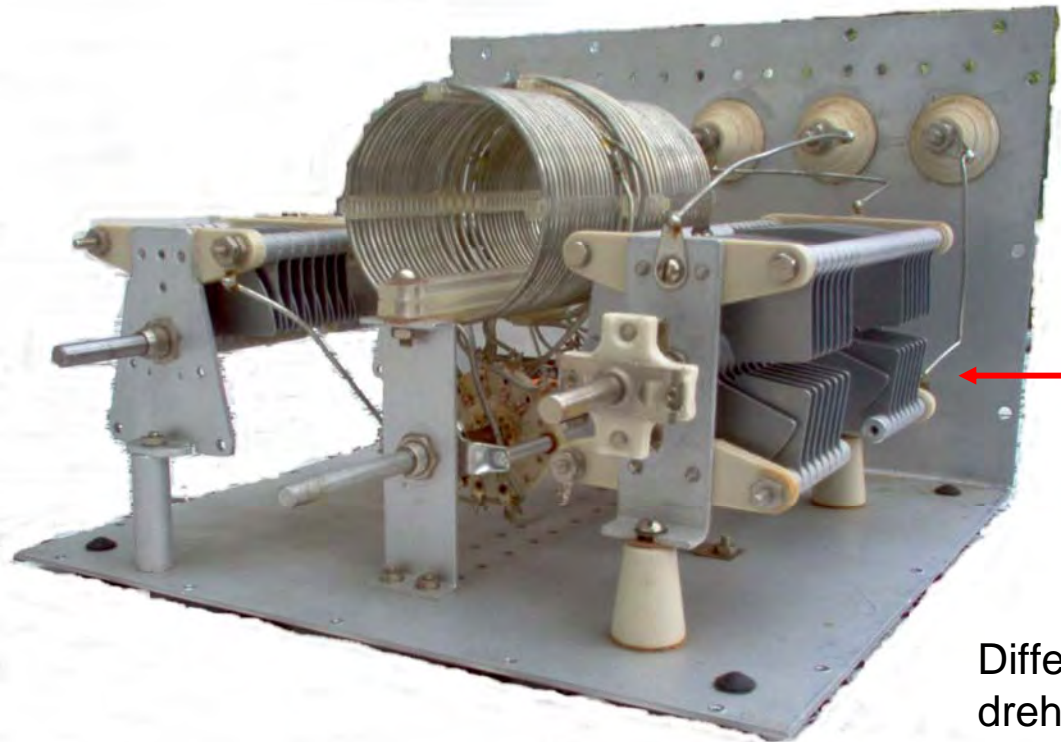
Krokodilklemmen



Antennenkoppler für symmetrische Speiseleitungen

Johnson Matchbox

Gebaut 1950 ... ??



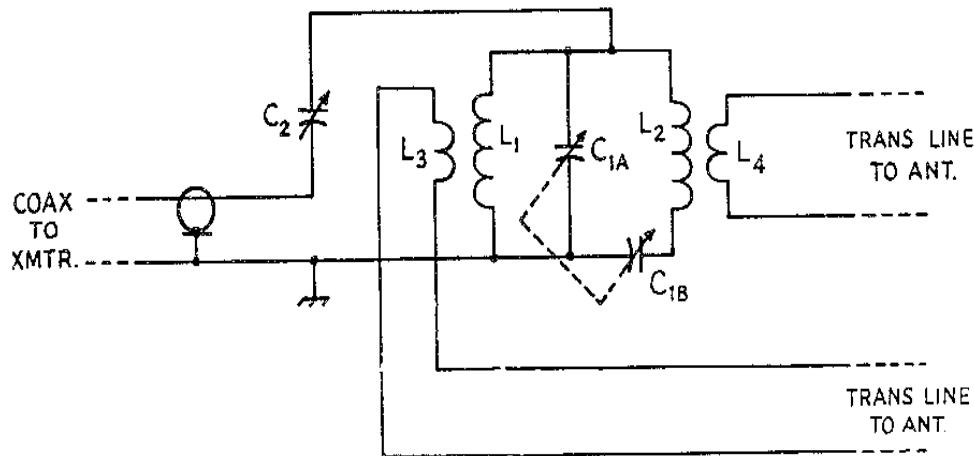
Differential-
drehko

Wenn so etwas auf einem Flohmarkt auftaucht → SOFORT zugreifen !



Induktive Ankopplung symmetrischer Speiseleitungen mittels Link-Kopplung

Multiband Schwingkreis alias Z-Match



Ur-Z-Match
gemäss dem
ARRL Antenna Book
1960

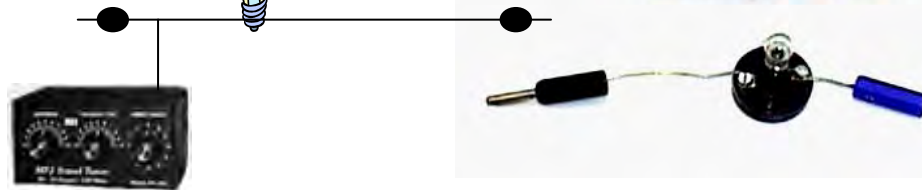
L3 (links) für 80 und 40 m L4 (rechts) für 20, 15 und 10 m



Geht überhaupt Leistung an die Antenne ?



SWR = 1:1

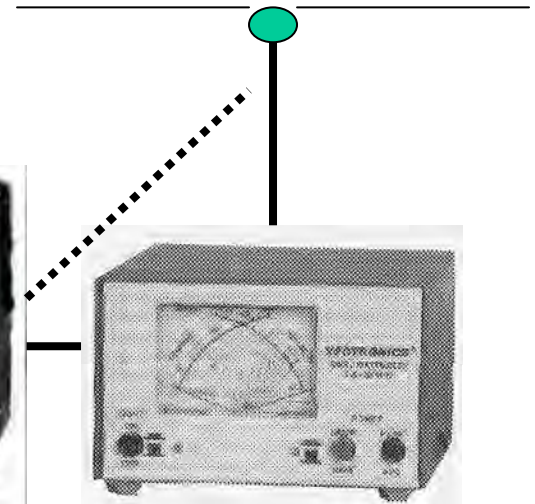




Antennenkoppler abstimmen



SWR = 1:1



SWR = 1: ...
das echte SWR
auf dem Kabel

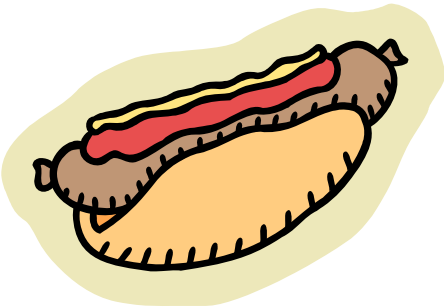


Abstimmvorgang mit möglichst kleiner Leistung durchführen



Eigenschaften einer Antenne

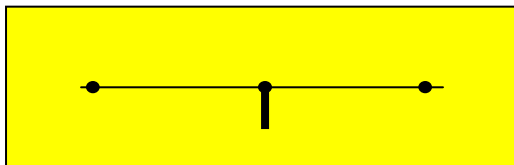
Fixpunkte der Strom- und Spannungsverteilung



Alles hat ein Ende nur die Wurst hat zwei !

Stimmt nicht immer, auch Antennen haben üblicherweise

sowie **zwei Enden,**
einen Speisepunkt.



Um zu verstehen was am Speisepunkt passiert ist es wichtig zu verstehen was an den Enden passiert.



Eigenschaften einer Antenne

Fixpunkte der Strom- und Spannungsverteilung

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

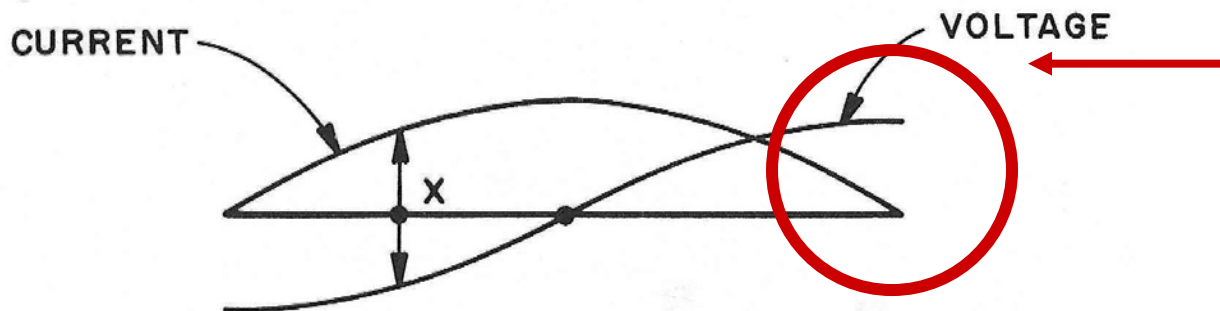




Eigenschaften einer Antenne

Fixpunkte der Strom- und Spannungsverteilung

Freies Ende = Spannungsbauch

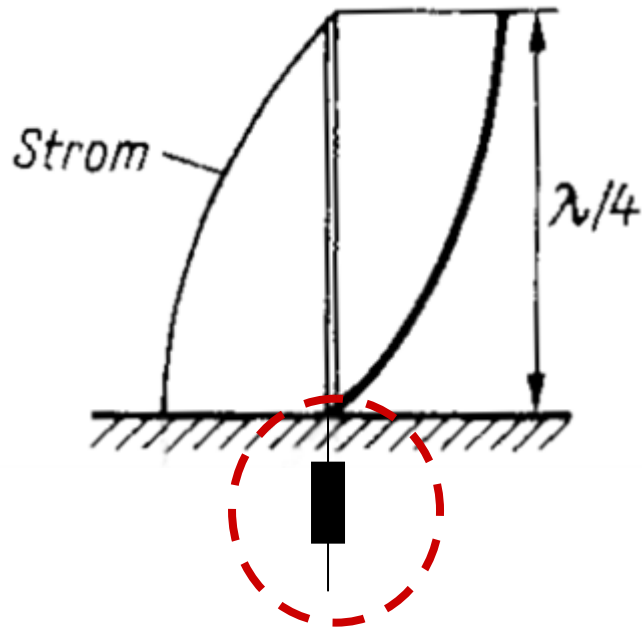


Dies ist immer so und zwar unabhängig von der Antennenlänge oder der verwendeten Frequenz.



Eigenschaften einer Antenne

Fixpunkte der Strom- und Spannungsverteilung



Erdübergangswiderstand

Geerdetes Ende = Strombauch

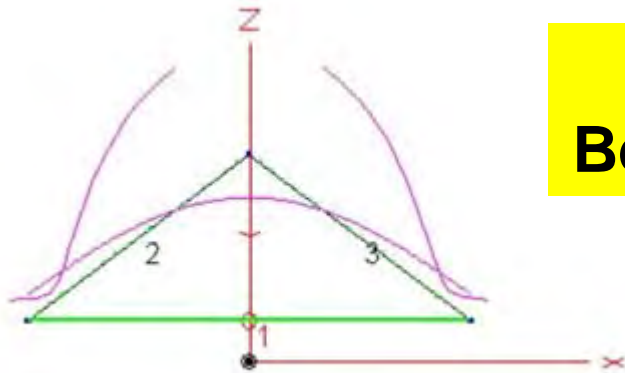
Wenn ein Ende einer Antenne geerdet ist, dann liegt am Punkt des Übergangs des Erd drahtes in die Erde ein **Strombauch**.

Dies ist immer so und zwar unabhängig von der Antennenlänge oder der verwendeten Frequenz.



Eigenschaften einer Antenne

Fixpunkte der Strom- und Spannungsverteilung



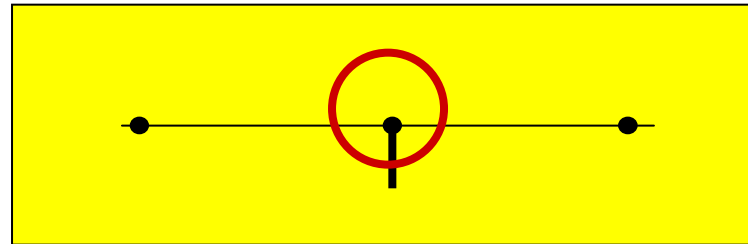
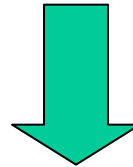
Sonderfall = Schleifenantenne
Bei $\frac{1}{2}$ Schleifenlänge = Strombauch

Bei einer Schleifenantenne, die ja nur über einen Einspeisepunkt, jedoch über keine Enden verfügt, liegt an dem Punkt der dem halben Schleifenumfang entspricht ein Strombauch. Dies ist immer so und zwar unabhängig von der Schleifenlänge oder der verwendeten Frequenz.

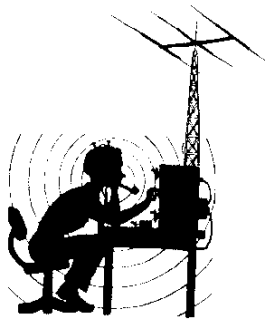


Eigenschaften einer Antenne

Einspeisepunkt

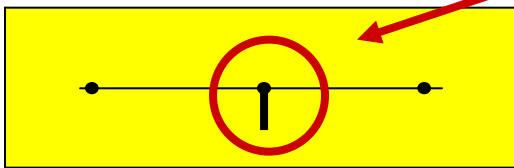


Um zu verstehen was am Einspeisepunkt geschieht muss man von den erwähnten Eckpunkten her in Richtung Einspeisepunkt zurückrechnen.



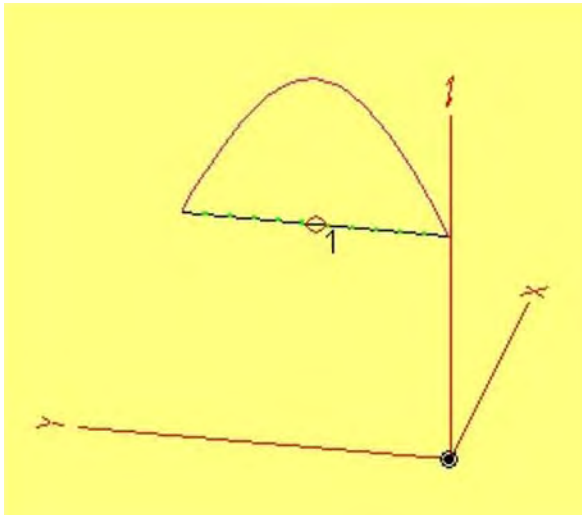
Eigenschaften einer Antenne

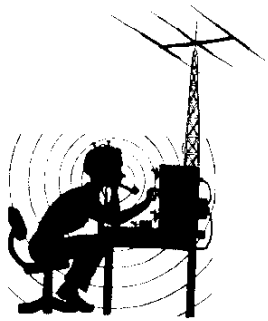
Einspeisepunkt



Resonante Antennen:

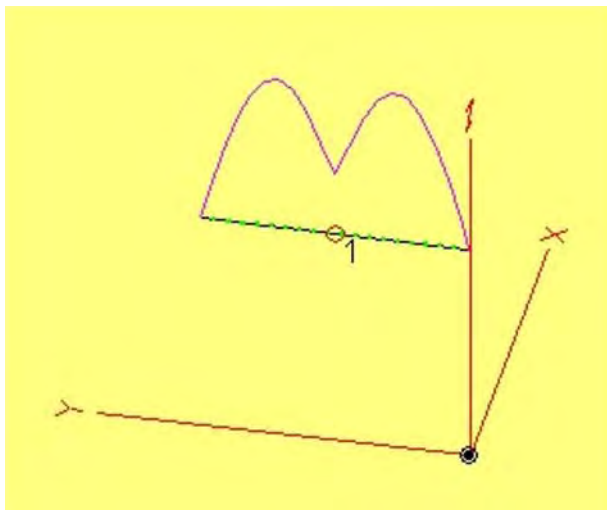
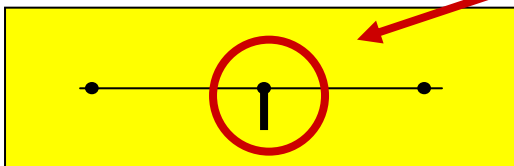
Die Sinuskurven für U & I gehen von einem Ende zum anderen durch. Die Impedanz lässt sich aus der Lage von U & I zueinander abschätzen.





Eigenschaften einer Antenne

Einspeisepunkt



Nicht resonante Antennen:

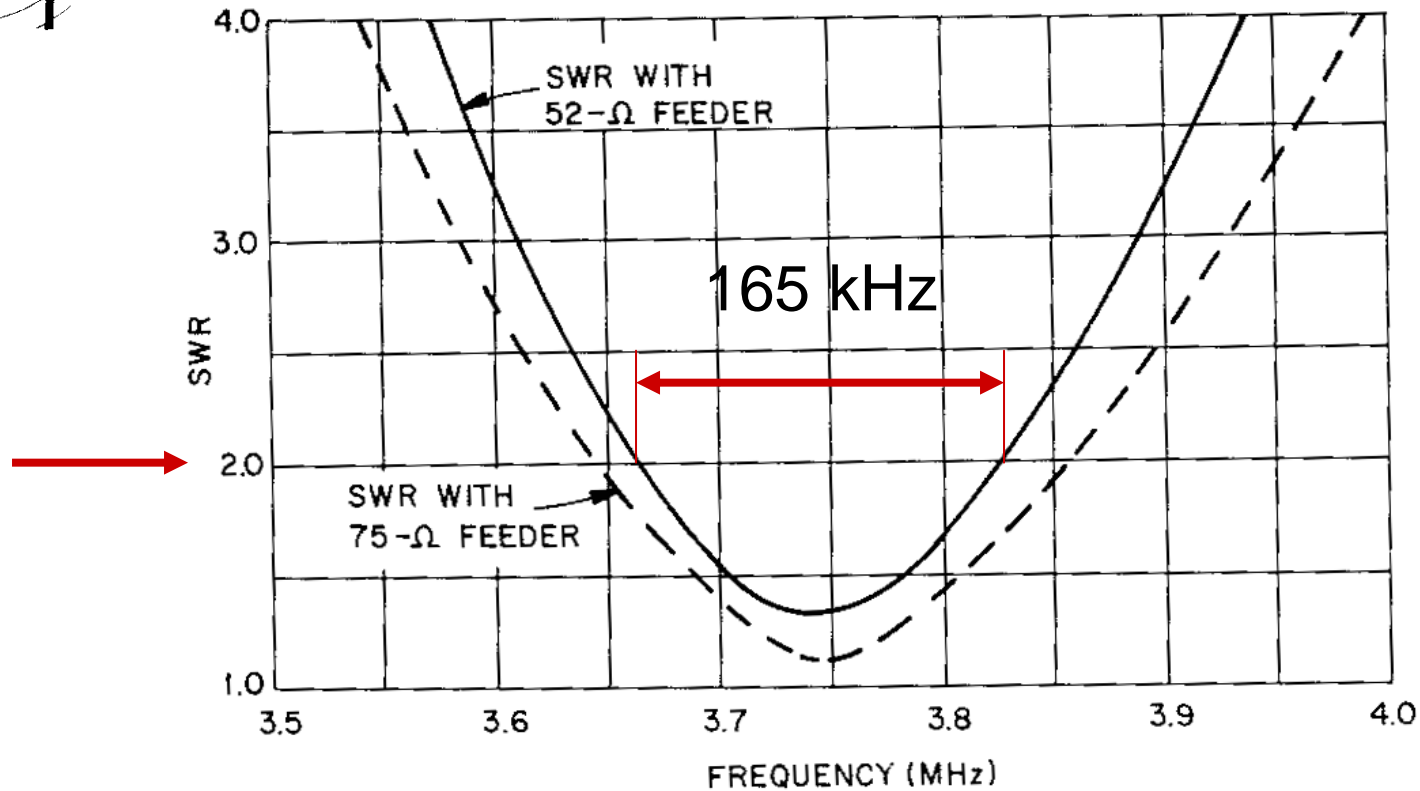
Hier stoßen die Sinuskurven für U & I am Einspeisepunkt wild aufeinander (Stosstelle).

Es ist dann die Aufgabe des Anpassnetzwerkes mit dieser Situation fertig zu werden und die Antenne korrekt anzupassen.

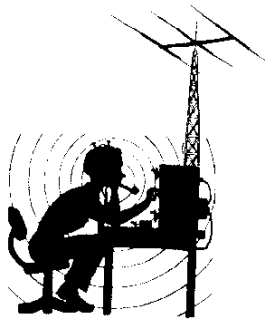


Eigenschaften einer Antenne

Bandbreite einer Antenne



Ein Dipol hat eine SWR 1:2 Bandbreite von ca. **5 %** der f_{res}



Eigenschaften einer Antenne

SWR & Cie.

Frage an Radio Eriwan: Gibt es SWR 1:1 ???

Antwort: Im Prinzip JA, aber

Fusspunktimpedanz

Dipol = 68 Ω

**Vertical $\frac{1}{4} \lambda = 36.6 \Omega$
mit Radials**

Weichen die echt gemessenen Werte **sehr** davon ab, dann ist der Verdacht nahe, dass irgendwelche Verluste im Spiel sind.





Eine Antenne mit Weitbereichs-50Ω-Anpassung

Frequenzbereich = 1.2 – 30 MHz
Leistung $P_{\max} = 1500 \text{ W}$

CANTENNA

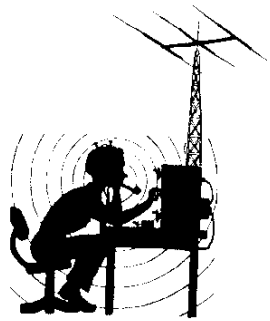
SWR = 1:1.05

über den gesamten Frequenzbereich



Bei dieser Antenne mussten zugunsten einer breitbandigen 50 Ω Anpassung einige Kompromisse bei der Abstrahlung eingegangen werden.

Die ideale Antenne für SWR-Fetischisten



Eigenschaften einer Antenne

SWR & Cie.



Eine Antenne hat gar kein SWR

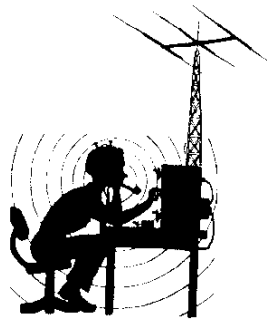
Eine Antenne hat eine **Speisepunktimpedanz** (auch Fusspunktimpedanz genannt).

Diese ist **frequenzabhängig**

und setzt sich zusammen aus

- **Real-Anteil** [R] und

- **Imaginär-Anteil** [+/- j] (Reaktanz)



Eigenschaften einer Antenne

SWR & Cie.

Frage an Radio Eriwan:

Kann man eine Antenne auch ausserhalb der Resonanzfrequenz benützen ??

Antwort:

Im Prinzip JA, aber man lasse bitte den gesunden Menschenverstand walten.

Jedes beliebige elektrisch leitende Objekt lässt sich mittels einer Anpassschaltung auf jede beliebige Frequenz abstimmen.

Die Frage ist lediglich:

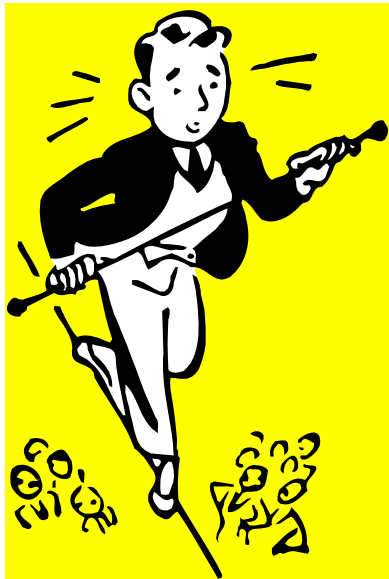
- Wie ist der Wirkungsgrad ??
- Wie ist die Abstrahlung ??
- Was passiert auf der Speiseleitung ??



Eigenschaften einer Antenne

SWR & Cie.

Praxisfälle:



- Ein Dipol für 80 m lässt sich mittels eines Tuners über das gesamte Band benutzen.
- Ein Dipol für 20 m lässt sich theoretisch mittels einem Tuner auf 160 m abstimmen. Der Wirkungsgrad ist allerdings miserabel, da die Antenne viel zu kurz ist.
(„Regel 3: Strom strahlt“ ist nicht erfüllt, die Antenne besteht nur noch aus „Spannungsbäuchen“)



Was geht auf der Antenne vor sich ?

Die Primitiv-Methode

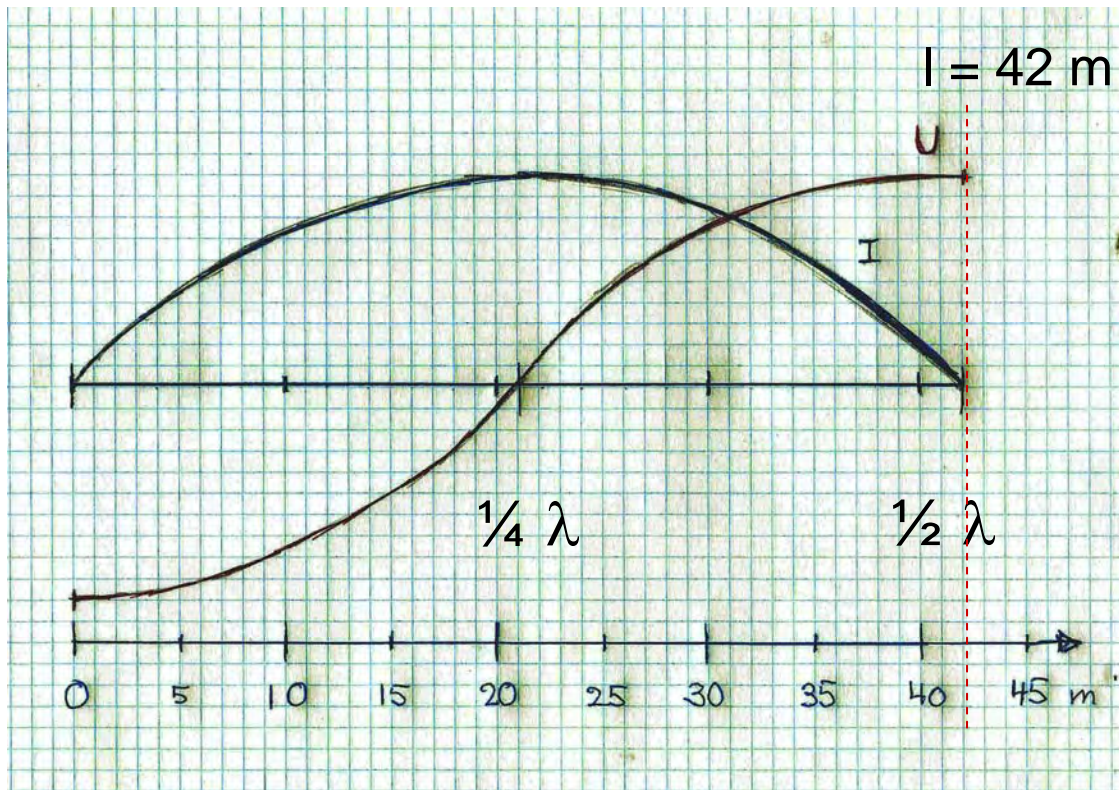
Um herauszufinden was auf der Antenne vorgeht braucht man nicht zwingend eine PC und ein Antennensymulationsprogramm !

Ein Block mit kariertem Papier ist vollkommen ausreichend!



Abschätzung der Speisepunktimpedanz

Beispiel = 80 m Antenne



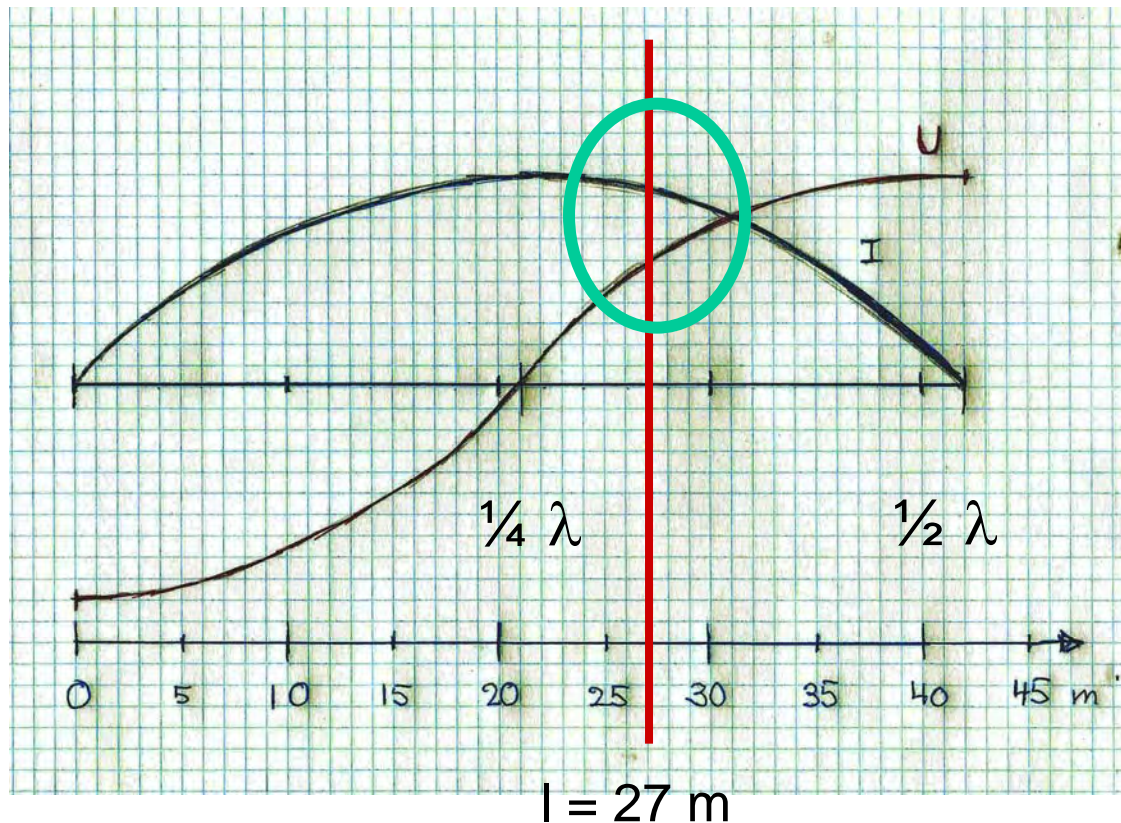
Die Primitiv-Methode

- Man nehme einen Zeichenblock
- Man zeichne einen Massstab (...m)
- Man zeichne massstäblich $\frac{1}{2} \lambda$
- Man zeichne den Stromverlauf
- Man zeichne den Spannungsverlauf



Abschätzung der Speisepunktimpedanz

Beispiel = die Antennenlänge sei 27 m

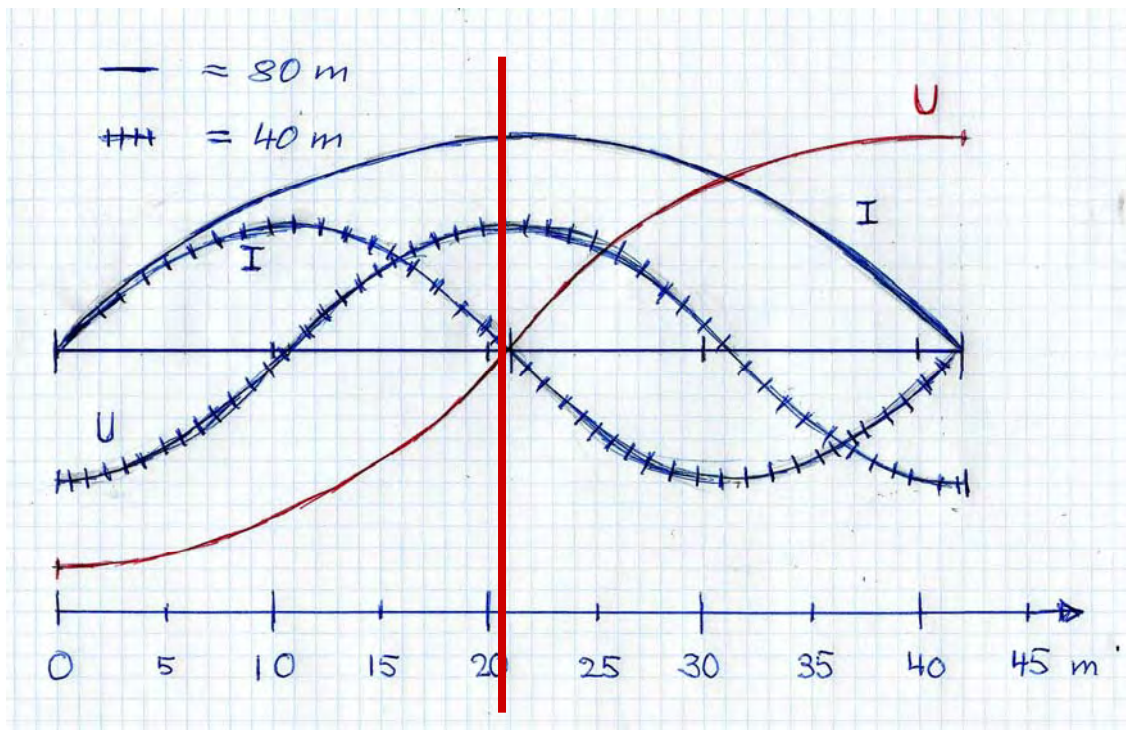


- Punkt „0 m“ stellt das freie Ende dar.
- Dort ist immer ein Spannungsmaximum
- Man zeichne bei 27 m eine Linie (rot)
- Aus den Schnittstellen von U und I mit der roten Linie ersehen wir dass der Speisepunkt relativ hochohmig ist.



Abschätzung der Speisepunktimpedanz

Frage = kann ich einen 80 m Dipol auch auf 40 m verwenden ?



Auch hier hilft die Primitiv-Methode weiter:
Die Skizze zeigt:
Am Speisepunkt herrscht

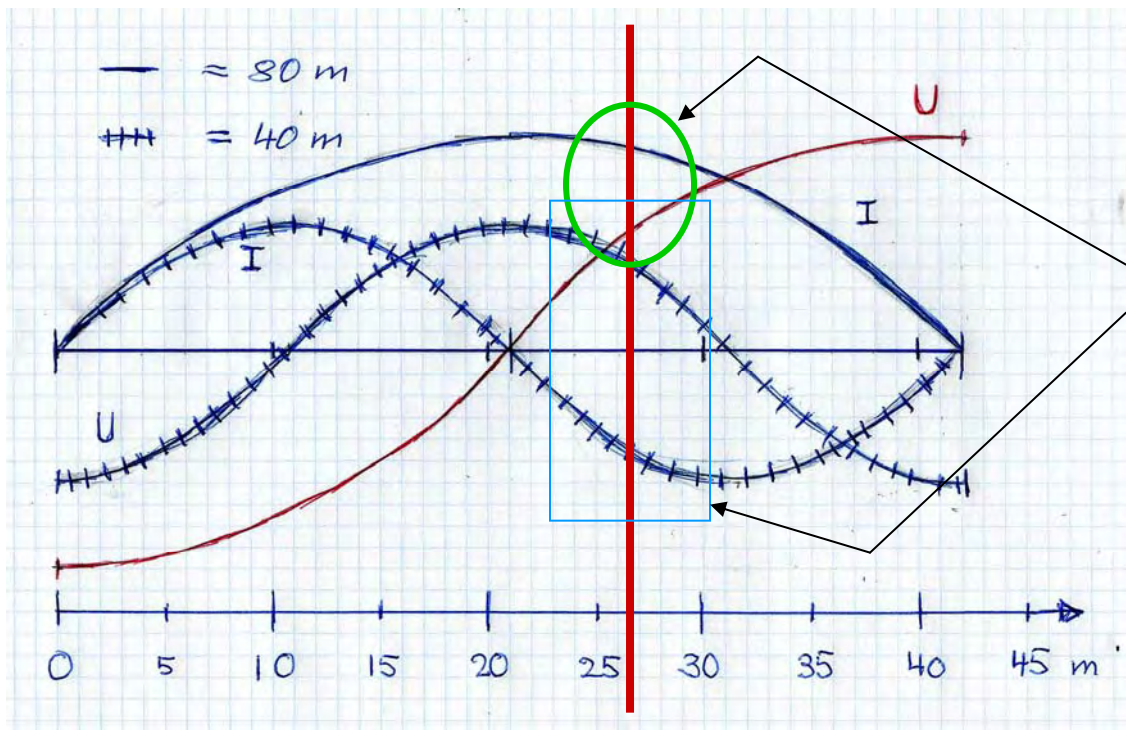
- auf 80 m = Strombauch
- auf 40 m = Spannungsbauch.

Die Antenne lässt sich auf 40 m nicht mit einem Koaxkabel speisen, höchstens mit einer Hühnerleiter.



Abschätzung der Speisepunktimpedanz

Frage = wie verhält sich ein Draht von 27 m auf dem 40 m Band ?



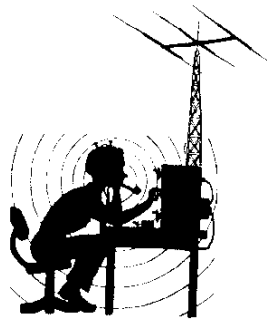
Auch hier hilft die Primitiv-Methode weiter:
Die Skizze zeigt:
Am Speisepunkt herrscht

- auf 80 m = hochohmig
- auf 40 m = hochohmig

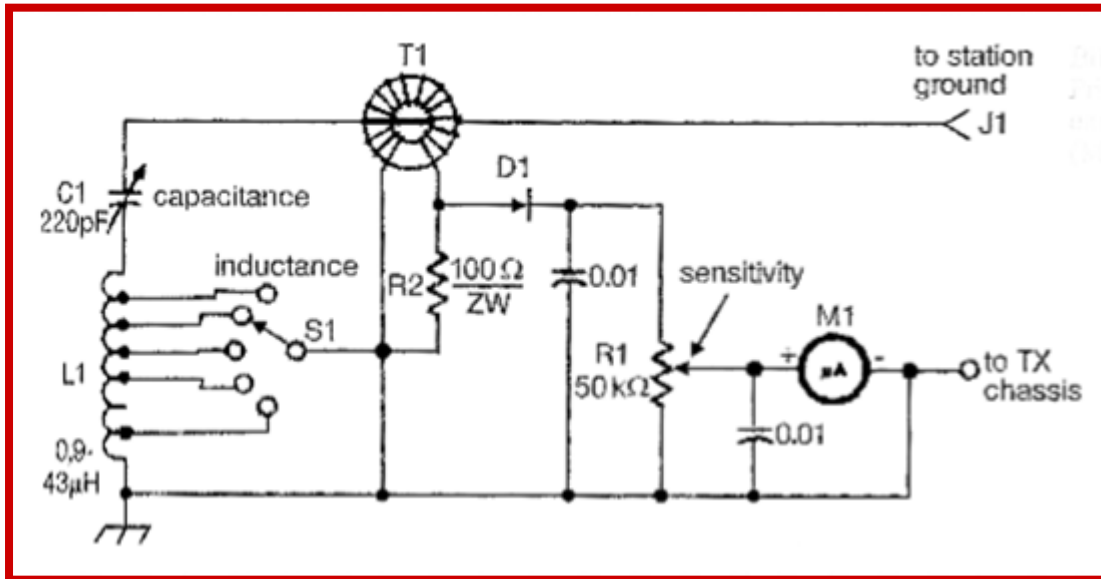
Der 27 m lange Draht lässt sich gegen Erde z.B. mit einem 1:9 Balun (Impedanztransformer) mit grosser Wahrscheinlichkeit vernünftig anpassen.



Was braucht man sonst noch „rund um die Antenne“



Erdleitungskoppler



Der Erdleitungskoppler erlaubt es eine „schlechte“ Erde oder einen nicht resonanten Gegengewichtsdraht so abzustimmen, dass daraus ein Serienresonanzkreis entsteht. Dieser ist auf die Sendefrequenz abgestimmt. Bei QSY im Band oder bei Bandwechsel muss natürlich nachgestimmt werden.

Dieses Gerät ist ein gutes Selbstbau-Projekt. Es hat schon viel HF aus der guten Stube vertrieben.



SWR-Meter



1



2

- 1 = SWR Meter mit 1 Instrument und abgesetztem Sensor
- 2 = SWR Meter mit 2 Instrumenten
- 3 = SWR Meter mit Kreuzzeiger-Instrument



Messinstrumente



1



2



3



4



5

- 1 = SWR Analyzer
- 2 = Grid-Dip-Meter
- 3 = Vielfach Messinstrument
- 4 = Rauschbrücke (Noise Bridge)
- 5 = SWR Meter



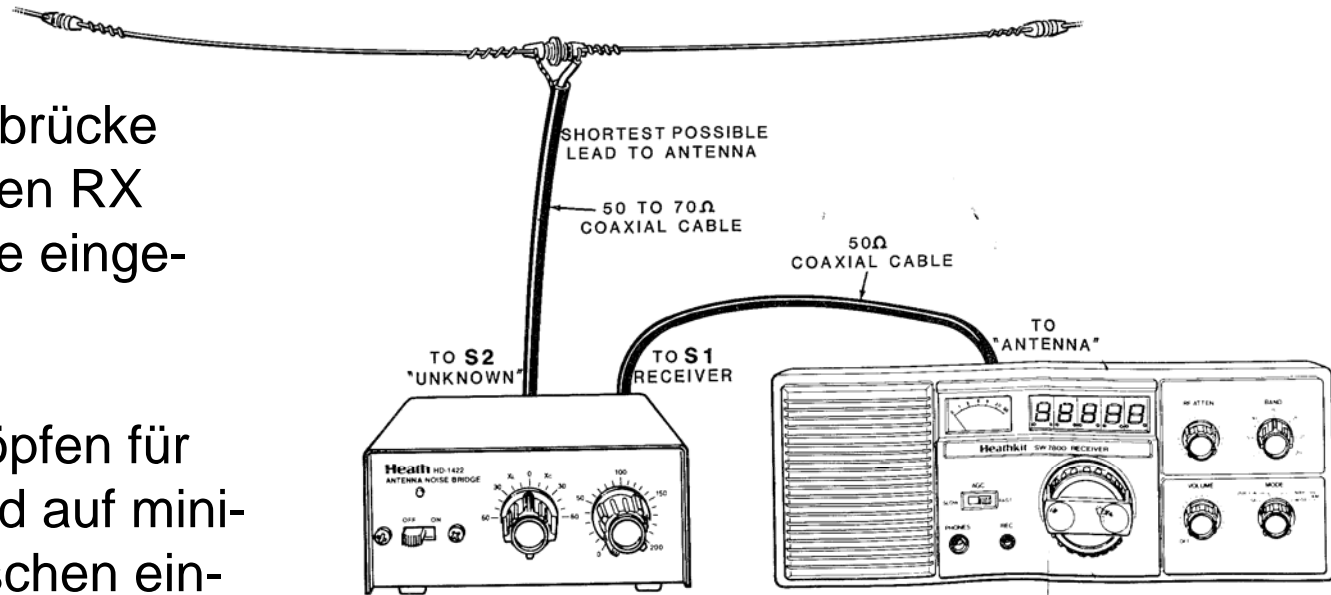
Rauschbrücke



Die Rauschbrücke wird zwischen RX und Antenne eingeschlaucht.

Mit Drehknöpfen für R und X wird auf minimales Rauschen eingestellt.

R und XL / XC lässt sich direkt ablesen



Etwas umständlich in der Handhabung



Antenna-Analyzer

Eine lohnende Investition

This is the
WINNER



MFJ-259 und ähnliche SWR
Analysatoren geben einen
sofortigen Überblick über die
Impedanzverhältnisse einer
Antenne ...

... und vieles mehr!



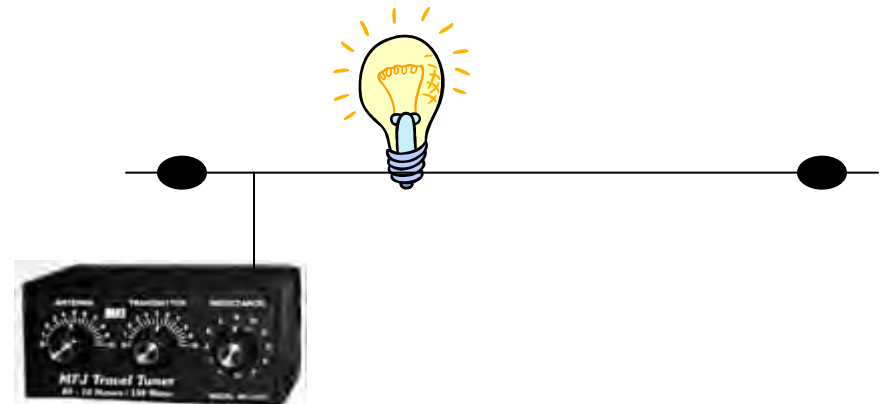
Antennenstrom-Messung



Oben: HF-Amperemeter,
Hitzdrahtinstrument oder
Thermocouple



Unten: die Primitiv-Methode,
das gute alte Velo-Lämpchen





Antennen-Umschalter



Kann man kaufen.

Schönheit hat seinen Preis.

Ist zur Antennenumschaltung
im Shack brauchbar.

Nicht benützte Antennenanschlüsse werden üblicherweise kurzgeschlossen und an Erde gelegt.

Das Innenleben ist keine Hexerei. Hier geht der Strom um alle möglichen Ecken herum ... aber es geht ja um KW und nicht UHF.



Antennen-Umschalter



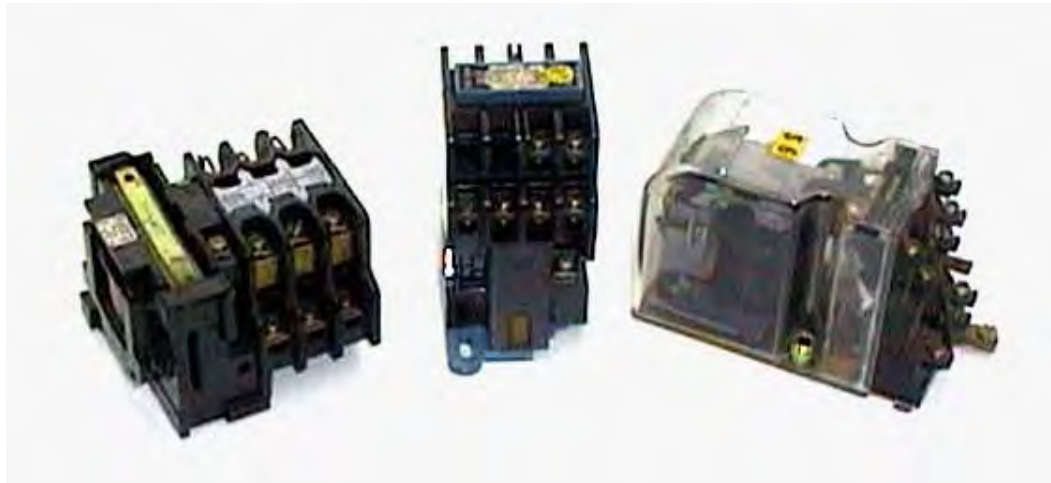
Für Antennen-Fernschaltung eignen sich solche Relais.

Dieses Relais ist Spannungsfest. Die Kontakte müssen ab und zu gereinigt werden.

Dies ist ein echtes Antennenumschalt-Relais. Die Kontakte leiten auch kleinste Spannungen sicher (beim Empfang $U = < 1 \mu\text{V}$).



Antennen-Umschalter



Für Antennen-Fernschaltung eignen sich auch Starkstrom-Schützen.

Je älter desto Porzellaniger!

Die Kontaktsätze gehen meist gerade durch.

Dank Ruhe- und Arbeitskontaktsätzen lässt sich ein Starkstrom-Schütz gut zum Erden von Antennen verwenden.



Blitzschutz

Blitzschutz ist von Gesetzes wegen für Aussenantennen ein MUSS.

Eine Blitzschutzanlage muss nach allen Regeln der Kunst korrekt installiert werden.

Ein Erdpfahl genügt nicht !!!

Eine Fachfirma beauftragen erspart Ärger mit der Gebäudeversicherung.



Empfohlene Lektüre: Referat von Albi Wyrsh, HB9TU zu diesem Thema



Blitzschutz

Der beste Schutz für die wertvollen Geräte:

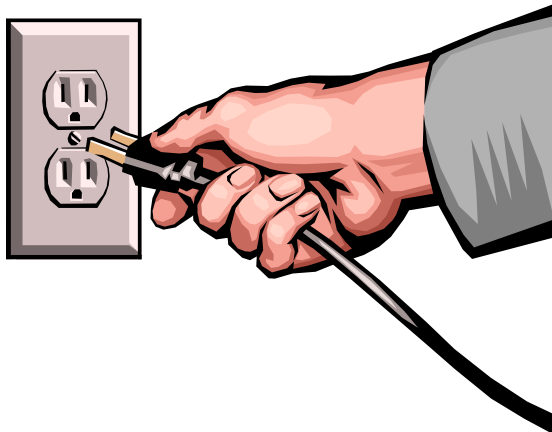
Bei NICHTGEBRAUCH →

Stecker raus !!!

Stecker raus !!!

Stecker raus !!!

Sowohl Antennenstecker wie auch Netzstecker!





Safety first

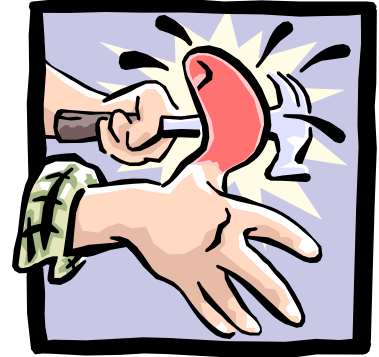
Für seine persönliche Sicherheit ist jeder selbst verantwortlich !

Wenn man in der Gruppe arbeitet:

Klare Absprachen wie vorgegangen wird, ...
... und **jeder hält sich daran.**

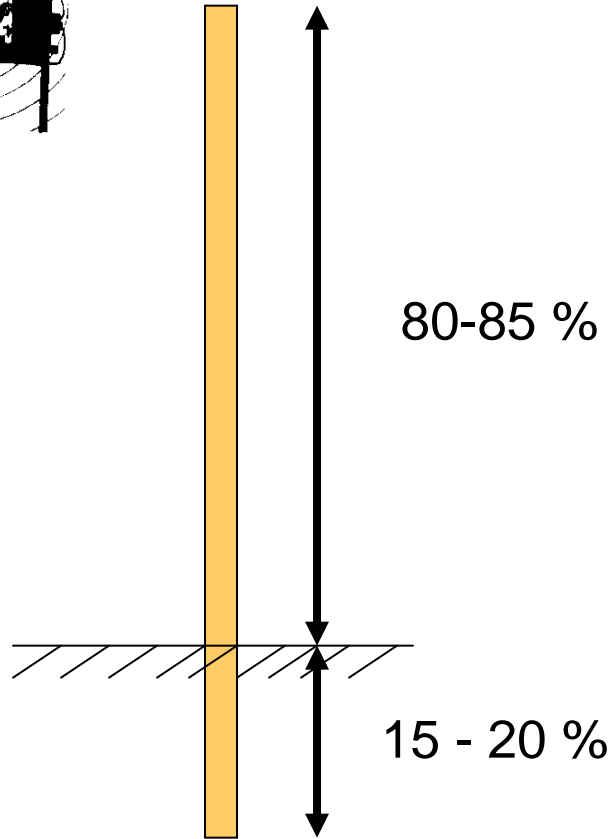
Bei Masten auf denen gearbeitet wird, immer **Sicherheitsabstand** einhalten.

Es sind schon verschiedentlich UFO's in Form nach unten strebender Gabelschlüssel und ähnlichen Objekten beobachtet worden.





Masten & Cie



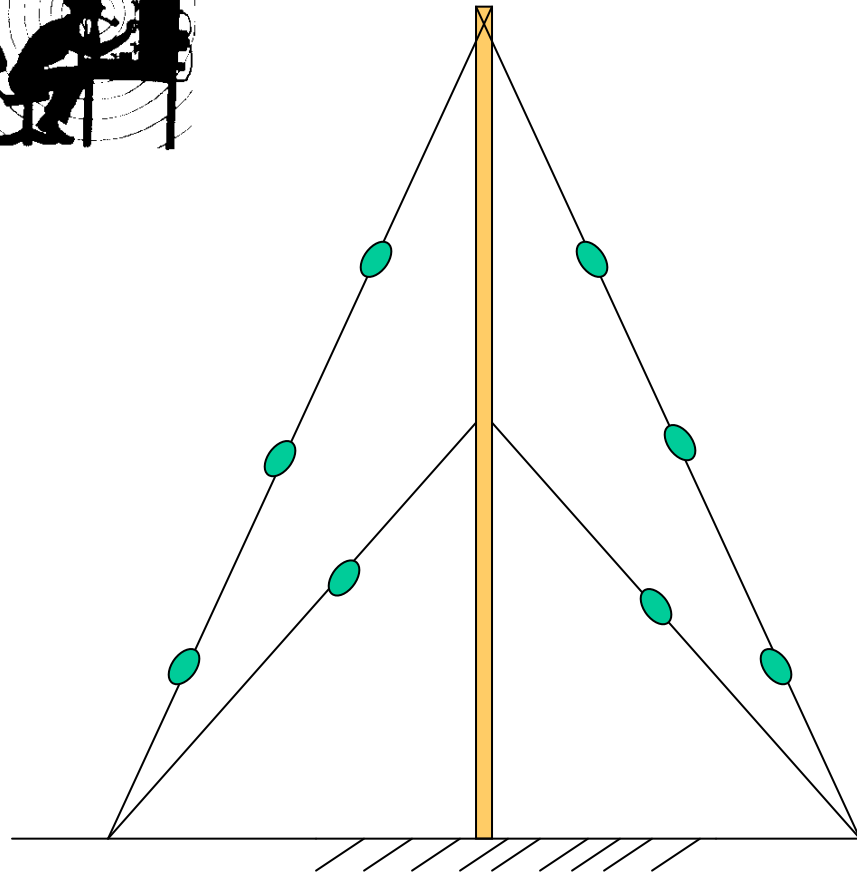
Bei einem freistehenden Mast gehören 15 – 20 % der Gesamtlänge in den Boden.

EVU-Regel = 18 % im Boden





Abgespannte Masten



Abgespannte Masten:

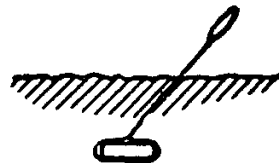
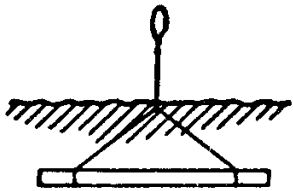
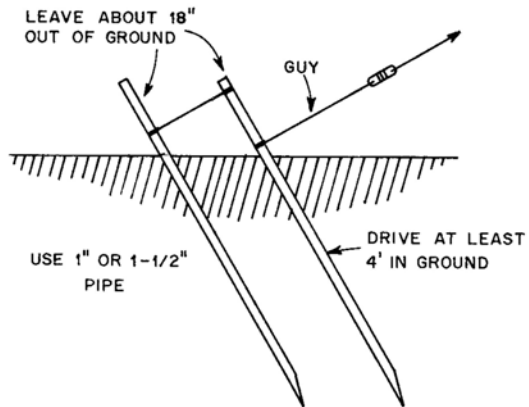
- je nach Mastdicke alle 5 – 7 m eine Abspannung vorsehen
- 3 Sätze Abspannungen je 120 Grad verschoben
- Abspannungen in einem Radius von ca. 50 % der Masthöhe verankern.
- Bei leitenden Abspannseilen Isolatoren einfügen, sodass auf keiner QRG $\lambda/2$ -Resonanz auftreten kann.

Ca. 50 % der Masthöhe



Fundamente für Abspannungen

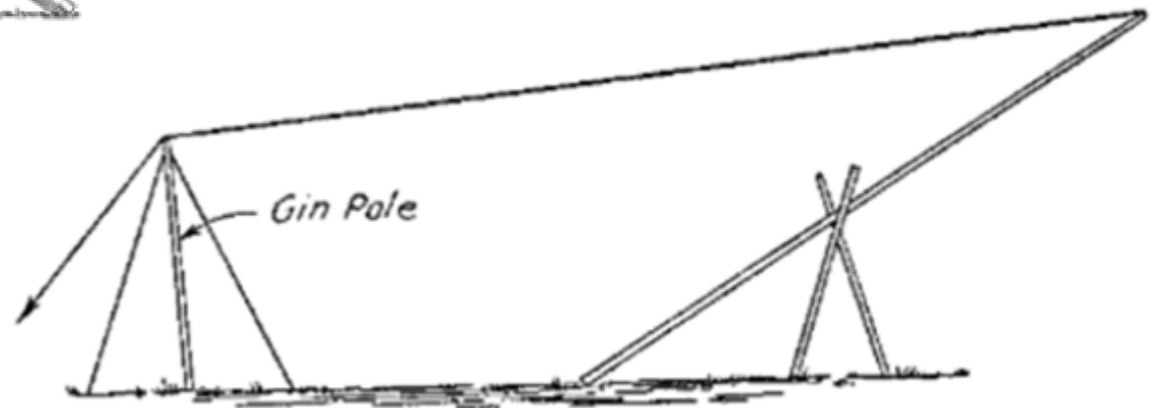
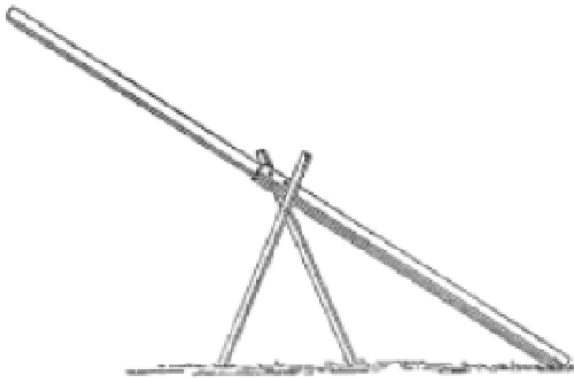
Abspannungen müssen halten. Das zwar Field-Day taugliche Winkeleisen reicht für permanenten Einsatz nicht aus.





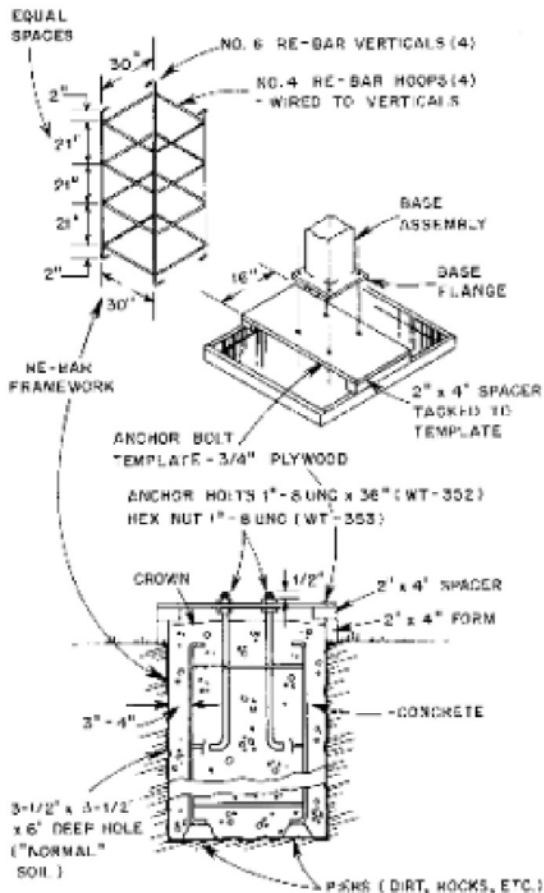
Aufstellen von Masten

Hilfsmittel zum Aufstellen von Masten.
Anstelle der 2 gekreuzten Balken kann
man auch eine standfeste Leiter ver-
wenden.





Betonfundamente von Masten



Bei der Ausführung von Betonfundamenten für Masten halte man sich peinlich genau an die Angaben des Mastherstellers.

Im Zweifelsfall lieber einen Baustatiker beiziehen.

Warum: es ist die Frage der Haftung

Im Falle eines Falles zahlt keine Versicherung gerne.

Rotoren & Cie



ANTENNA OR BEAM—NOT TO EXCEED
15.0 SQ. FT. (1.4 m²) WIND SURFACE AREA
LOAD

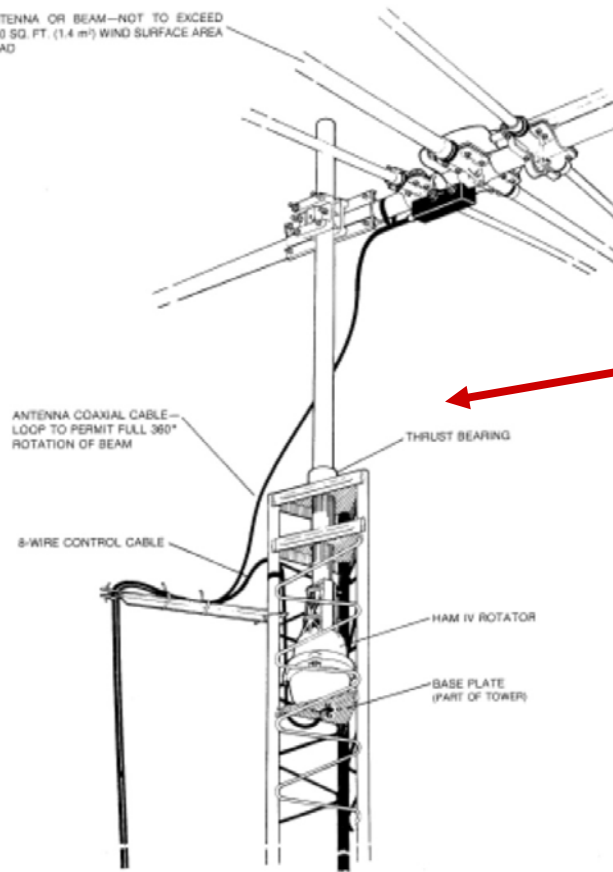


Figure 3
Rotator Mounted Inside Tower

Bei der Verwendung von Rotoren
wenn immer möglich ein

Oberlager

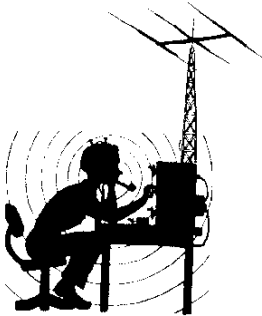
einbauen.

- entlastet den Rotor von Biegemomenten
- verlängert das Rotor-Leben
- verhindert Mastbesteigungs-Uebungen zur Unzeit (am Vorabend des H-26)



Rotoren & Cie

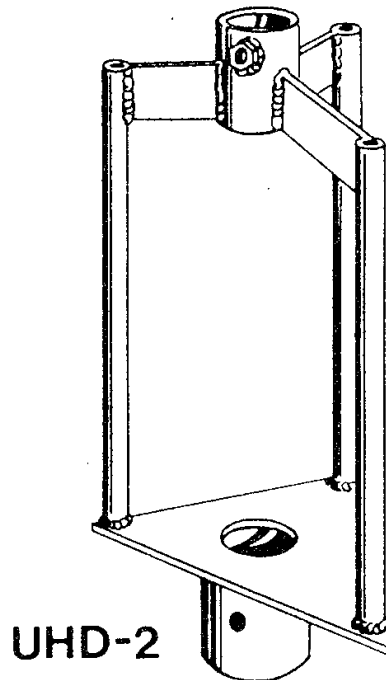




Rotoren & Cie

Ein Rotorkäfig

die Lösung für schlanke Masten
z.B. Teleskop-Masten.



Da der Rotor von Biegemomenten entlastet ist, kann man es wagen oberhalb dem KW Beam noch eine VHF / UHF Antenne anzubringen.



Auch das ist eine
Drahtantenne

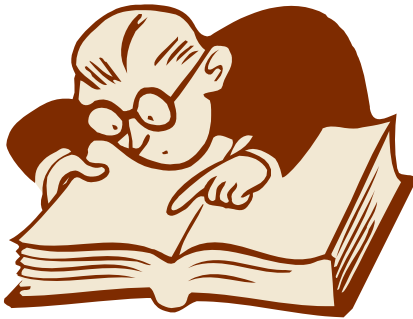
TITANEX DLP-15
Draht-Logper
13 – 33 MHz +
Dipole 7 + 10 MHz





Antennenbücher

Sind für mich ebenso spannend wie Kriminalromane.



- im allgemeinen sind die beschriebenen Antennen vom Prinzip her korrekt.
- die gezeigten Massangaben haben beim Autor sicher gestimmt.

Deshalb bei der praktischen Ausführung einer Antenne:

- Drahtlänge + 5 %
- dann kommt das Herantasten an die am eigenen Standort korrekten Drahtlängen



**Ende
Teil 1**

**Antennen
sind doch keine Hexerei !**

