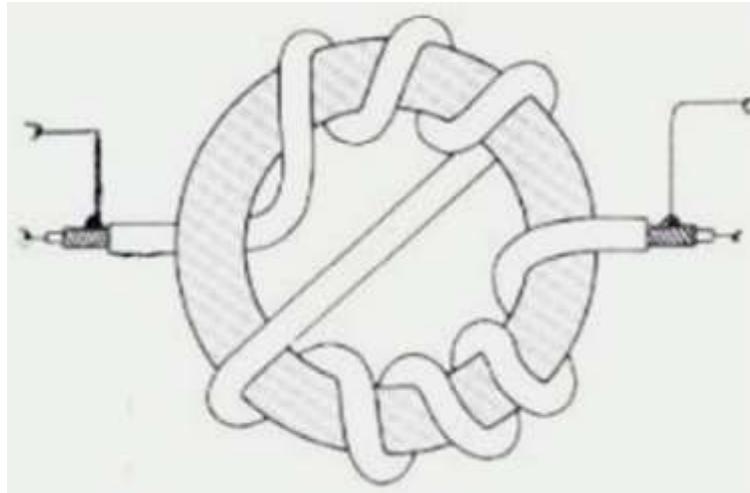


Mantelwellen

Ihre Entstehung und Möglichkeiten der Beseitigung



zusammengestellt von DF1BT, Ludger Schlotmann Dinklage

Viele Passagen wurden aus bereits veröffentlichten Berichten
anderer Autoren übernommen. (Copyright am Schluss)

Was sind Mantelwellen ?

**Mantelwellen sind Ausgleichsströme
von ungleichen Schnittstellen,
oder von einer Direkteinstrahlung.**

Die Folge:

Das Kabel wird ein Teil der Antenne.

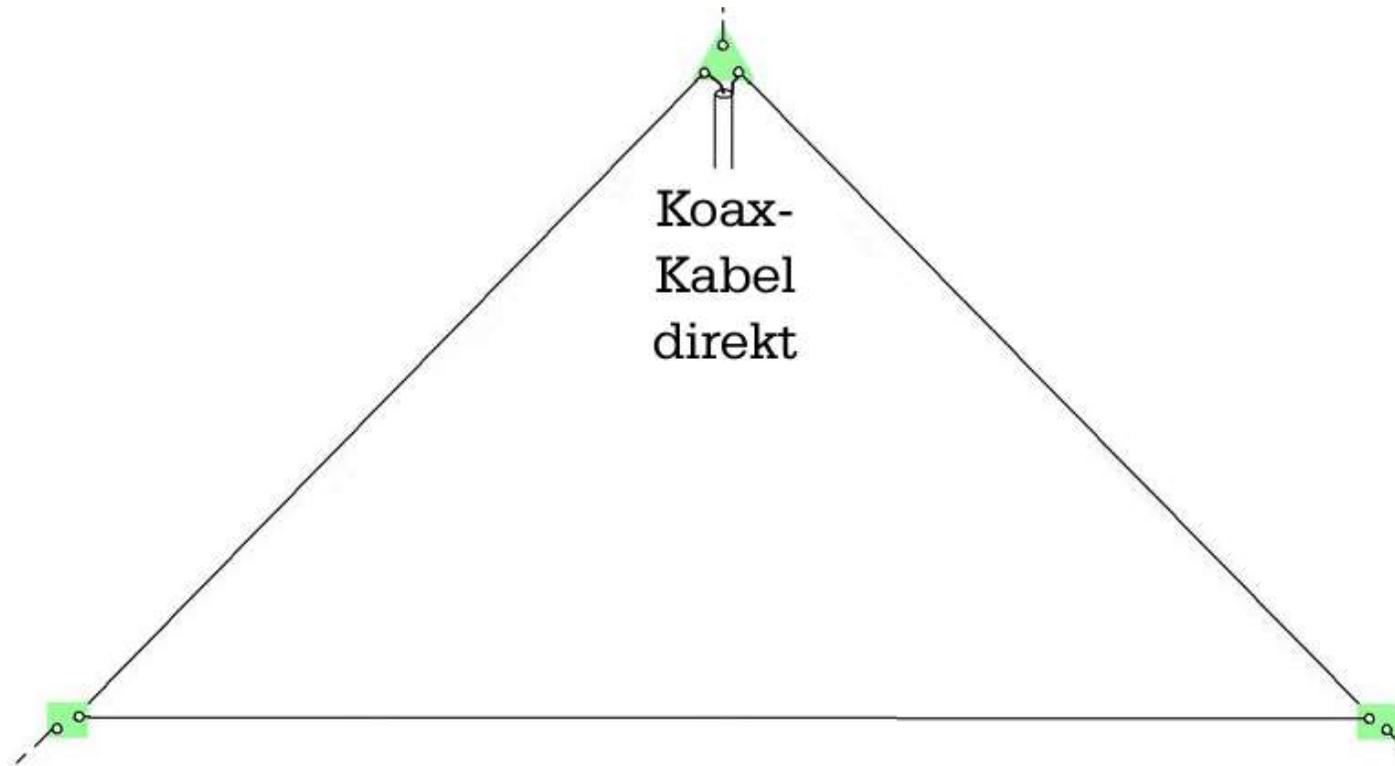
**Es strahlt, und was oft noch schlimmer ist,
es empfängt auch alle möglichen Störungen.**

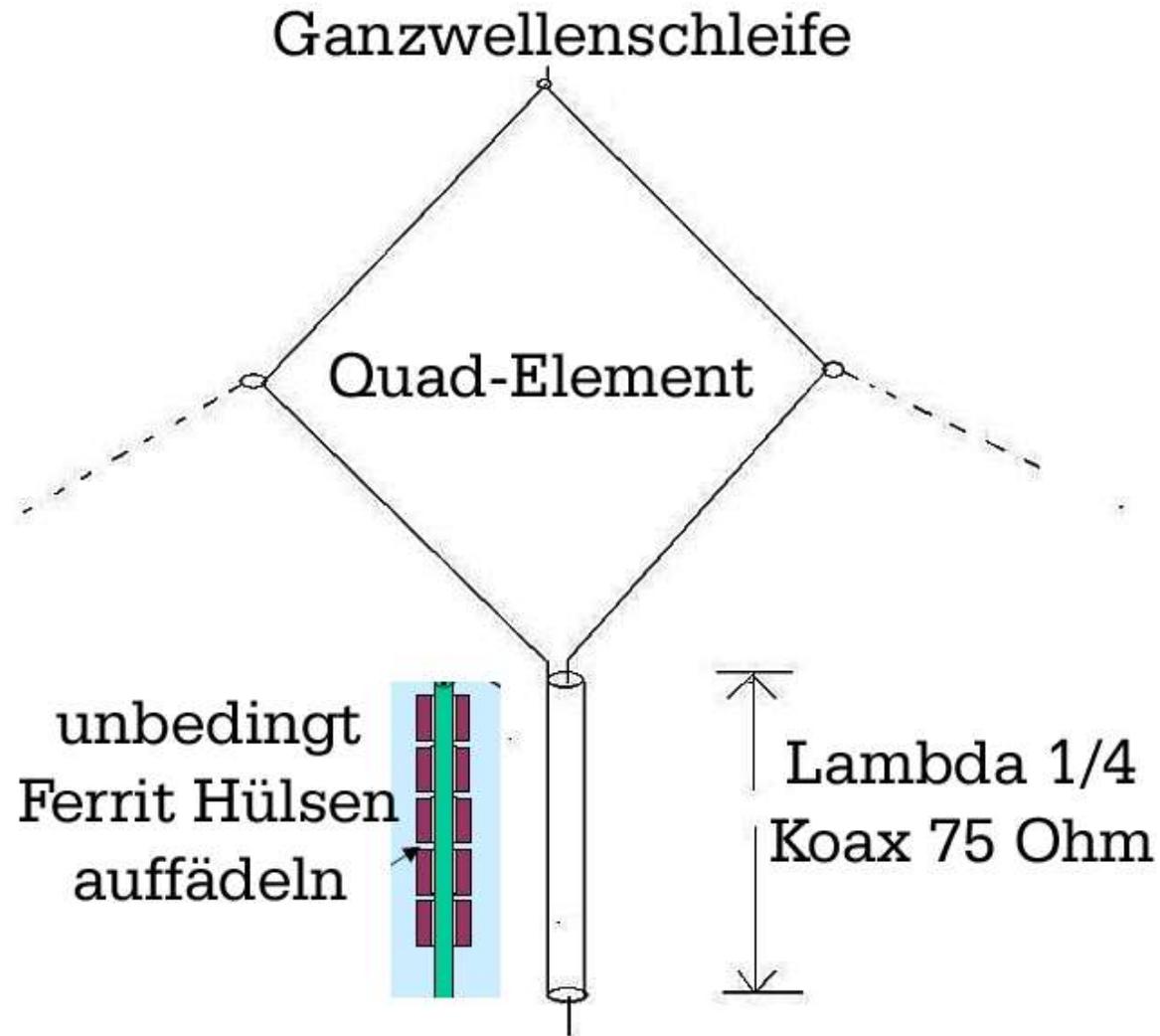
Wann können Mantelwellen entstehen?

1. Bei der Speisung von symmetrischen Antennen mit einem unsymmetrischen Kabel (Koax)
2. Bei ungleichmäßig belasteten Dipolästen einer symmetrischen Antenne
3. Bei allen außermittig gespeisten Antennen (Windomfamilie, asymmetrischer Dipol $1/4 + 3/4$)
4. Bei Einstrahlungen auf das Speisekabel (z.B. "gefährliche" geometrische $\lambda/2$ Längen)
5. Bei falscher Führung des Speisekabels. (z.B. unter einem Antennenast) Strahlungskopplung
6. Bei allen Vertikalantennen mit nicht ausreichenden Gegengewichten. (fast immer der Fall)
7. Bei allen endgespeisten Drähten. Besondere Vorsicht ist bei den sogenannten magnetischen Drahtantennen mit Speisung über einen 1 : 9 Übertrager (Magneticbalun) geboten. Hier wird immer die Speiseleitung als zweites Bein der Antenne genutzt, weshalb manche dieser Antennen auch so gut funktionieren. Beim Einfügen einer Mantelwellensperre ist unbedingt ein Gegengewicht anzuschließen, ansonsten kann es für die Mantelwellensperre unangenehm heiß werden. Der Grund dafür ist, dass nun das Koaxkabel nicht mehr als Gegengewicht fungiert.



Speisung eines Dipols oder einer Delta-Loop ohne Balun





Auch hier wird eine symmetrische Antenne mit einem unsymmetrischen Koaxkabel gespeist.

Viele teure Quad-Antennen wurden ohne Ferrithülsen ausgeliefert. (siehe "von der Ley")

Eine $\lambda/4$ Koaxzuleitung symmetriert zwar, aber nur wenn sie am unteren Ende geerdet wird.

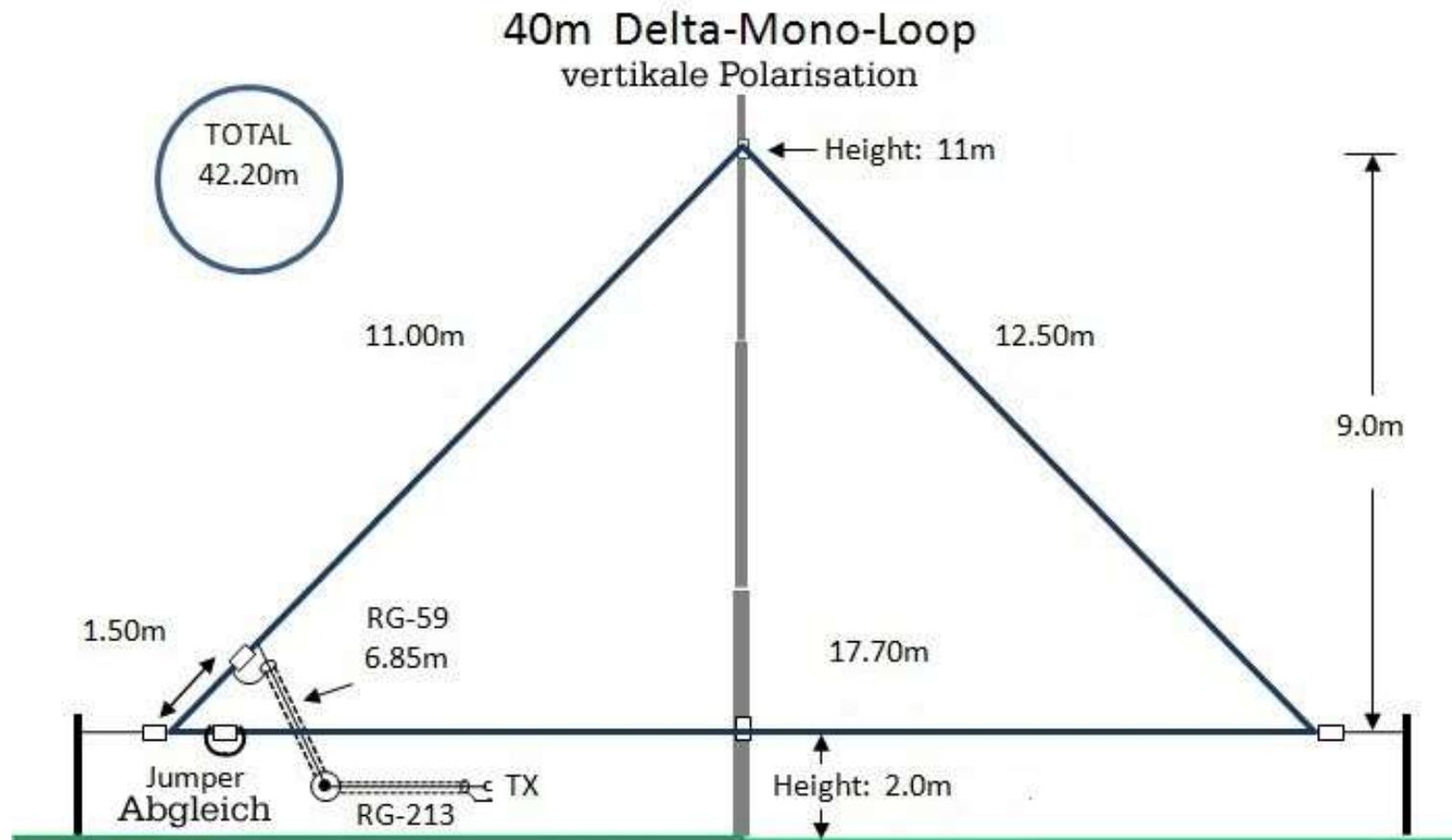


Bild: DJØIP

Hier ist der Speisepunkt, bedingt durch den Aufbau, nicht mehr unbedingt symmetrisch. Auch würde ich einen Teil des RG59 (75Ω) Koaxkabels auf einen RK1 (5+1+5) aufwickeln. Damit wird auch verhindert dass aufgenommene Störungen des Koaxkabels in die Antenne induziert werden. Auf die Transformation des 75Ω Kabels hat dies keinen Einfluss. Die spielt sich innerhalb des Koaxkabels ab. Auch ein Gehäuse für den Kern ist nicht unbedingt notwendig. Man kann ihn allerdings mit im Gehäuse des Anschlusses unterbringen.

So sollte das Strahlungsdiagramm einer Antenne aussehen. (Theorie)
Der Dipol auf der grünen Wiese kommt dem sehr nahe.

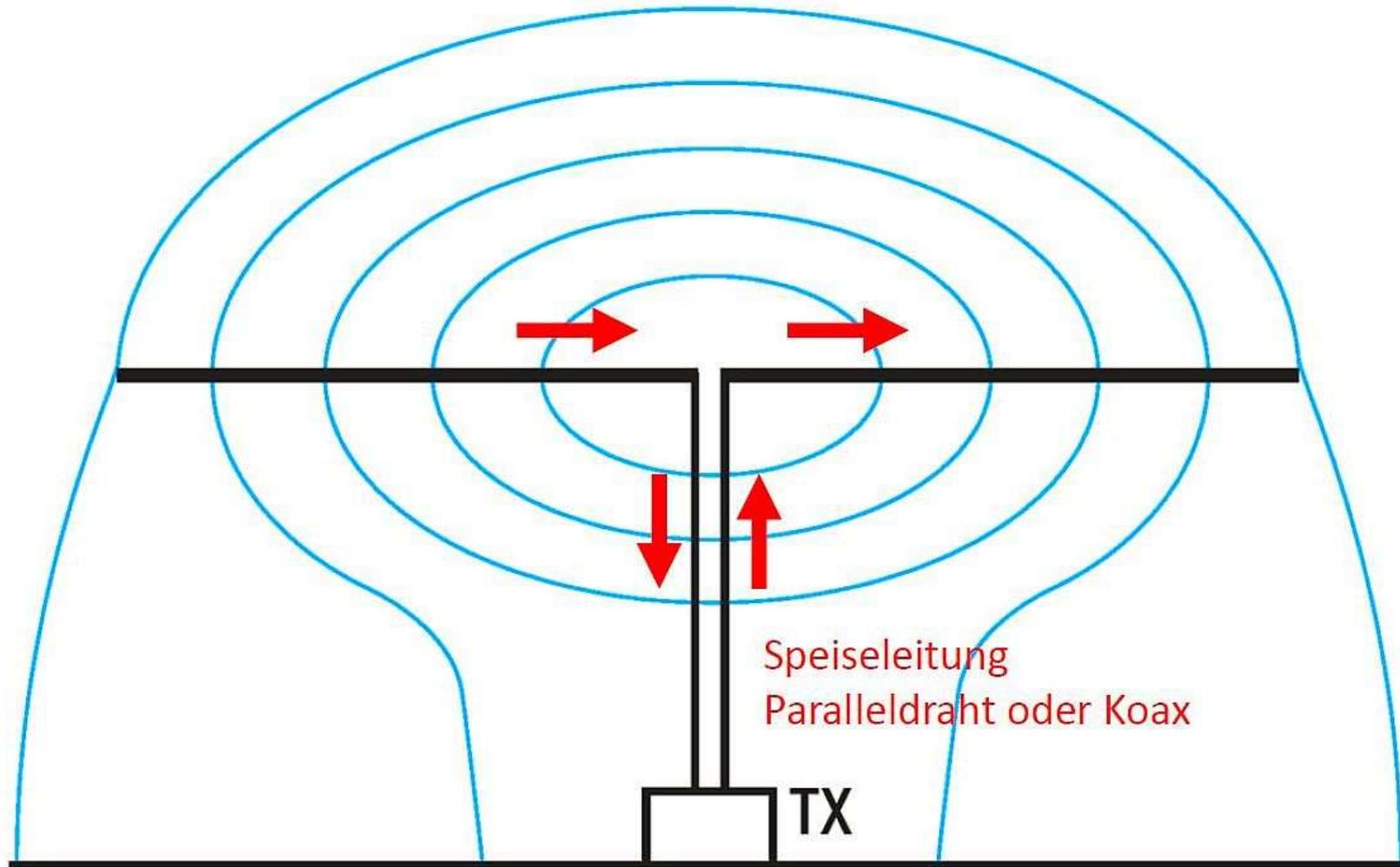
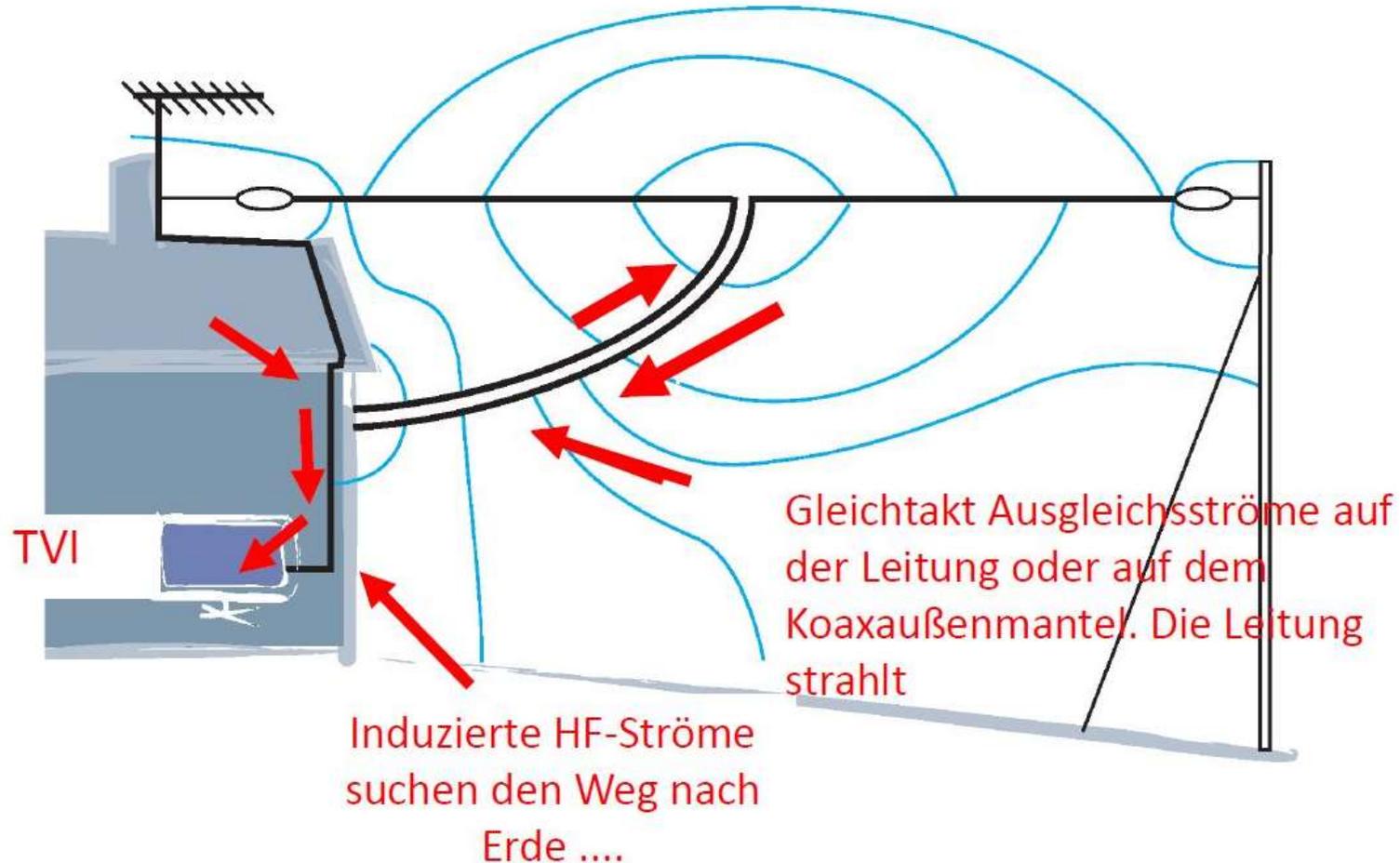


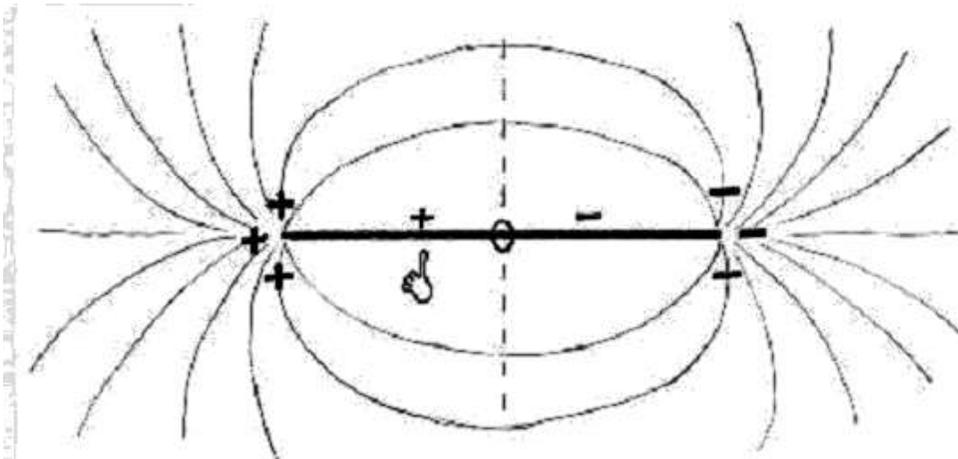
Bild DL4ZAO

**So sieht es in der Praxis bei den meisten Amateuren aus.
Folge: Ausgleichsströme (Mantelwellen) auf der Leitung.**

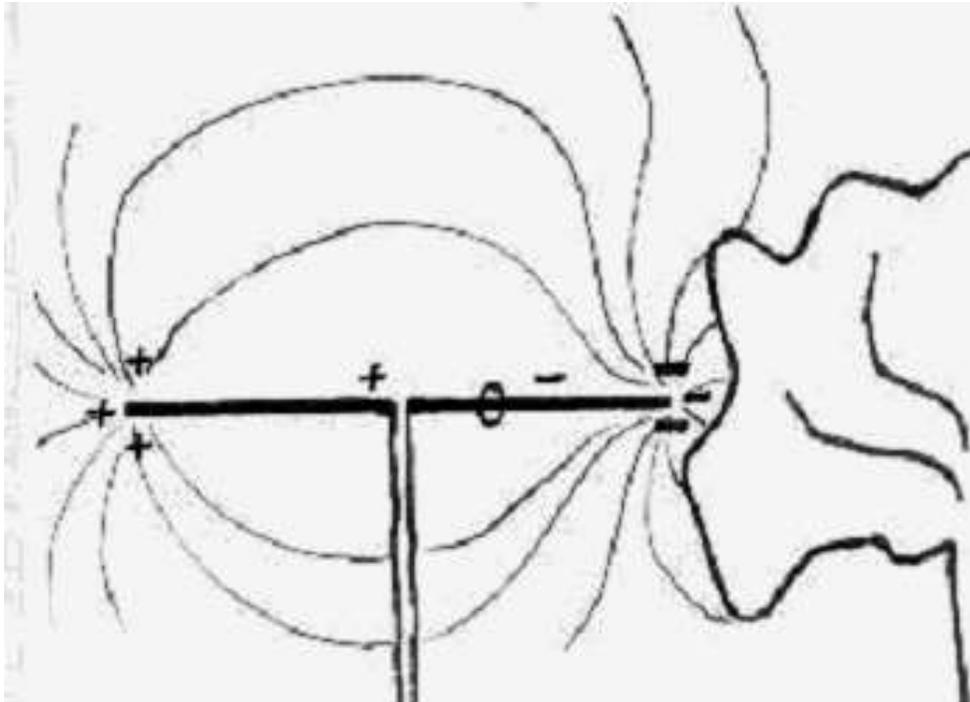


... und verursachen auf vielerlei Art Störungen im Haus

Bild: DL4ZAO



Symmetrisch belasteter Dipol
Nullpunkt in der Mitte



Unsymmetrisch belasteter Dipol
durch einen Baum.
Nullpunkt nicht mehr in der Mitte.

Die Antenne wird ungewollt zu
einem OCF-Dipol.

Ein außer der Mitte gespeister
Dipol.

Verbogene Strahlungsdiagramme

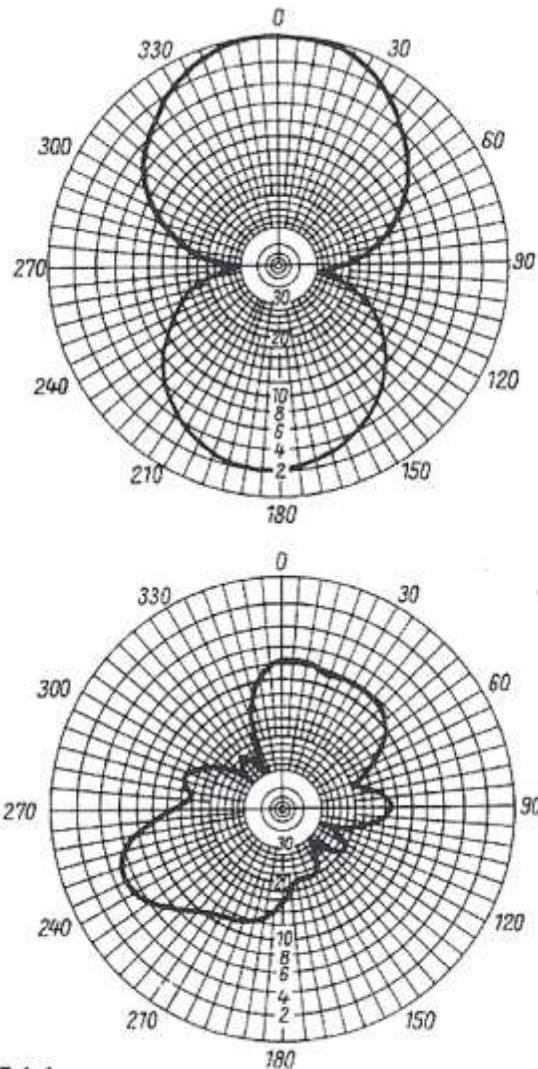
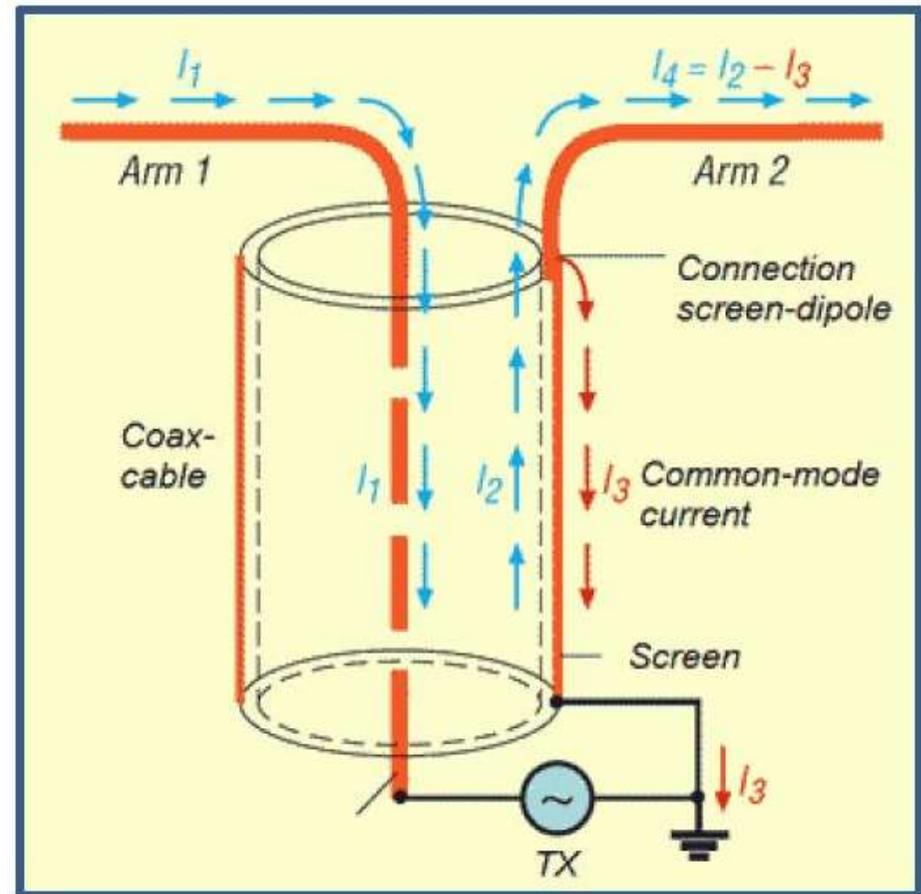


Bild 7.1.1
Strahlungsdiagramm eines Dipols (mit und ohne Balun)

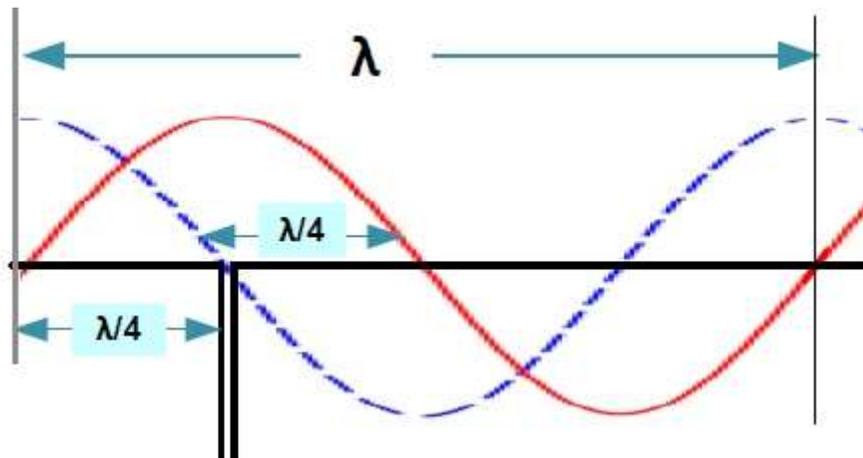
Bild: Rothammel

Ein Koaxkabel hat drei Leiter.

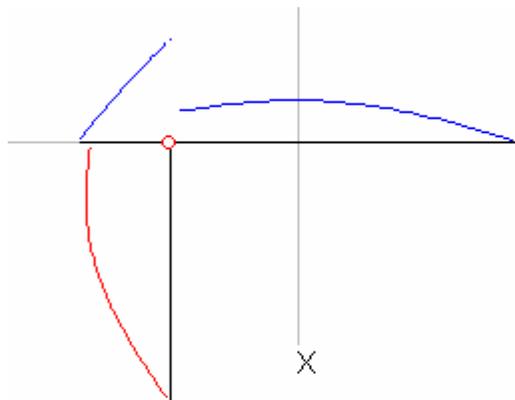
- 1.) Innenleiter
- 2.) Abschirmung Innen
- 3.) Abschirmung Außen



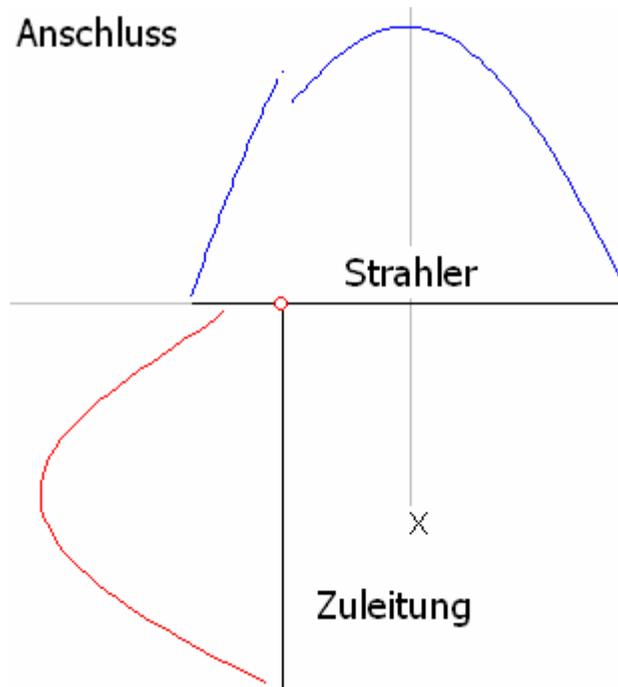
DLAZAO



asymmetrischer Dipol
mit unsymmetrischer Belastung

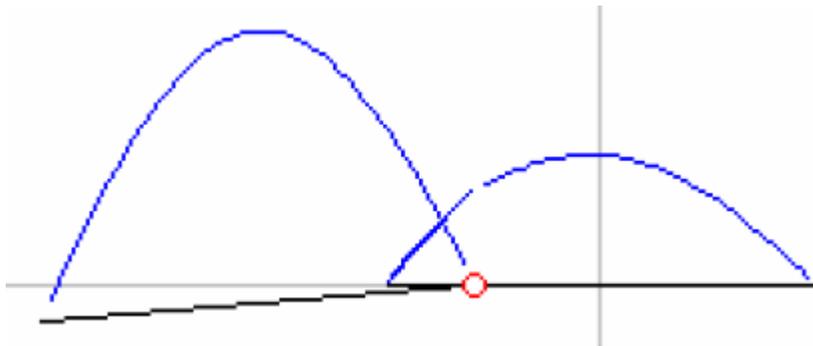


Anschluss ohne Balun,
Speiseleitung $0,35 \lambda$



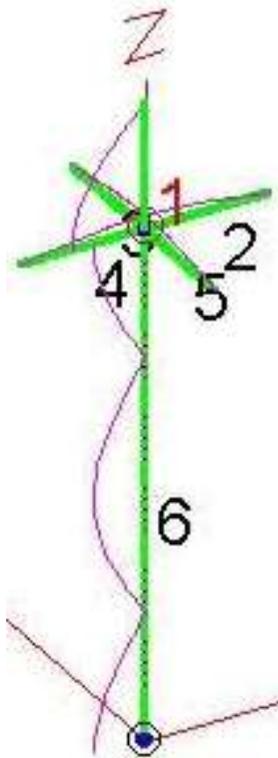
OCF-Dipole - Windomantennen
Es gibt „gefährliche Längen“ der Speiseleitung, wo der Gegentaktstrom am Speisepunkt sich auf den Strahler und die Zuleitung besonders stark aufteilt. Hier wird besonders deutlich, dass dieser Effekt trotz Resonanz des Strahlers auftritt.

Die Leitung verhält sich nie neutral. Ein Teil des Stromes nutzt die Zuleitung als Strahler, auch wenn der Strahler resonant ist. Würde die Stromkurve auf der Leitung zur Kurve auf dem Strahler addiert werden, so ergäbe sich wieder ein sauberer Halbsinus.

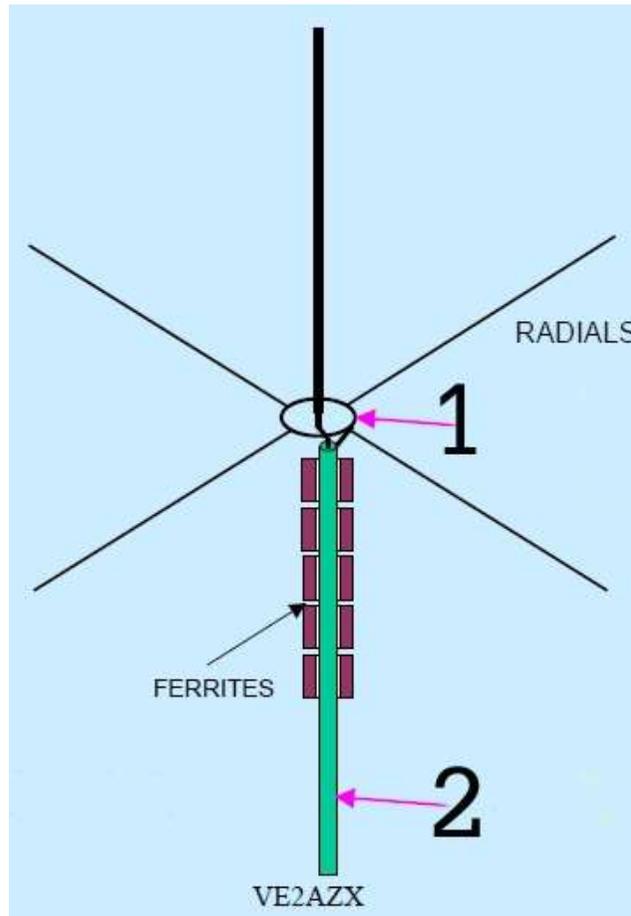


Schlimmer geht es nicht: Obwohl ein Balun vorhanden ist, wird durch Strahlungskopplung die Speiseleitung zum zweiten Strahler (und zur Empfangsantenne)

Hier hilft das Vermeiden einer gefährlichen Länge der Speiseleitung durch einige Baluns (Unterteilung in kurze Abschnitte - wie bei Abspanndrähten von Mittelwellensendemasten - der Balun wirkt für Gleichtaktstrom wie ein Isoliererei, Gegentaktstrom lässt er hingegen durch)



So sieht die Wirklichkeit aus.
Das Koaxkabel wird ein Teil der Antenne



Selbst bei UKW-Antennen ist es ein Trugschluss, zu glauben vier Radiale würden ein ausreichendes Gegengewicht bilden.

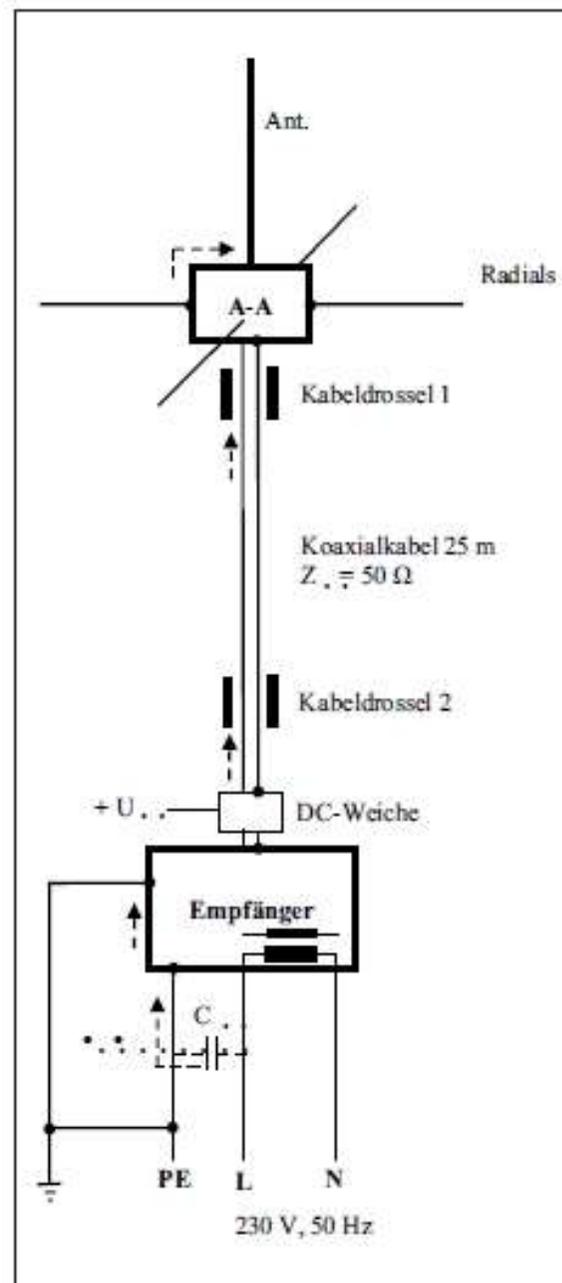
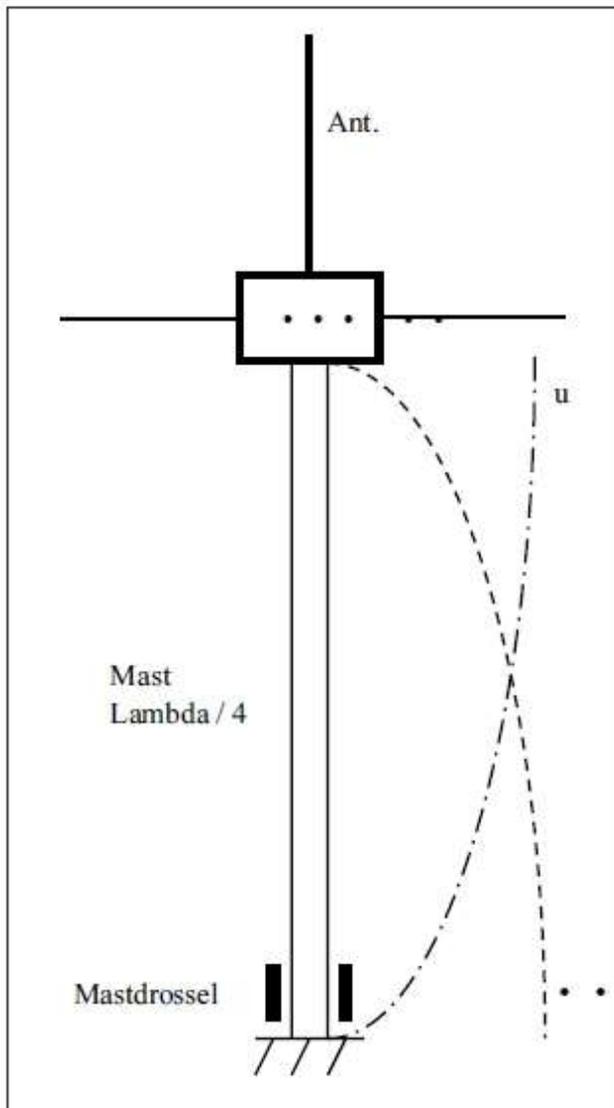
1.) Die Radiale auf keinen Fall mit dem Mast verbinden.

Mantelwellensperre in Form von Ferritringen aufbringen.

2.) Hier dürfte alles wieder in Ordnung sein.

Bei allen Vertikalantennen verhindern, dass die Koaxleitung ein Teil der Antenne wird.

Vorkehrungen treffen, zum Ableiten statischer Aufladungen.



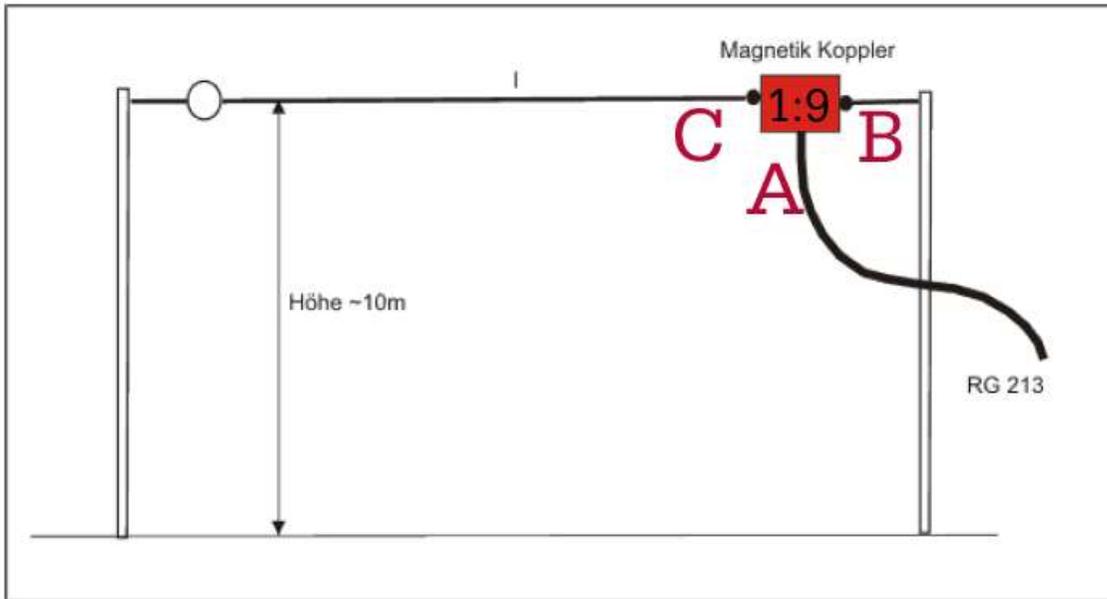
Vorsicht bei Aktivantennen auf einem Mast.

Ist der Mast dann auch noch zufällig um $\lambda/4$ lang, wird es besonders schlimm. Der ganze Mast ist als Strahler aktiv. Beim Holzmast ist es das notwendige Koaxkabel.

Deshalb sind unbedingt oben und unten Mantelwellensperren zu verwenden.

Beste Ergebnisse erhält man, wenn die Aktivantenne auf freiem Feld in 1,5m Höhe isoliert aufgebaut wird.

Teure Aktivantennen haben überwiegend eingebaute Mantelwellensperren.



Antennen mit sogenannten Magneticbaluns

Wird der Übertrager 1:9 / 50:450Ω ohne Mantelwellensperre betrieben, sind sowohl das Koaxkabel A sowie der Strahler C Teil der Antenne. Beide Längen beeinflussen sich gegenseitig.

Wird bei A eine Mantelwellensperre eingefügt, so muss unbedingt an B (Masseanschluss) ein Gegengewicht angeschlossen werden. (z.B. Blechdach o.ä.)

Ansonsten kann es der Sperre zu heiß werden.

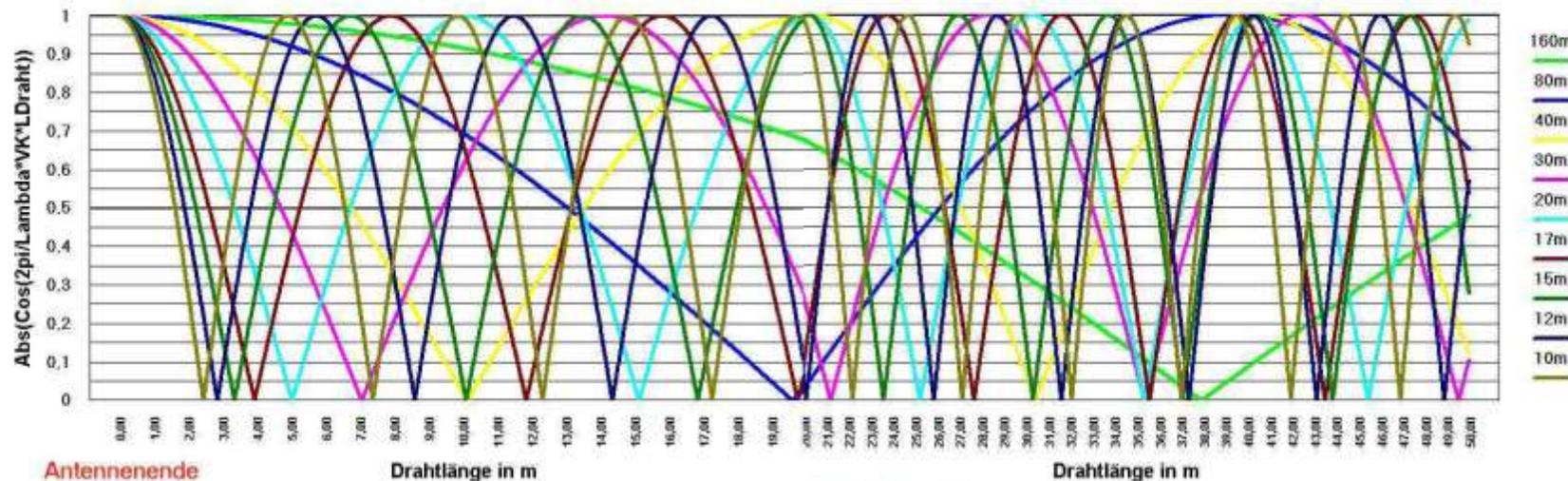
Nun beeinflussen sich die Längen B u. C gegenseitig. Keine 20m sondern 13,5m o. 27m.

Antennenlängen 0-20m

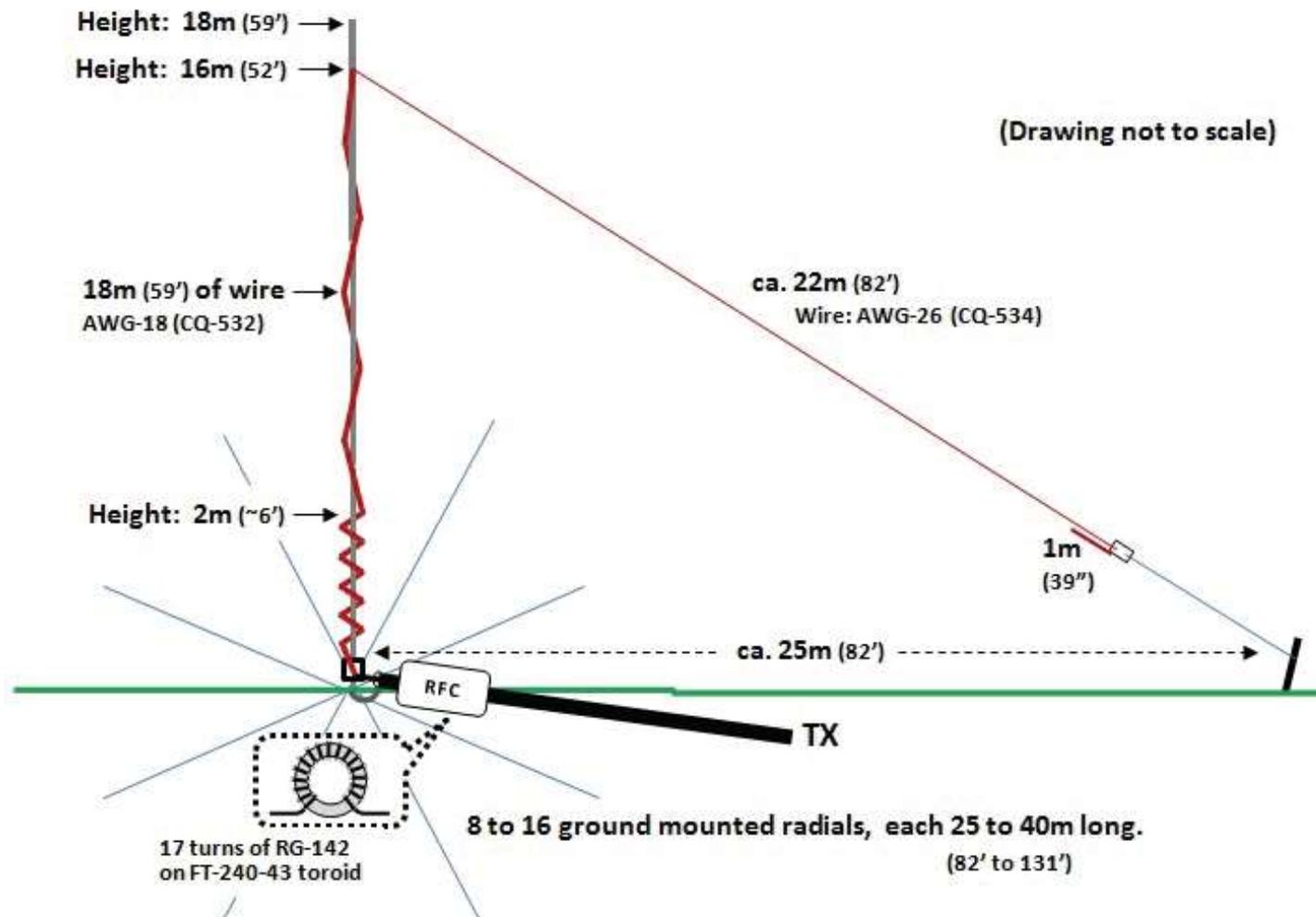
Dipl. Ing. Arthur Wenzel 09.09.2006

Antennenlängen 19 - 50m

Dipl. Ing. Arthur Wenzel 09.09.2006

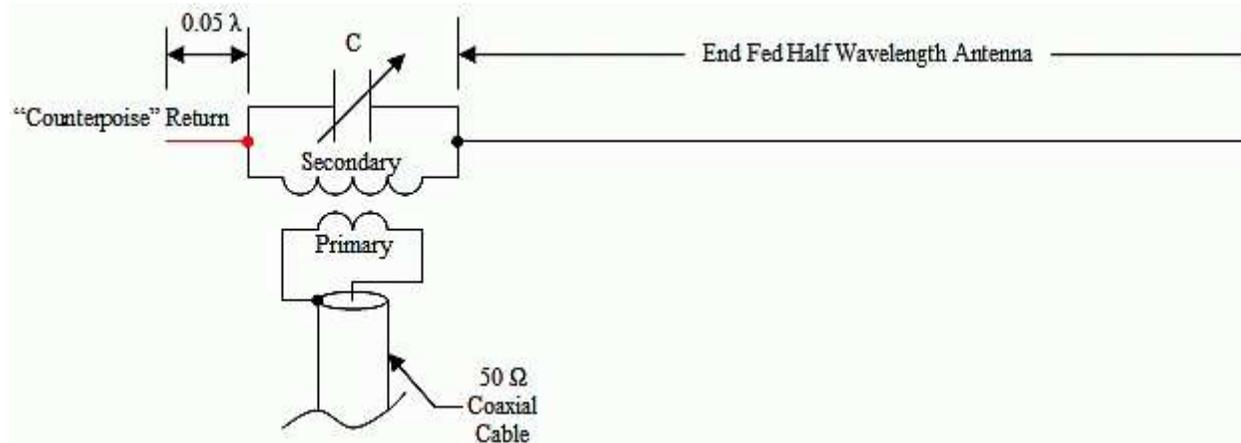


Simple 160m Inverted-L Antenna on an 18m Spiderbeam Fiberglass Pole



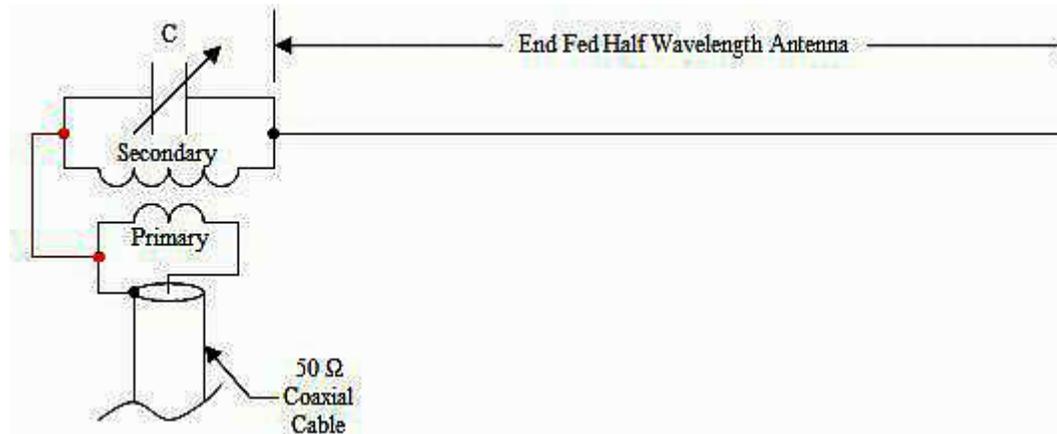
Gerade $\lambda/4$ Strahler benötigen ein besonders gutes Radialnetz. Unbedingt Mantelwellensperre einfügen. Ansonsten wird der Mantel des Koaxkabels ein Teil des Gegengewichtes. Es strahlt und empfängt Störungen.

$\lambda/2$ Antennen (hochohmig) arbeiten auch mit einem weniger guten Radialnetz, manchmal auch ohne.



Langdraht $\lambda/2$ Anpassung von AA5TB (ähnlich Fuchskreis OE1JF)

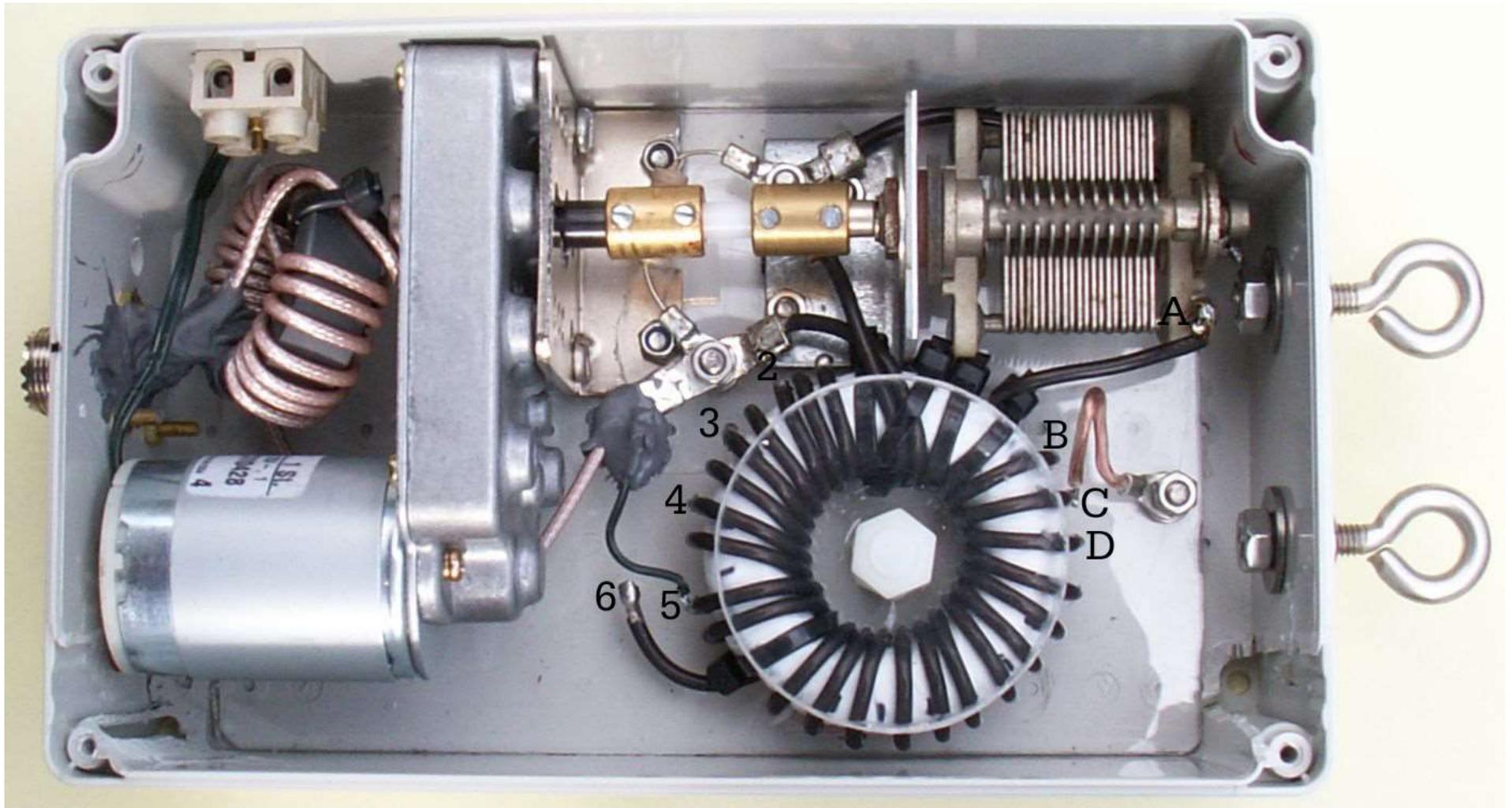
Mantelwellensperre nur bedingt erforderlich. (keine galvanische Verbindung / Prinzip Trenntrafo)



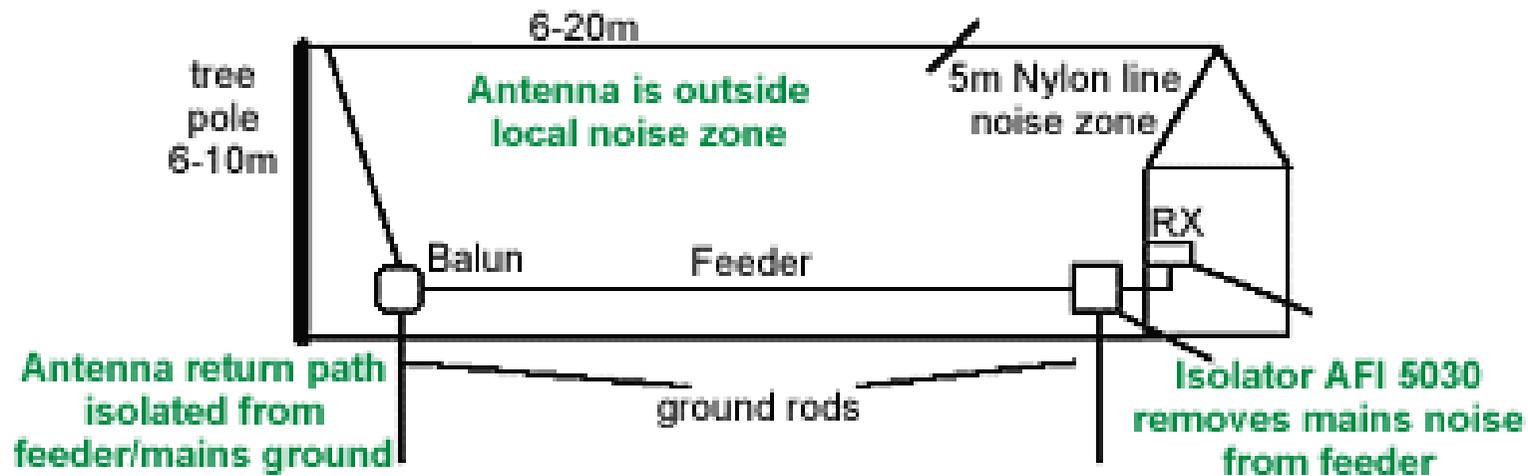
Langdraht $\lambda/2$ Anpassung von AA5TB (geerdeter Parallelkreis) (*Dies ist kein Fuchskreis mehr.*)

Auch der Rothammel verkauft uns dies als Fuchskreis, was technisch völliger Quatsch ist.

Mantelwellensperre und Gegengewicht unbedingt erforderlich.



40m / **primär 30m** / 20m Fuchskreis von DF1BT
2 – 6 Eingangsanpassung / A – D Ausgangsanpassung
Kern T225-6 / Sperre Würth DARC RK3 mit 7+1+7 Wdg. Teflonkoax
Ein 470K Ω Widerstand zum Abführen statischer Aufladungen kommt zwischen Strahler und Koaxmantel.

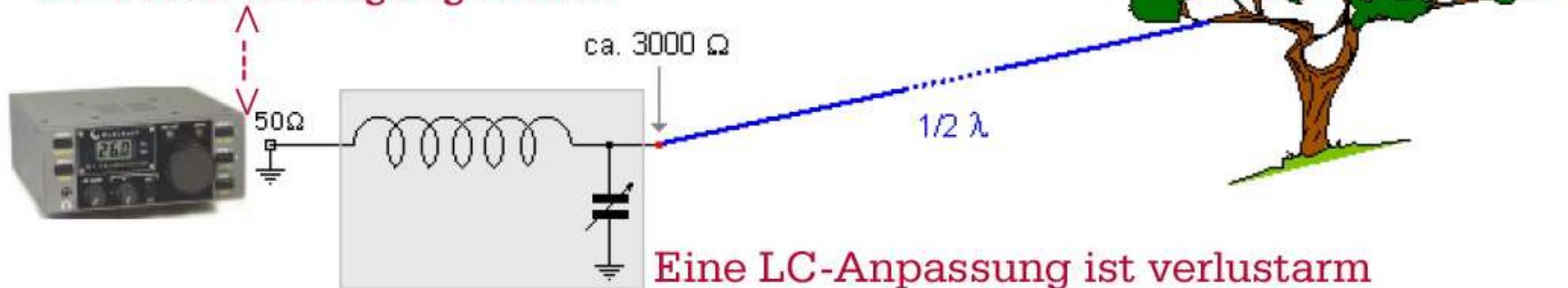


Aufbauhinweis einer Langdrahtantenne.

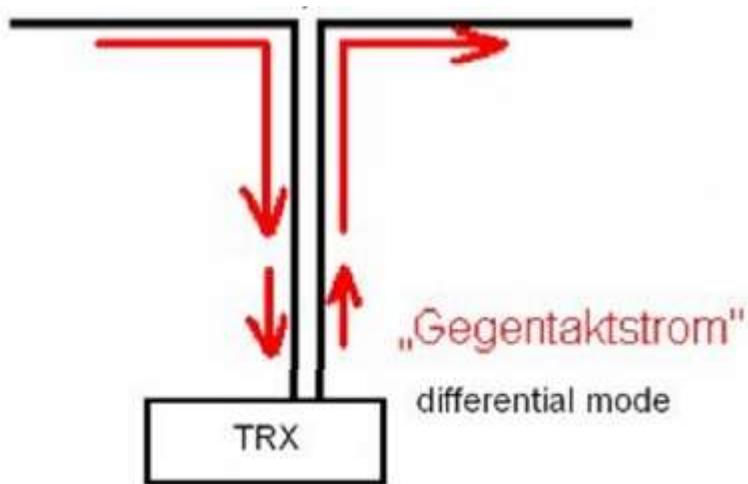
Speisepunkt immer weit weg vom Gebäudekomplex.

Hochwertige Mantelwellensperre oder bei mehreren Erden ein Trennbalun verwenden.

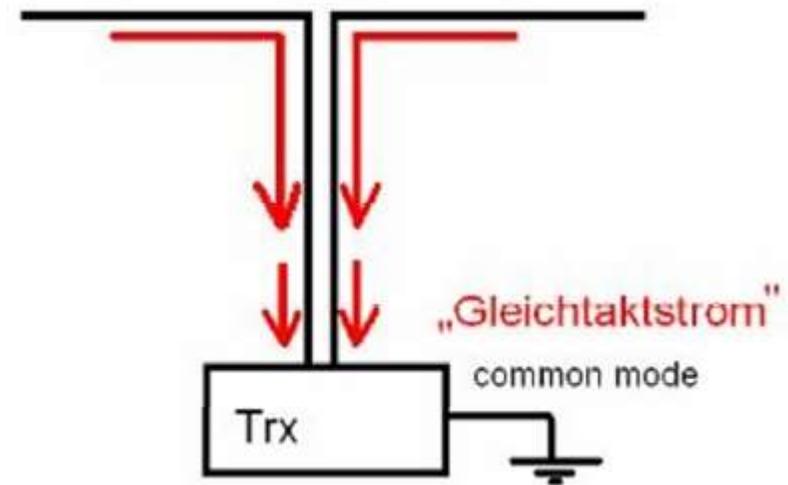
Zwischen Gerät u. Anpassung
Mantelwellensperre einfügen.
Eventuell kl. Gegengewicht



Verschiedene Ströme auf einer Antennenleitung



Ideal wäre nur ein Gegentaktstrom



Ein Gleichtaktstrom muss verhindert werden.

Unterschied zwischen Strombalun und Spannungsbalun

Ein Spannungsbalun sorgt für symmetrische Spannungen.

Ein Strombalun sorgt für symmetrische Ströme.

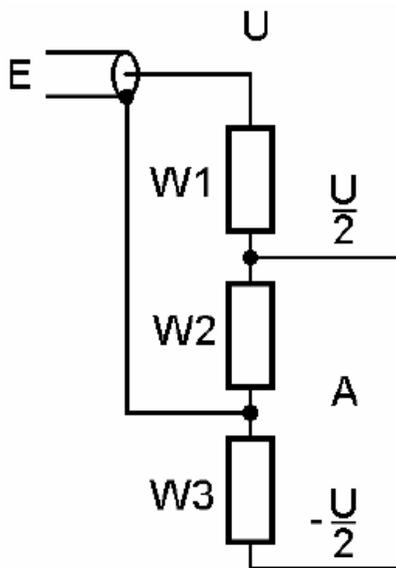
Der Spannungsbalun

Nur der Spannungsbalun als 1:1 ($50:50\Omega$) ist in einer absolut symmetrischen Antennenanlage fähig, Mantelwellen auf der Ableitung zu verhindern.

Alle anderen Spannungsbaluns 1:2 / 1:4 usw. sperren grundsätzlich keine Mantelwellen und dienen nur der transformatorischen Anpassung.

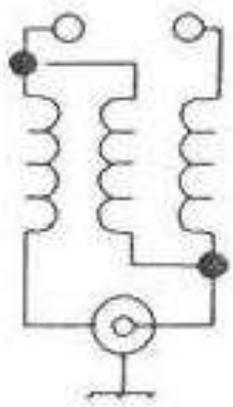
Siehe Windomantennen mit nur den Übertrager 1:6 oder 1:4 im Speisepunkt.

Wichtiger Hinweis!! Nur ein Spannungsbalun hat zwischen Innen- u. Außenleiter eine galvanische Verbindung.



Ein Spannungs- oder Dreileiterbalun löst die Aufgabe perfekt. Wie auf dem Bild zu sehen ist, wirkt er wie ein Spartransformator. Auf der Primärseite wird die halbe Eingangsspannung abgegriffen und durch den 3. Leiter wiederum die halbe Spannung symmetrisch zur Erde hinzugefügt. Bei exakt gleicher Belastung der beiden Sekundäranschlüsse verschwindet der Mantelstrom theoretisch völlig. Auch bei schlechtem SWR bleibt die Unterdrückung erhalten. **Bei ungleicher Belastung allerdings ergibt sich ein von der Unsymmetrie abhängiger Mantelstrom.**

Fazit: Ein Spannungsbalun ist empfindlich auf Unsymmetrie. Kein Balun für alle Fälle. Für einen Dipol auf der grünen Wiese aber fast ideal. Auch statische Aufladungen werden auf beiden Antennenschenkeln abgeführt.



1:1
S.70

Fritzel 1:1 Serie 70/83

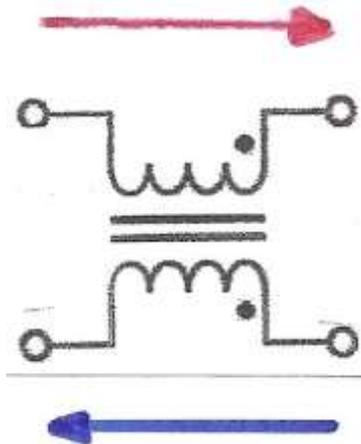


1:1 von OZ2CPU

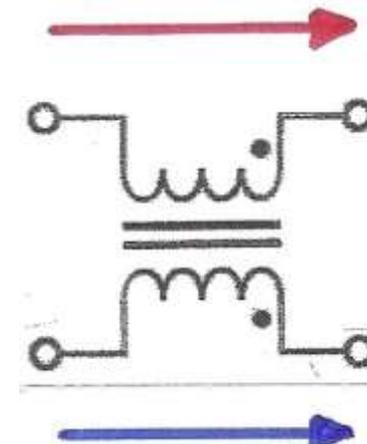


Balun 1:1 auf RK1 von DF1BT

Der Strombalun (Mantelwellensperre)



Beim Gegentaktstrom heben sich die magnetischen Felder auf.



Ein Gleichtaktstrom erzeugt ein hohes magnetisches Feld und sorgt für eine Sperrung.

**Auftreten von Gleichtaktströmen zu beseitigen
ist die wichtigste Aufgabe einer
Mantelwellensperre**

(1:1 Balun)

Es muss Symmetrisierung erreicht werden,
um einen rückwirkungsfreien Übergang eines
symmetrischen auf ein unsymmetrisches System durch
Potentialtrennung sicher zu stellen mit dem Ergebnis:

**Gegentaktströme
ungehindert hindurch
lassen**

**Gleichtaktströme
unterbinden**

**Eine gute Mantelwellensperre
ist wie eine virtuelle Wand.
Dahinter ist nichts mehr,
wie es davor war.**

**Außer der HF-Transport
im Innern eines Koax-Kabels.**

Welcher Kern (Ferritmaterial) nun für welche Frequenz ??

Angaben über Sperrtiefen oft in dB oder $K\Omega$

Wird die 10 dB Linie nach unten durchbrochen, entspricht das einem Hindernis von 220Ω

Wird die 15 dB Linie nach unten durchbrochen, entspricht das einem Hindernis von 460Ω

Wird die 20 dB Linie nach unten durchbrochen, entspricht das einem Hindernis von $1,0K\Omega$

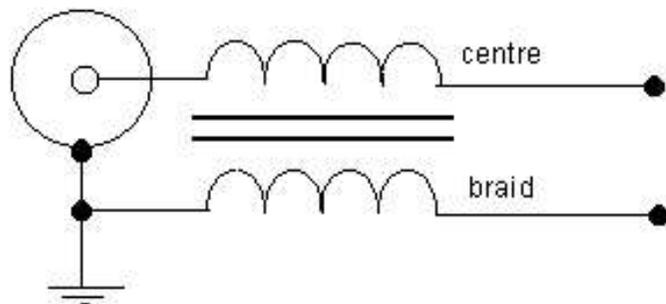
Wird die 25 dB Linie nach unten durchbrochen, entspricht das einem Hindernis von $1,7K\Omega$

Wird die 30 dB Linie nach unten durchbrochen, entspricht das einem Hindernis von $3,0K\Omega$

Wird die 40 dB Linie nach unten durchbrochen, entspricht das einem Hindernis von $10K\Omega$

Wichtig ist weiterhin, dass auch für hohe Frequenzen der Kern nicht "schlapp macht".

Erkennbar ist dies daran, dass die Kurve unterhalb der 20 dB Marke bleibt



Ein Strombalun hat grundsätzlich zwischen den Leitern keine galvanische Verbindung.

Wenn doch, kann es sich um einen Hybrid-Balun handeln oder es ist "aufgewickelter Murks".

Das ist der beste Balun zur Unterdrückung des Gleichtaktstromes

Impedanz: 50 Ohm

Induktivität: 530 uH Kapazität Eingang-Ausgang: < 10 pF

Gleichtakt-Dämpfung:

2 MHz 60dB
10 MHz 50dB
20 MHz 45 dB
30 MHz 40 dB
50 MHz 40 dB

zul. Leistung: 1 KW PEP

Abmessungen: L x H x B 295 x 80 x 50 mm

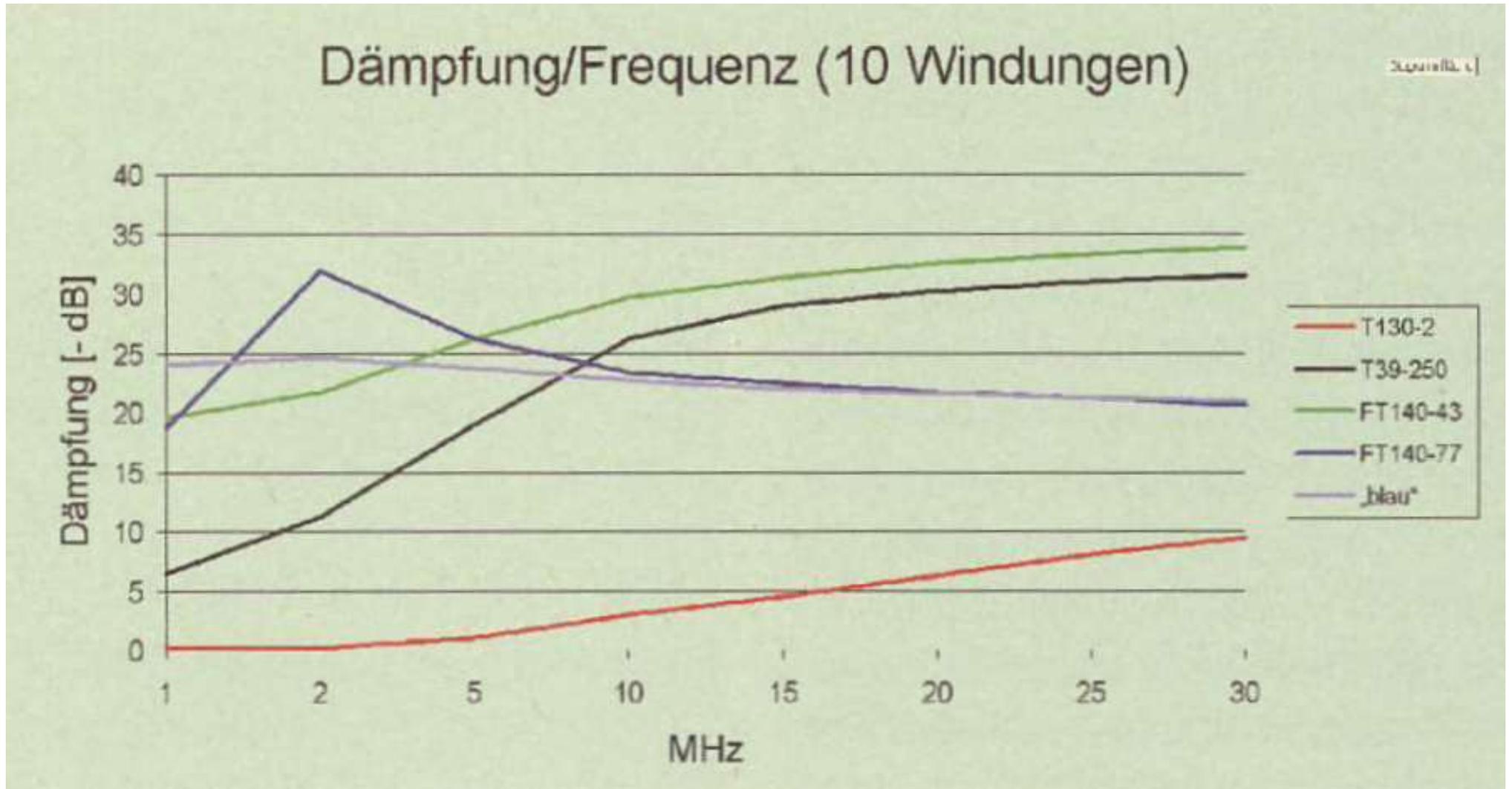
Gewicht: 1,350 kg

Temperaturbereich: -20 bis +80 C

verw. Koax-Kabel: RG58CU



Kellermann-Balun-DJ2IP Kerne: Amidon ZFK 18 (Bausatz 20 Stück)



Dämpfungsverhalten von Ringkernen abhängig von der Messfrequenz (Bild DK4AS)
 DARC RK1 Würth 4W620 identisch mit Material 43 von Amidon (AL-Wert geringer)

Tabelle

Kerntyp	T130-2	T39-250	FT140-43	FT140-77	Kern „blau“
Permeabilität	10	250	850	2000	5600
Induktivität [μH]	1,35	25	95	236	650
RL (2 MHz) [Ω]	17	314	1193	2964	8160
Dämpfung [-dB]	1,36	12,3	22,2	29,7	38,3
RL (10 MHz) [Ω]	85	1570	5966	14820	>20 k
Dämpfung [-dB]	5,3	24,5	35,6	>40	>40
RL (30 MHz) [Ω]	255	4710	17898	>20 k	>20 k
Dämpfung [-dB]	11	33,6	>40	>40	>40
alle Werte bezogen auf 10 Windungen, Induktivität gemessen mit L-Messbrücke					

Tabelle: Permeabilitäten verschiedener Ringkerne und theoretisch erzielbare induktive Widerstände bei unterschiedlichen Frequenzen

Beim blauen Kern dürfte es sich um den EPCOS R58 handeln.
 Der Würth-Kern (RK1) 74270097 AL=852 (oft nur 350) Material 4W620
 ist mit dem 43 Amidon Material identisch. (Bild DK4AS)

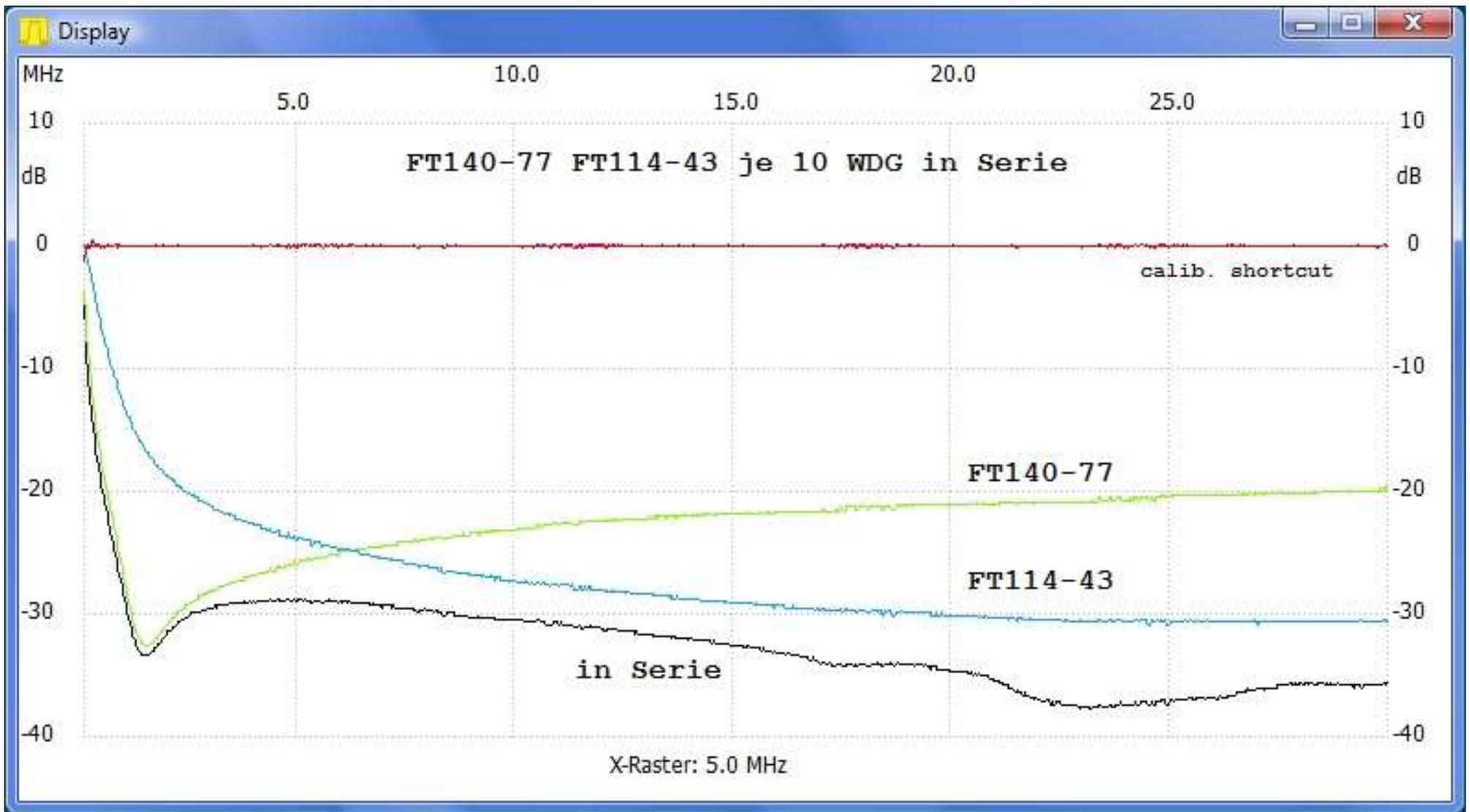


Bild von ??



Mantelwellensperre 3 x T200-2 ($AL=je\ 12$) mit 7 + 1 + 7 Windungen Koax (Kostenpunkt der Kerne $\approx 17,-\text{€}$)

Dämpfung bei 3,5MHz $\approx 180\Omega$ / bei 28MHz $\approx 1,4K\Omega$?? (Mini-Ringkernrechner)

Man sieht, der Aufwand steht in keinem Verhältnis zur erreichten Dämpfung.

Eisenpulverkerne sind nicht für Mantelwellensperren geeignet. Permeabilität viel zu gering.



Testsperrre von DF1BT

Kern: DARC RK1

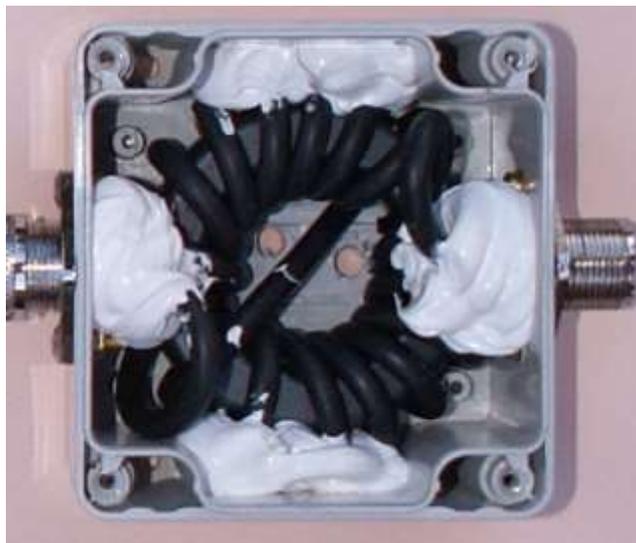
AL um 500 (300 – 700)

Notfalls zwei gestockt
oder den dicken RK4

15 Windungen RG58CU



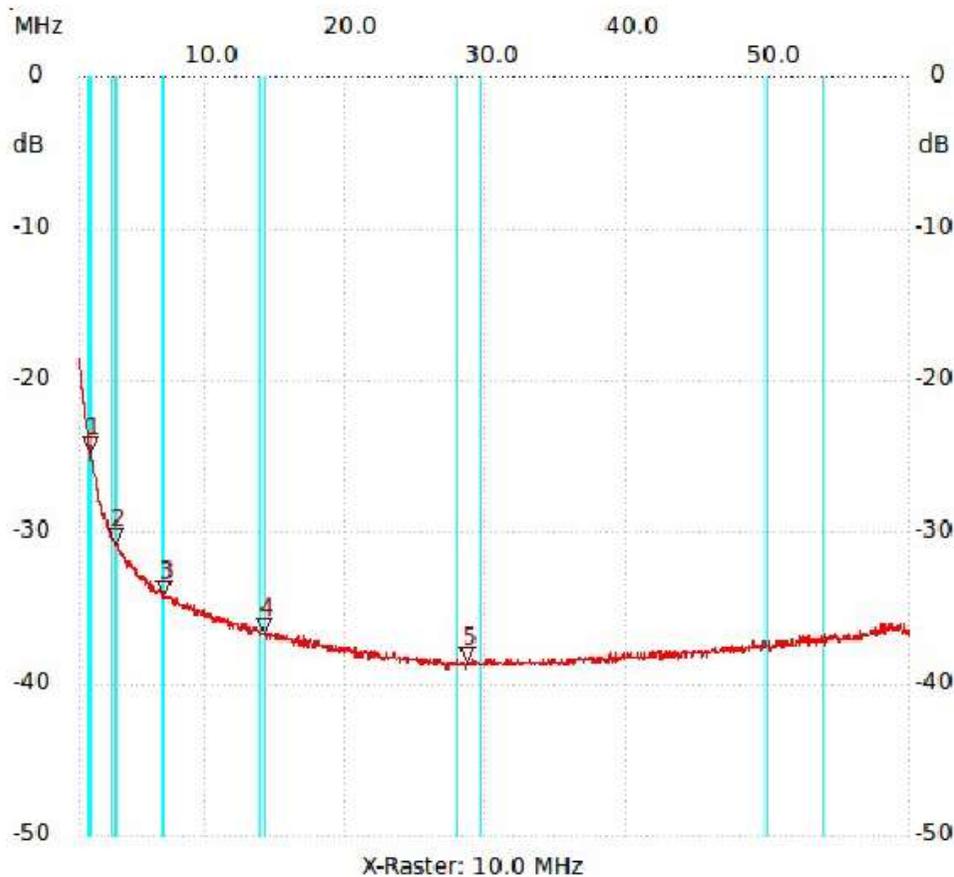
Billiggehäuse von Reichelt / 3 Kerne RK3
7+1+7 Windungen Teflonkoax RG188 50Ω
Nur für den Innenbereich bis 500W
Dämpfung 3,5MHz > 30dB
breitbandig von 1,8MHz bis 50MHz nutzbar



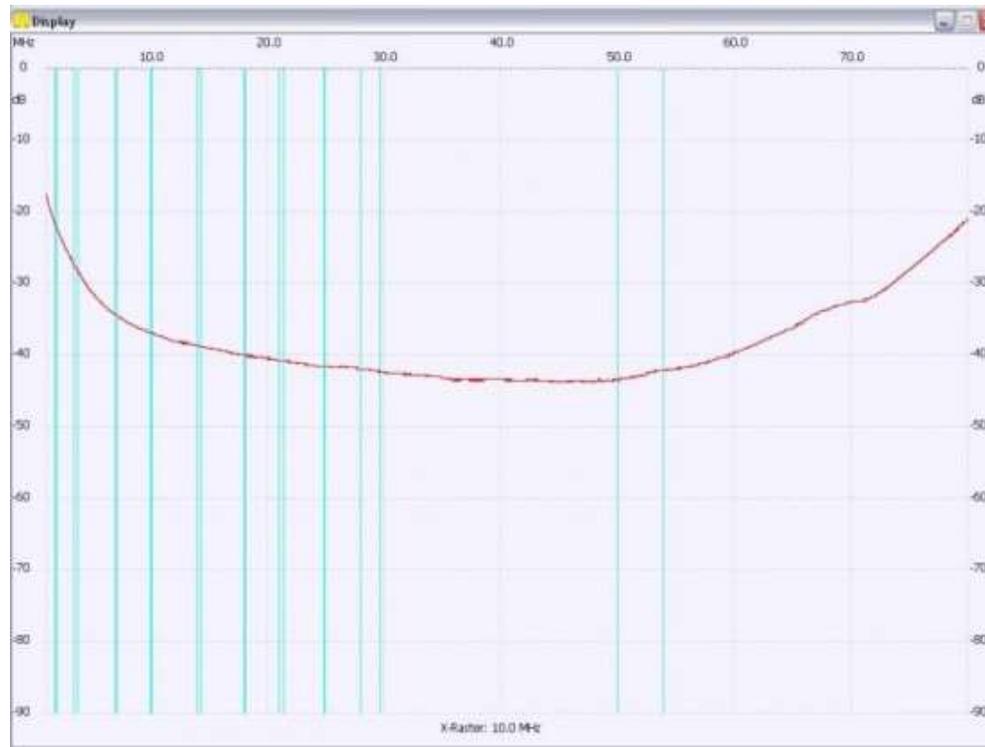
stabiles bruchssicheres Gehäuse
Kern: RK1 in Silikon gelagert
7+1+7 Windungen Koax RG58CU



Mantelwellensperre
Primär für die unteren Bänder (160M)
Epcos Kern R58-Material N30-AL5000
18 Windungen RG58CU
Dämpfung 1,8MHz $\approx 15\text{K}\Omega$ >40dB



RK3 AL 730 mit 13 Windungen



RK1 AL 800 mit 5+1+5 Windungen nach W1JR

Man sieht, je mehr Windungen aufgebracht werden, je tiefer ist die Sperrwirkung. Auf den höheren Bändern macht die kapazitive Kopplung die Sperrwirkung wieder zunichte. Hier muss man wegen einer geringen kapazitiven Kopplung mehrere Kerne in Serie schalten. Auch oder und verschiedene Kerntypen sorgen für eine breitbandige Sperrwirkung

Bislang wurden alle Sperren mit Koaxkabel 50Ω gewickelt. Es geht auch mit Doppel-Leitungen von 100Ω. Diese Wickeltechnik wurde hauptsächlich von DGØSA mit seiner leichten Feldleitung der NVA als FLF publik gemacht. Da diese LFL Leitung leider vergriffen ist (außer auf Flohmärkten), sind auch andere z.B. Lautsprecherleitungen, als NYFAZ bekannt, nutzbar. Wichtig ist ein Wellenwiderstand von ziemlich genau 100Ω für ein gutes SWR auch auf den höheren Bändern. Durch die Parallelschaltung haben wir wieder 50Ω. Auch erhöht sich durch die Parallelschaltung die Dämpfung nicht.



Edison-Lautsprecherleitung 2x0,75 versilbert ≈4mm breit
ziemlich genau 100Ω / im Hage-Bau-Markt DH, CLP



Hama 2x0,75 AcousticConnection Nr.86601/weiß 3,7mm br
Nr.86602/Schwarz / ziemlich genau 100Ω / Telepoint VEC



Mantelwellensperre Epcos R58 NYFAZ 100Ω



Mantelwellensperre DGØSA Teflonlitze 100Ω

PVC isolierte L-Leitung ist im 50Ω-Bereich bis 100W in Ordnung, darüber hinaus Teflonlitze notwendig, ansonsten sind die dielektrischen Verluste zu hoch.

Dämpfungsverhalten von NYFAZ

f [MHz]	a [dB/m]	l_1 dB [m]	$a_{\lambda/4}$ [dB]
1,8	0,043	23	1,1
3,6	0,070	14	0,9
7	0,11	9	0,7
14	0,17	6	0,6
21	0,23	4	0,5
29	0,29	3,4	0,45
50	0,43	2,3	0,4

Wahrscheinlicher Fehler der Dämpfungswerte:
etwa $\pm 20\%$

Dünnes Teflonkoax RG188 hat ungefähr die gleichen Dämpfungswerte,
aber eine 5x höhere Belastung ($\approx 500\text{W}$)

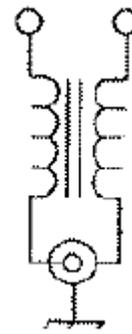
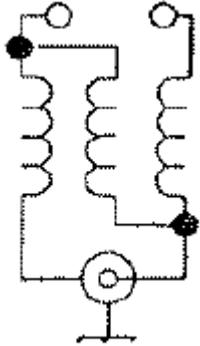
Welcher Balun für welche Antennenanlage?

Eins noch vorweg!

Ein hohes SWR verursacht niemals Mantelwellen.

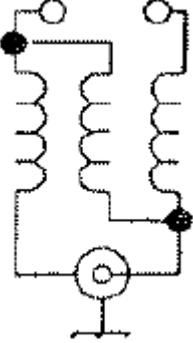
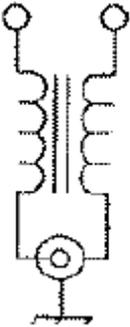
Wohl aber können Mantelwellen das SWR beeinflussen.

Bleiben wir erst mal bei den so beliebten Fritzel-Baluns



Spannungsbalun 1:1 Serie 70 Nr. 1002 (FT140)
Ideal für den freien Dipol auf der grünen Wiese.
max. 100W bei niedrigem SWR / sonst QRP o. RX
Keine statischen Aufladungen.
Alles ist galvanisch mit einander verbunden.

Strombalun 1:1 Serie 70C Nr. 1005 (FT140)
Ein Balun für alle möglichen Situationen eines Dipols.
max. 100W bei niedrigem SWR / sonst QRP o. RX
Vorkehrungen zum Abführen von statischen Aufladungen
treffen. Parallel geschaltete hochohmige Widerstände.
3 x 470K-2W in Schrumpfschlauch mit Kleber
zum Dipol parallel anschließen.
Die Widerstände können auch unten am Koaxkabel sein.

			
<p>Spannungsbalun 1:1 Serie 83 AMA Nr. 1012 (FT240) Ideal für den freien Dipol auf der grünen Wiese. max. 500W auch bei höherem SWR / Dauerbetrieb Keine statischen Aufladungen. Alles ist galvanisch mit einander verbunden.</p>	<p>Strombalun 1:1 Serie 83 AMAC Nr. 1015 (FT240) Ein Balun für alle möglichen Situationen eines Dipols. max. 500W auch bei höherem SWR / Dauerbetrieb Vorkehrungen zum Abführen von statischen Aufladungen treffen. Parallel geschaltete hochohmige Widerstände. 3 x 470K-2W in Schrumpfschlauch mit Kleber zum Dipol parallel anschließen. Die Widerstände können auch unten am Koaxkabel sein.</p>		

Diese vier Fritzel-Typen sind m.E. für den Amateurfunk zu gebrauchen.

Sinngemäß auch für andere Hersteller.

Von allen anderen Fritzel-Typen würde ich die Finger lassen.

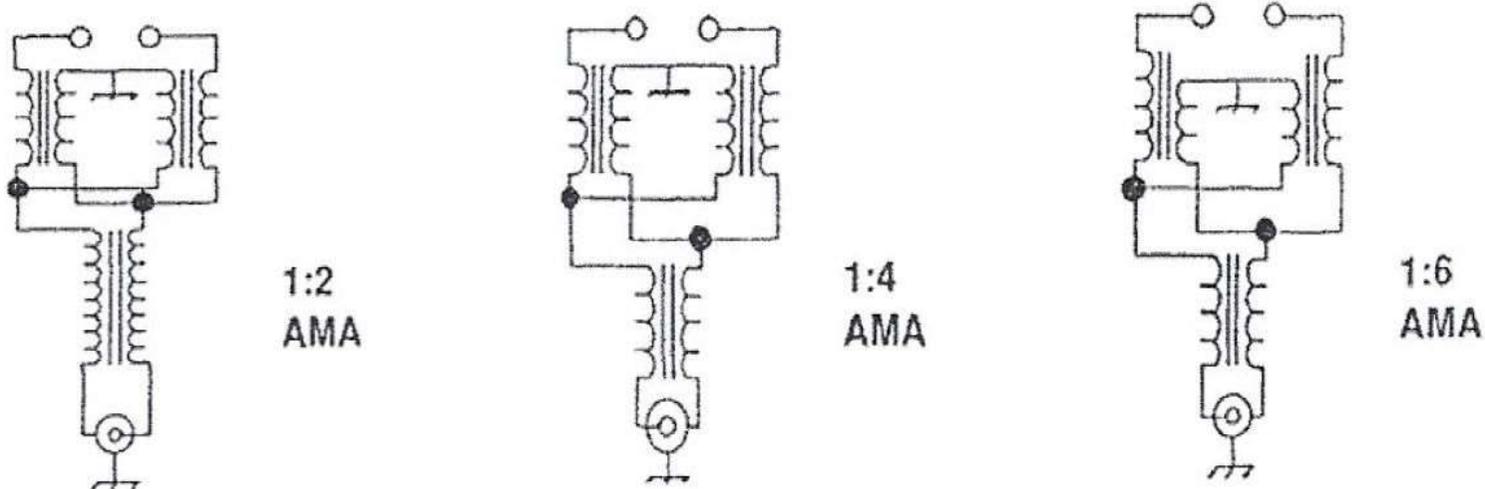
Die Schaltbilder gaukeln uns was vor, was in Wirklichkeit nicht vorhanden ist.

Weiter Unten wichtige Hinweise für Windom-Baluns.

Mit solchen irreführenden Schaltbildern wurden wir Amateure getäuscht.

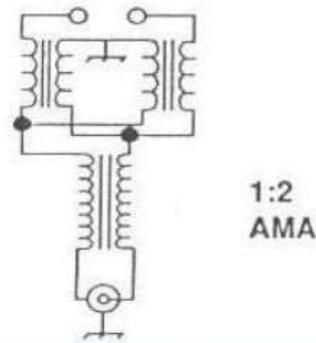
Hybridbaluns

- Kombination von Transformationsbalun und Mantelwellensperre (Beispiel Fritzel AMA Serie)



Die Schaltbilder selbst sind technisch OK und Super. Nur in den Fritzel-Baluns sucht man sie vergebens.

Der Fritzel Balun – „altbewährte" Fehlkonstruktion



Am Beispiel des AMA2:

Ein 1:2 Anpassungsübertrager und ein 1:1 Strombalun (verdrillter Kupferlackdraht) sind auf dem selben Ringkern gewickelt.

Auf die Wicklung des Strombaluns wirkt der magnetische Fluss, der von dem 1:2 Trafo verursacht wird. Gleichtaktenergie wird über den magn. Fluss in den Strombalun induziert.

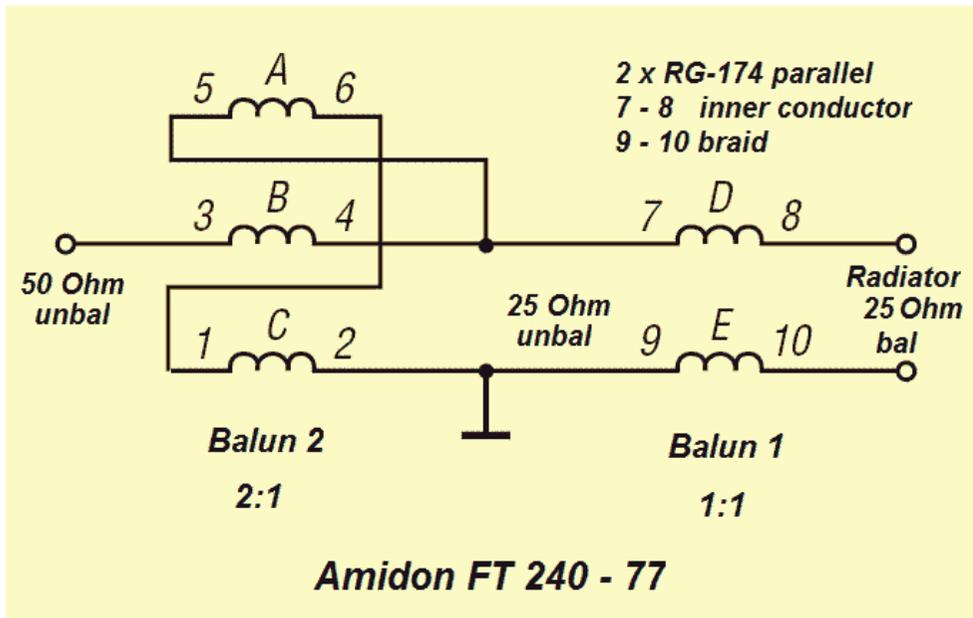
Der Strombalun wird dadurch nutzlos.

Der Aufbau (einfacher Kupferlackdraht) ist nicht besonders spannungsfest.

Alle Fritzel AMA Typen sind nach diesem Prinzip - Trafo und Strombalun auf einem Kern - gefertigt.

2M Portabel Yagie von DK7ZB (auch "bewährte" Fehlkonstruktion)

Ansonsten gute Autoren machen auch mal Fehler!



<http://dk7zb.darc.de/portabel/2-El-Portabelyagi.htm>

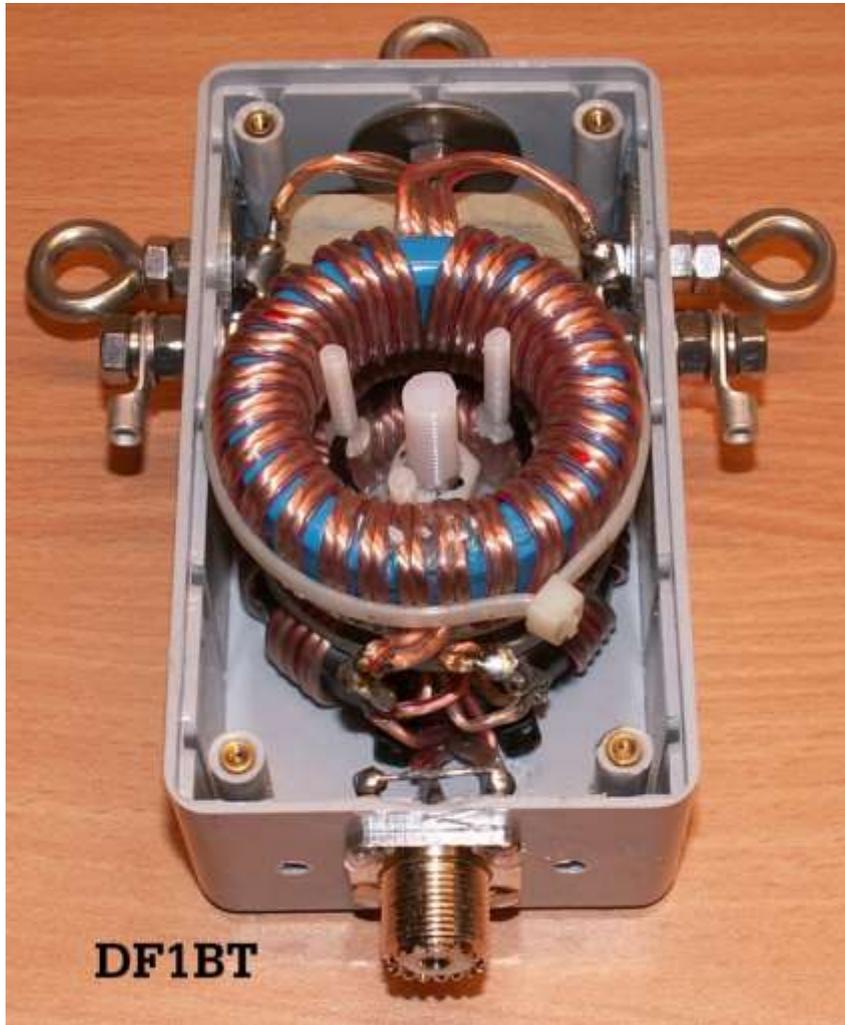
Strom- u. Spannungsbalun auf einen Kern: FALSCH!

Material 77 für 10M: FALSCH! zu hohe Verluste

Für den Spannungsbalun Material 61 o. 4C65

Für den Strombalun Material 43 o. RK1

Hybridbalun 1:1 (50:50Ω) für Dipole (Spannungs- und Strombalun) im Eigenbau



Spannungsbalun 1:1 Kern: DARC RK1 AL \approx 400 (4,50€)
 oder FT240-61/FT240-K/TX-58-41-18-4C65 (15,-€)
 Wickeltechnik von DF1BT mit NYFAZ 2x0,75 / 100Ω

Strombalun 1:1 Kern: Epcos R58 N30 AL \approx 5400 (Conrad 8,-€)
 oder FT240-43/DARC-RK4/Reimesch 58mm
 Wickeltechnik von DGØSA mit NYFAZ 2x0,75 / 100Ω

Universal-Balun / Überall eisetzbar (ab 100W Teflon)

Keine statischen Aufladungen beider Antennenschenkel.

Breitbandig von 160m bis 10m nutzbar.

SWR-Messung am fertig aufgebauten Hybridbalun 1:1 RK1+R58 mit 50Ω Abschluss.

1,8MHz	3,5MHz	7MHz	10MHz	14MHz	18MHz	21MHz	24MHz	28MHz
1:1,1	1:1,1	1:1,1	1:1	1:1,1	1:1	1:1,15	1:1,15	1:1,15
X=1	X=1	X=0	X=0	X=0	X=0	X=0	X=0	X=2

Hybridbalun 1:2 (50:100Ω) für Loops/Quads und liegende Schleifen im Eigenbau



Spannungsbalun 1:2 (50:100Ω)

Wickeltechnik DGØSA

Kern: DARC RK1 mit

Primär: 2 x 5 Windungen CuL 1,5-1,8mm

Sekundär 2 x 2 Wdg. CuL 1,2-1,5mm

oder

Kern: FT240-61 / TX-58-41-18-4C65 mit

Primär: 2 x 7 Windungen CuL 1,5-1,8mm

Sekundär 2 x 3 Wdg. CuL 1,2-1,5mm

Strombalun 1:1 (50:50Ω)

Kern: 2 x DARC RK1 gestapelt mit

2 x 10 Wdg. NYFAZ 2x0,75 / 100Ω

oder

7+1+7 Wdg. Koax RG58CU nach W1JR

Leistung NYFAZ=100W / RG58=300W

Gehäuse bestehend aus:

HT-Abflussrohr

Eine Muffe 75mm und

zwei Endkappen 75mm.

Diverse V2A-Ösen u. Schrauben

(in jeden Baumarkt)

Probleme außer Mittig gespeister Antennen (OCF-Windom)

Sind Probleme mit Mantelwellen bei symmetrischen Antennen noch relativ einfach in den Griff zu bekommen, so sind sie bei Windomantennen doch um einiges komplexer.

Da der Speisewiderstand höher liegt muss ein Übertrager eingefügt werden und auch die Sperrtiefe der Mantelwellensperre muss höher sein.

Widmen wir uns zuerst dem Übertrager.

In der amerikanischen Literatur ist eine Windom überwiegend mit einem Übertrager 1:4 bestückt. Bei uns in Deutschland ist es eher ein 1:6 Übertrager. Vorwiegend die bekannten Fritzel-Antennen. Auch wäre in manchen Fällen ein Übertrager 1:5 in der Anpassung günstiger, ist aber käuflich kaum oder gar nicht zu bekommen. Hier ist deshalb Eigenbau angesagt.

Die Fritzel Baluns der Serie 70, ob nun 1:4 oder 1:6 mit FT140-Kernen sind für eine Leistung von 100W schlichtweg zu klein. Windom-Antennen sind ohne Anpassgerät wohl kaum auf mehreren Bändern zu betreiben. Folglich herrscht oft ein hohes SWR. Die kleinen Kerne können in die Sättigung gehen und selbst Störungen durch Nichtlinearitäten verursachen. Eine Mantelwellensperre fehlt ebenfalls.

Die Fritzel Baluns der Serie 83 AMA, ob nun 1:4 oder 1:6 mit FT240-Kernen vertragen zwar um die 300W bei hohem SWR, aber der aufgewickelte Murks hat als Mantelwellensperre keine Wirkung.

Im Grunde fehlt überall die so dringend benötigte Mantelwellensperre.

Kein Wunder, dass die Windomantenne das Klischee der

"Bundesdeutschen Oberwellenschleuder" nicht losgeworden ist.

Nicht die Antenne ist schlecht, sondern das Wissen um ihre Handhabung tendiert gegen Null.

Herstellung eines Breitband-Übertragers 1:4 / 1:5 oder 1:6

Wickeltechnik nach DGØSA | breitbandandig von 1,8MHz – 50MHz | Leistung \approx 300W



Bild: DF1BT hier 1:6

Kern:

FT240-61 z.B. von Reichelt oder
TX-58-41-18-4C65 z.B. von DX-Wire
bedingt auch DARC RK1

Vorbereitung:

Den Kern mit 2 Lagen PE-Klebeband und
2 Lagen Teflon-Dichtungsband isolieren.
Bitte kein PVC-Band verwenden.

Übertrager 1:4 (50:200 Ω)

Primär: 2 x 7 Windungen CuL 1,5 – 1,8 mm

Sekundär: 2 x 7 Windungen CuL 1 – 1,3 mm

Übertrager 1:5,2 (50:260 Ω)

Primär: 2 x 7 Windungen CuL 1,5 – 1,8 mm

Sekundär: 2 x 9 Windungen CuL 1 – 1,3 mm

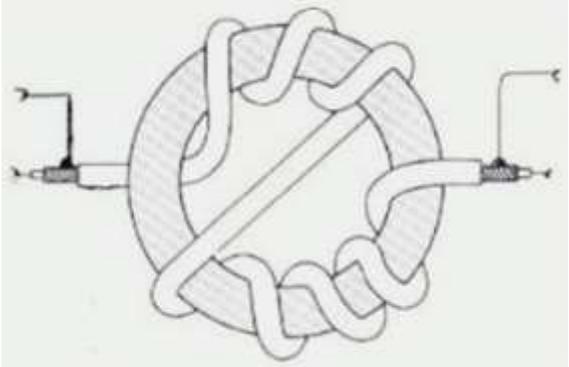
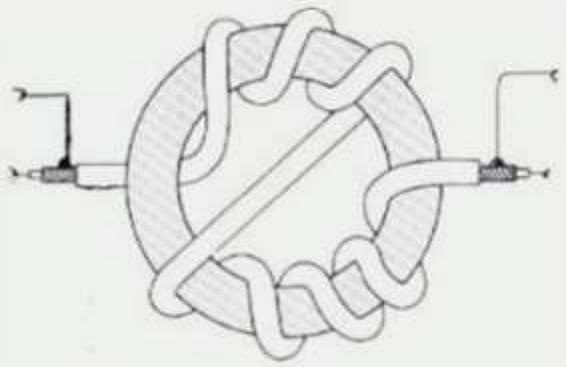
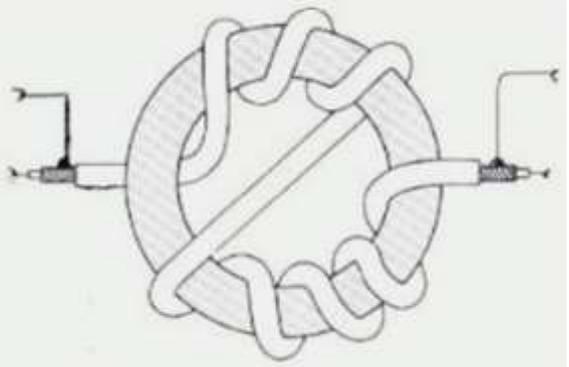
Übertrager 1:5,9 (50:295 Ω)

Primär: 2 x 7 Windungen CuL 1,5 – 1,8 mm

Sekundär: 2 x 10 Windungen CuL 1 – 1,3 mm

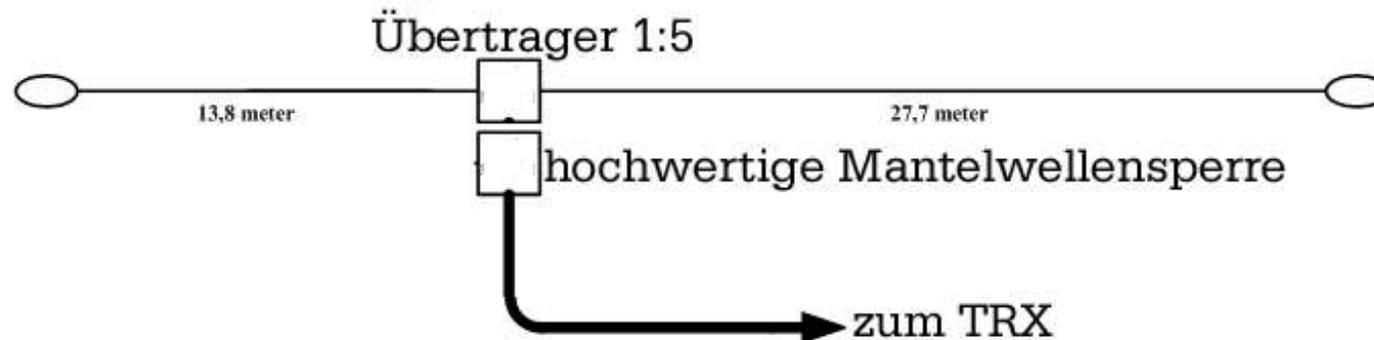
Herstellung einer hochwertigen breitbandigen Mantelwellensperre für eine Windom

Kerne in Serie mit Koaxkabel RG58CU | Wickeltechnik nach Reisert W1JR

Kem-1	Kem-2	Kem-3
		
8+1+8 Windungen Epcos R58 N30 AL5400 oder FT240-77 AL 2700	6+1+6 Windungen DARC-RK1 AL \approx 500 oder FT240-43 AL 900	5+1+5 Windungen DARC-RK1 AL \approx 500 oder FT240-61 AL 170

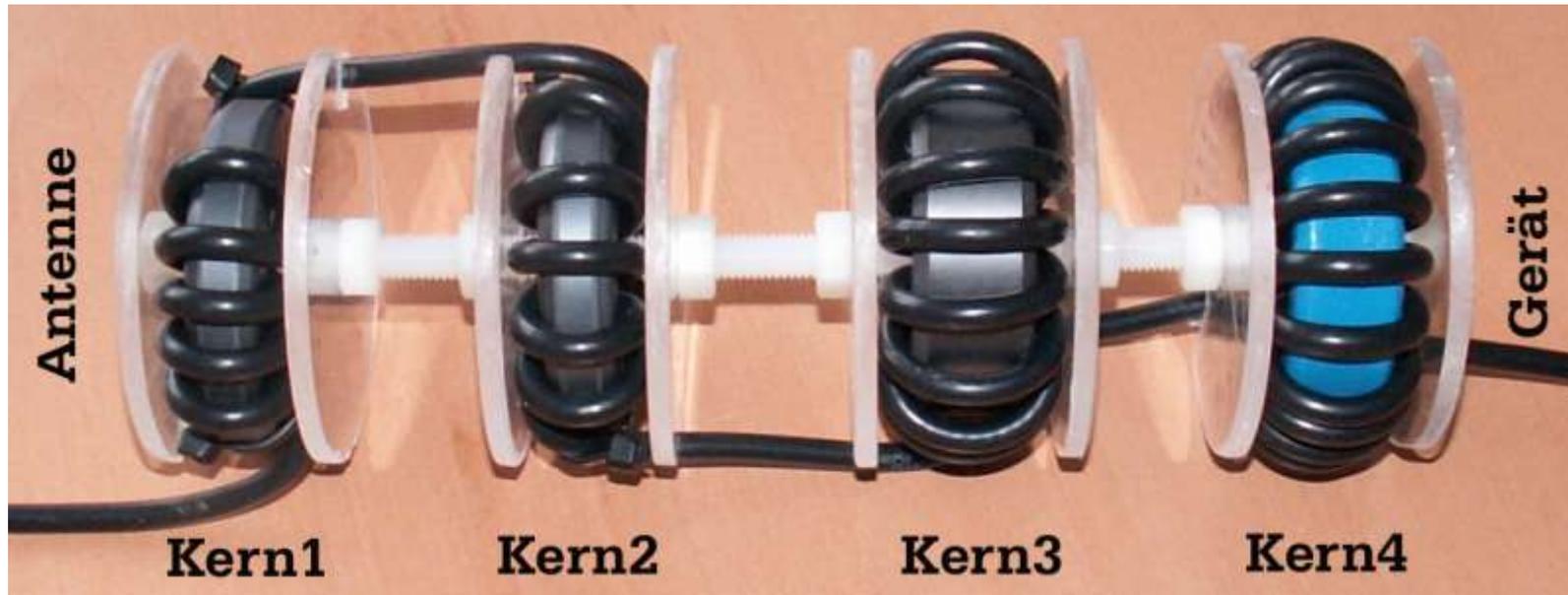
Das RG58 ist in einem Stück auf den Kernen aufzuwickeln. Abstand der Kerne ca. 2cm.

Prinzip Windom 80-10m



Mantelwellensperren für eine Carolina Windom

Gekaufte Sperren von Radio-Works haben oft über 70dB Dämpfung



Dämpfung breitbandig um die 50dB / große Kerne für RG58 / Leistung 500W

Kern1	DARC RK1 o. Würth Nr. 74270097 Größe 61 x 35,5 x 12,7 mit 5+1+5 Windungen RG58 AL \approx 800, Material 4W620
Kern2	DARC RK1 o. Würth Nr. 74270097 Größe 61 x 35,5 x 12,7 mit 6+1+6 Windungen RG58 AL \approx 800, Material 4W620
Kern3	DARC RK4 o. Würth Nr. 74270191 Größe 61 x 35,5 x 19 mit 14 Windungen AL \approx 1200 Material 4W620
Kern4	EPCOS R58 Größe 58 x 32 x 18 von Conrad Nr. 150731-!! mit 17 Windungen RG58 AL \approx 5400 Material N30 Epcos-Nr. B64290-L40-X830 (Kern wichtig für 160M)



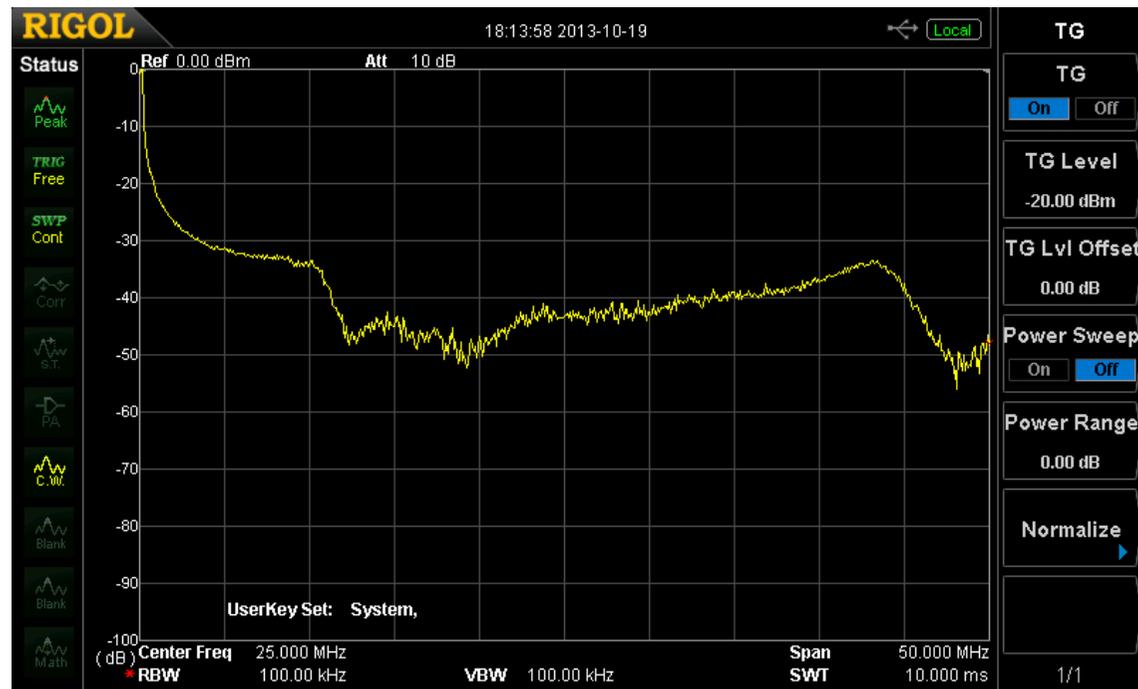
Dämpfung breitbandig um die 60dB / kleine Kerne für RG188 / Leistung 200W

Kern1	2 x DARC RK3 o. Würth Nr. 7427015 Größe 40 x 27 x 15 mit 5+1+5 Windungen RG188 AL \approx 1000, Material 4W620
Kern2	2 x DARC RK3 o. Würth Nr. 7427015 Größe 40 x 27 x 15 mit 7+1+7 Windungen RG188 AL \approx 1000, Material 4W620
Kern3	2 x EPCOS R34/12,5 von Conrad Größe 35 x 19 x 13 mit 10 Windungen RG188 AL \approx 10000 Material N30
Kern4	2 x Amidon FT 140-77 Größe 35,6 x 22,7 x 12,7 mit 6+1+6 Windungen RG188 AL \approx 4500 Material 77 Amidon

Auch mit billen Pollin-Kernen lassen sich brauchbare Mantelwellensperren aufbauen.



5 x 2 Pollinkerne 250058 (Stk.0,35€) mit vers. NYFAZ (leider vergriffen)



Wolfgang DL8BBC hat mal nachgemessen | auf 20M fast 50dB

Der Ferritperlen-Balun nach W2DU



Tabelle mit Anzahl der benötigten Perlen um eine Mindest-Sperrtiefe von $\approx 20\text{dB} = 1\text{K}\Omega$ zu erhalten.
Für Koaxkabel RG213U in Antennenanlagen (Oft sehr viel teurer als Ringkerne, aber auch einfacher)

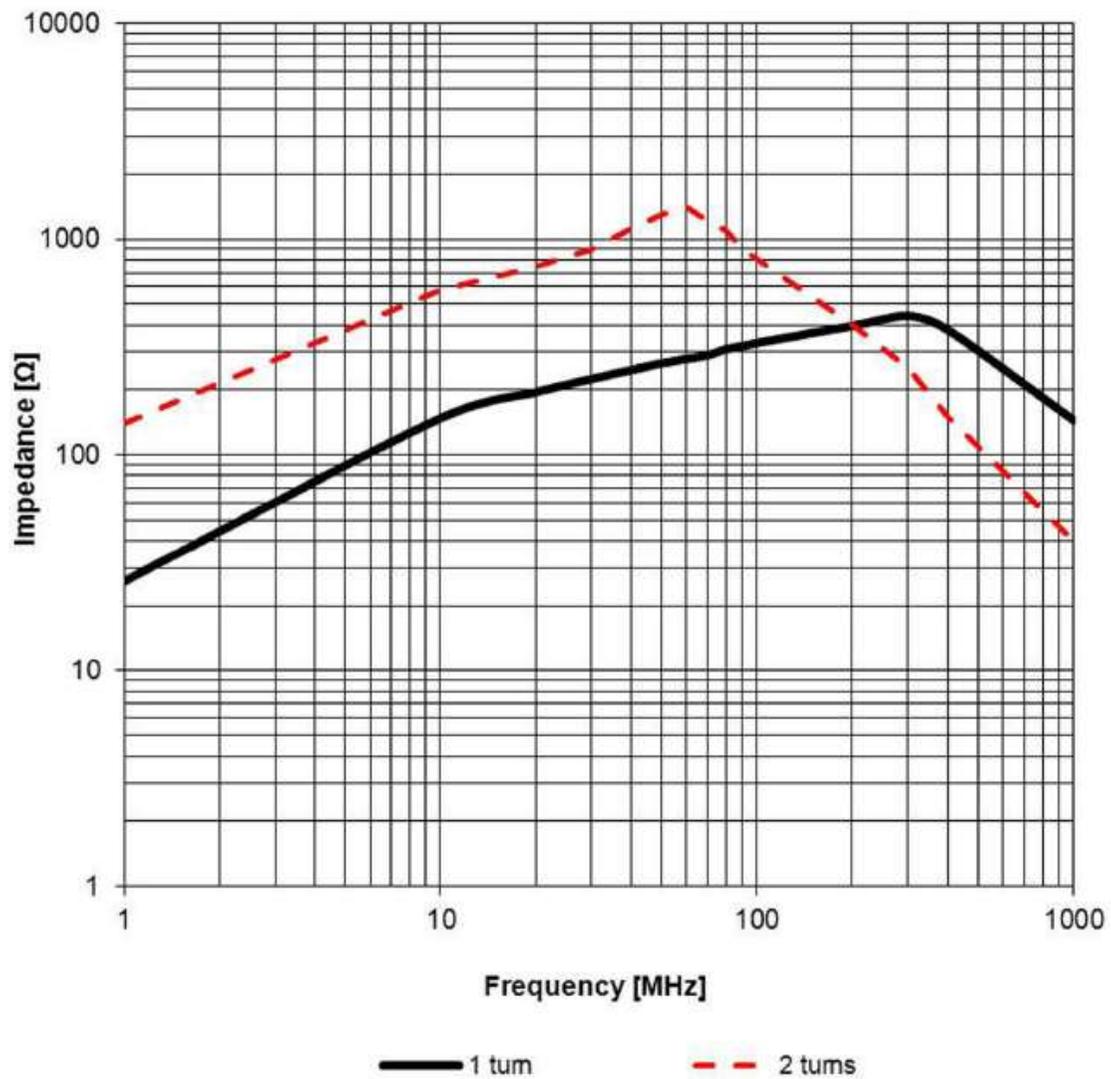
Band	80	40	30	20	17	15	12	10
Reimesch gr.	15	12	-----	10	-----	7	-----	5
CST 19/11/12-3S4	45	35	-----	30	-----	25	-----	20
Amidon ZFK 19 teuer	35	30	-----	25	-----	20	-----	15
GRI-17,5-28,5-10,7	25	20	-----	15	-----	8	-----	10
DARC FH1 STK 2,90€	8	9		10		11		12
Würth 74270057 4W620 der Favorit gut+günstig 19 x 11 x 50 STK 3,60€	15	11	-----	8	-----	6	-----	5

Auf 160M sind Ringkerne wesentlich einfacher und günstiger.

Mit drei Würth Ferrithülsen 74270057 - 4W620 hat man auf UKW schon $\approx 20\text{dB}$
Es wäre eine ***große Unterlassungssünde*** bei so wenig Aufwand keine einzufügen.

Man kann absolut nichts falsch machen. - Zuwenig ist immer besser als nichts.

F1 Typical Impedance Characteristics:



Sperrdämpfung Würth Ferrithülse 74270057 Material 4W620

Luftbaluns

Luftbaluns sind auf den Bändern 160M bis 40M von der Größe her kaum zu realisieren und deshalb unbrauchbar.

Extrem groß und schwer, höhere Dämpfung und gleich teuer. Interessant nur bei QRO-KW, den hohen Bändern und UKW.

Vergleich

25Wdg RG58 auf 100mm Rohr sind etwa 8m. (5-20MHz)

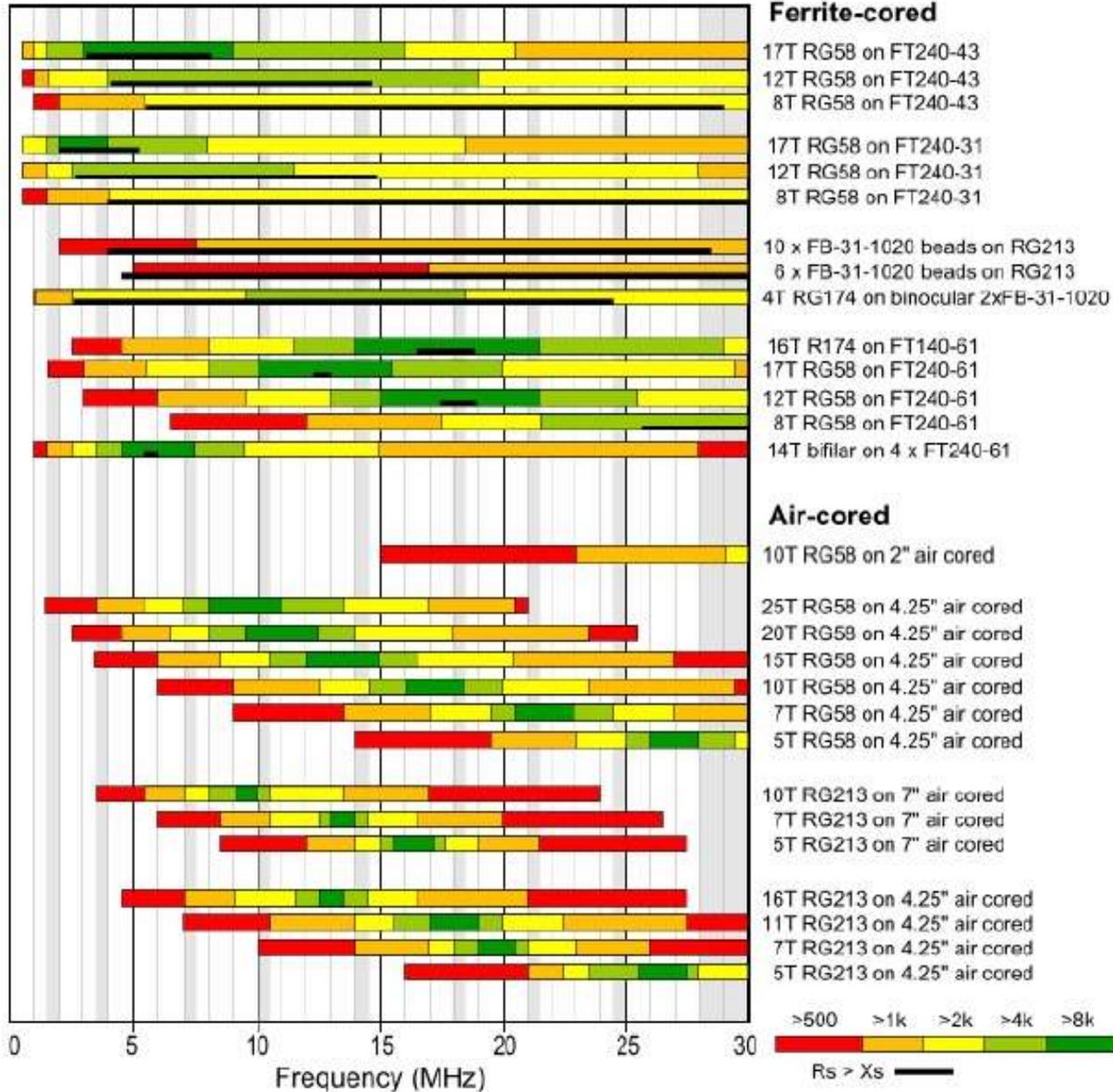
$$8\text{m} \times 1,10\text{€} = 9,00\text{€}$$

2 DARC RK1 Kerne in Serie (9,-€) + 2m RG58 = 11,-€

Auf 80M schon 30dB und breitbandig bis 10M auf 40dB steigend.

Dämpfung Koaxbabel nur 2m zu 8m beim Luftbalun.

Common-mode Choke Impedances - G3TXQ



Picture above courtesy of VE7AVV



11 Windungen Koax auf 100mm Rohr
 40dB nur bei 7MHz (40M)
 30dB auf 10MHz (30M)
 Oben und Unten Kaum eine Wirkung

≈ Werte

- Rot = 500Ω = 15dB
- Dunkelgelb = 1K = 20dB
- Gelb = 2K = 25dB
- Hellgrün = 4K = 30dB
- Dunkelgrün = 8K = 40dB



Luftbalun für eine 40M Vertikale (Einbandversion) 3,5m RG213



Bild W2VJN

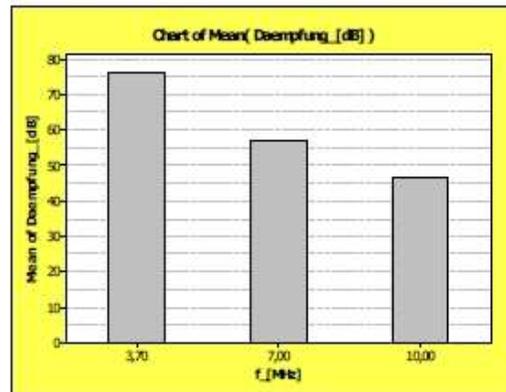
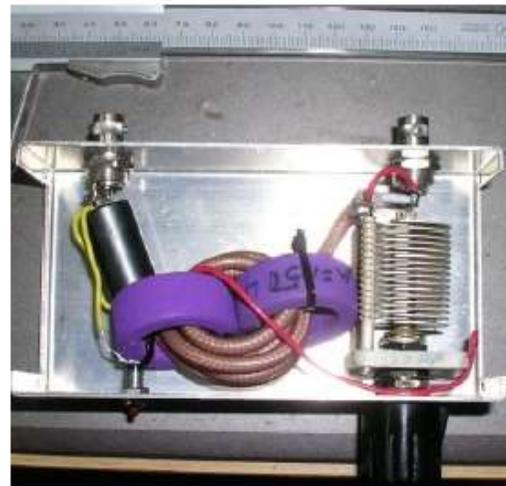
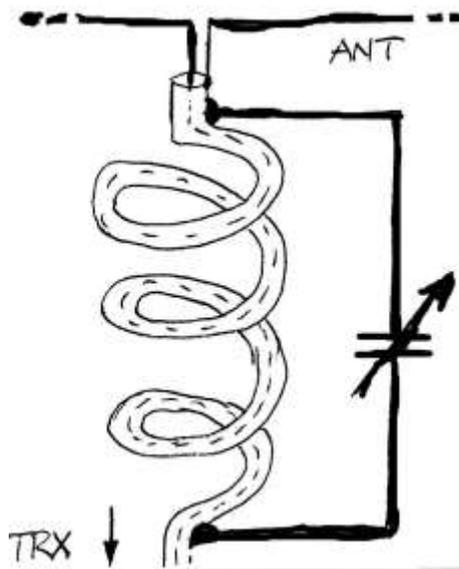
Luftbalun für 160m klobig und schwer
20cm Rohrdurchmesser 40cm Rohrlänge
29 Windungen RG213 = Länge 20m
 $\approx 100\mu\text{H} = 1\text{K}\Omega = 20\text{dB}$ Kostenpunkt ca. 50,-€



Mantelwellensperre für 160m
2 Kerne R58 N30 mit je AL5400 gestapelt
15 Windungen RG58
 $\approx 2000\mu\text{H} = 15\text{K}\Omega = >40\text{dB}$
Kostenpunkt ca. 20,-€
Leistung Luftbalun 1,5KW - Ringkern 750W

Für harneckige Fälle

Abstimmbare Resonanzdrossel



Mit 2 Ferroxcube 4C65-Kernen erreicht man auf 80m 76 dB. Zu höheren Frequenzen hin fällt die Güte ab. Die Streukapazitäten im Metallgehäuse setzen die obere Frequenzgrenze herab. Die BNC-Buchsen sind massefrei, haben aber ca. 12 pF Restkapazität. Nachteil: Schmalbandig, Abstimmung erforderlich

27.02.2010

Distrikt Ruhrgebiet / Referat für EMV/EMVU
DJ7UA Dr. Mario Perkuhn

36 von 38

Andere Strombalun Bauformen



Balun für undefinierte Impedanzen im 85 mm x 85 mm Baumarktgehäuse. Edelstahlschrauben 4 mm, Tropfloch links neben PL-Buchse

Günter Fred Mandel, DL4ZAO



Pollinkerne blaue und graue (unten besser)
5 x 2 x 5 Windungen NYFAZ 100Ω



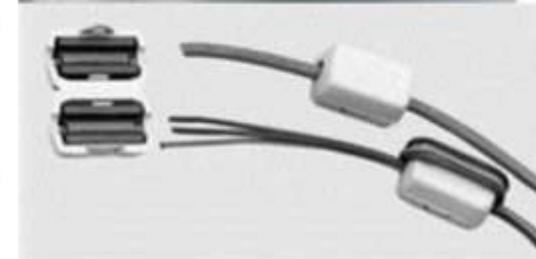
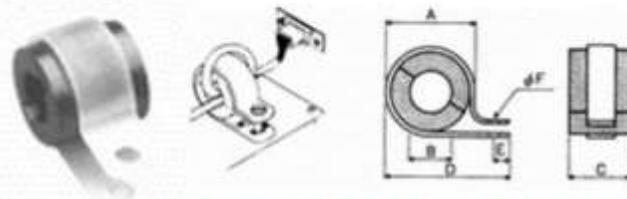
Luftbalun für UKW
9 Windungen auf 20Ø Rohr
"nur" $\approx 500\Omega = 15\text{dB}$
Besser 10 x KITAGAWA -GRI-14-28-6
oder 4 x Würth 74270057



2 x 4 Pollinkerne grau a.) AL 3000
2 x 11 Windungen NYFAZ 100Ω
für 160/80/40M in ein Billiggehäuse



Der Strombalun zur Entstörung von Geräten gegen Einstrahlung oder Abstrahlung



Günter Fred Mandel, DL4ZAO

Verdächtig ist **jedes Kabel, jede Leitung**, die aus dem Gerät führt

50

**Die beste Mantelwellensperre
die es gibt, ist ein
im Erdreich liegendes Koaxkabel.**

Hier versumpft einfach alles.

**Ein gutes RG213U MIL
ist dafür geeignet.**

**Habe eins über 40 Jahre ohne Beanstandung in Betrieb.
Irgendwo eine defekte Außenhaut ist fürs ganze Kabel tödlich.
Zur Sicherheit $\frac{3}{4}$ " Kunststoffrohr als mechanischer Schutz.**

Balun für **undefinierte** Impedanzen

Der „Balun für undefinierte Impedanzen“
(dieser Begriff geht auf HaJo Brandt, DJ1ZB zurück)
besteht aus einem Ferritringkern und einer darauf
gewickelten Zweidrahtleitung. Diese kann auch ein
Koaxialkabel beliebiger Impedanz sein.

Es entsteht beim Energietransport durch die
Leitung **kein merklicher magnetischer Fluss** im Ferritringkern!

Es kommt zu keiner Sättigung im kritischen Bereich
der tiefen Frequenzen und zu kurzen Antennen..
Lediglich Gleichtaktströme, die durch den Übergang
symmetrisch zu unsymmetrisch entstehen bauen
eine Spannung über der Kernwicklung auf.

Dadurch wird ihr Weiterfließen wirksam verhindert.
Die Drosselinduktivität ist sehr groß, etwa $200 \mu\text{H}$ beim RK1/21Wdg.
Das entspricht bei 1,8 MHz einem Widerstand von $2,2 \text{ K}\Omega = >25\text{dB}$.
Ab 14 MHz reichen auch 10 Windungen.

Luft-Balun für NICHT DEFINIERTE Impedanzen (Hühnerleiter)

Luftbaluns sind zwar klobig,
gehen dafür aber selbst bei hohen Leistungen nicht in die Sättigung.

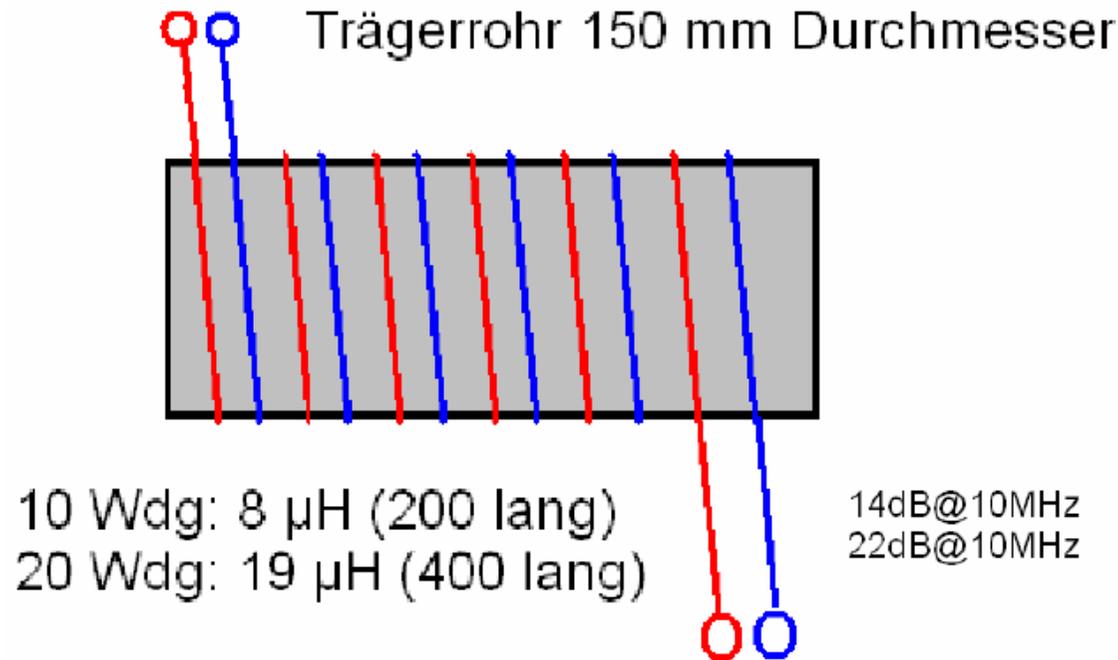
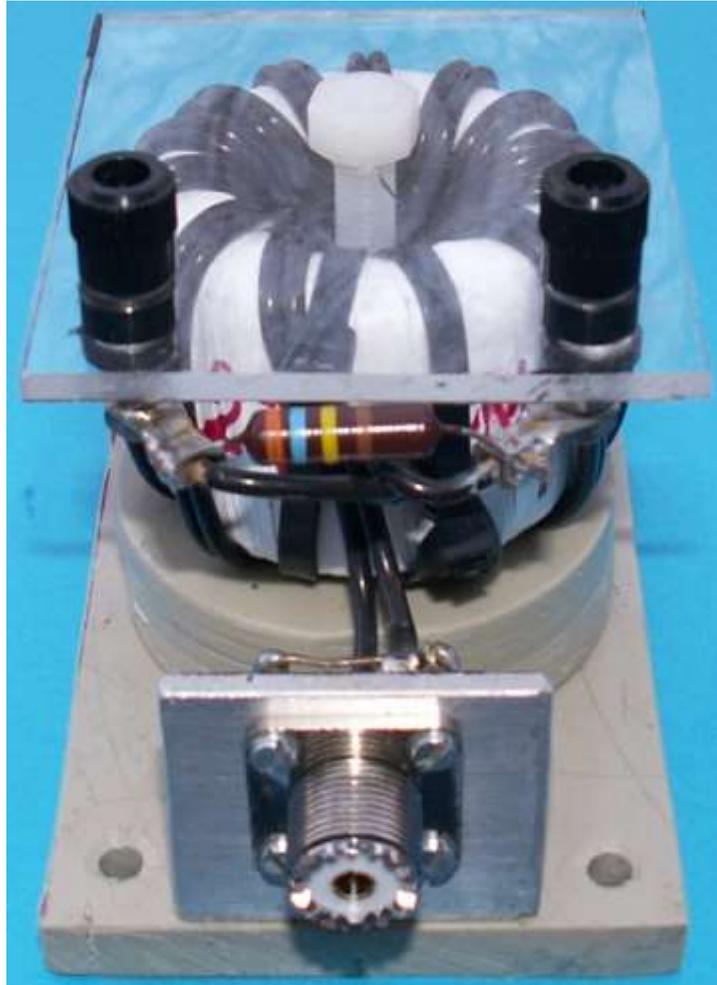


Bild DGØSA

CuL-Drähte oder Teflon verwenden (Kein PVC)
Trägerrohr nach Möglichkeit aus PE



Guanella-Balun 1:1 für
undefinierte Impedanzen
z.B. zwischen Anpassgerät u. Hühnerleiter
Kern: 2 x RK4-AL2000 - 12Wdg. Teflon
288 μ H - auf 160m ein XL von 3K Ω



Hybrid-Balun 1:4 für
undefinierte Impedanzen
Zwischen Anpassgerät u. Hühnerleiter
Kerne: 2 x T200-2 als 2Kerne Guanella 1:4
1 x RK1 als Guanella 1:1
Balun für undefinierte Impedanzen

Hühnerleiter am Antennentuner symmetrischer ATU oder nicht

Man kann einen ATU für die HF „hochlegen“, also durch Baluns den Gleichtaktstrom (Ausgleichsstrom) von der Speiseleitung zur Erde unterbrechen. Dabei müssen **alle abgehenden Leitungen** erfasst werden und der ATU ist gegen Erde isoliert anzubringen. Dass der ATU im Innern unsymmetrisch aufgebaut ist, stört dabei überhaupt nicht.

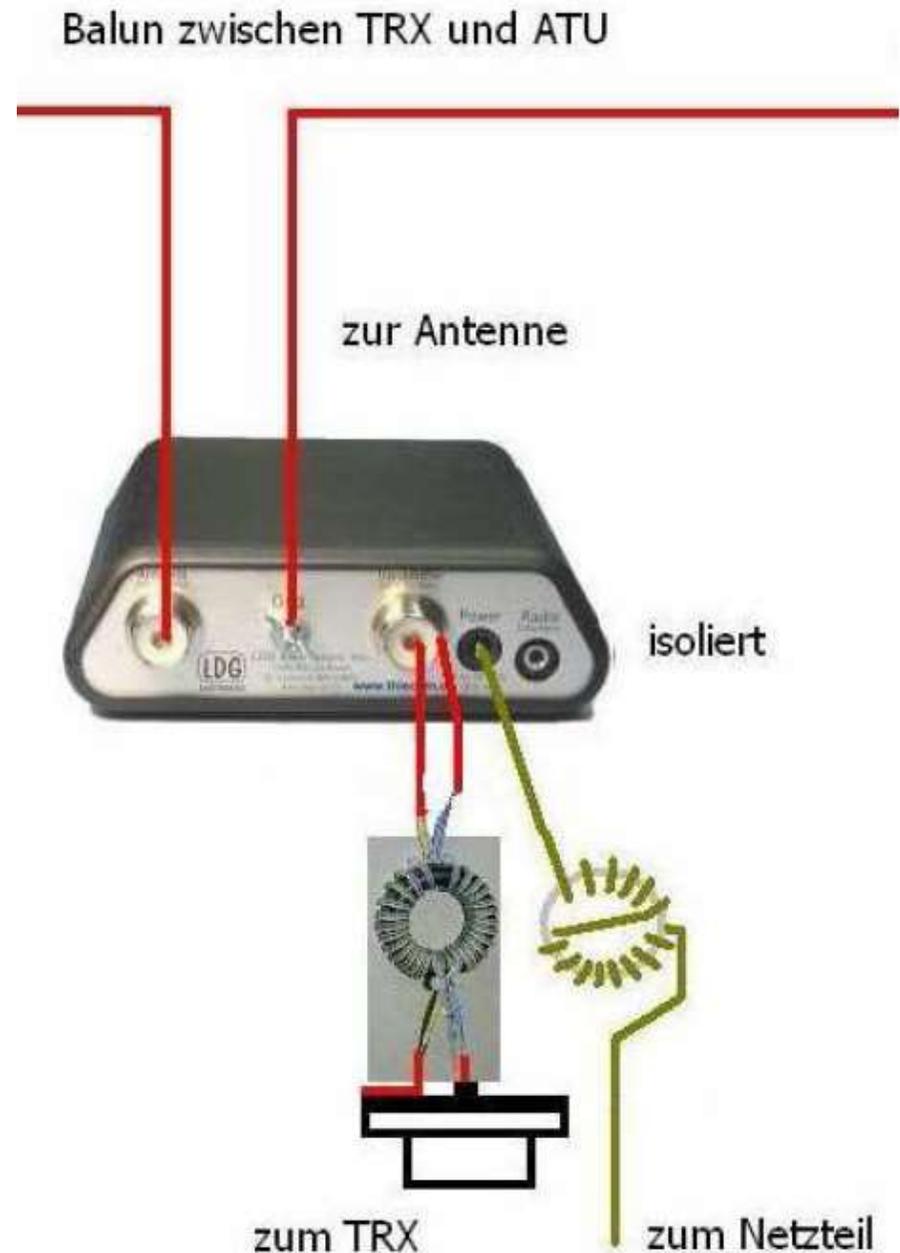
Der ATU ist jedoch „HF-heiß“

Vorteil: da der Balun auf der 50 Ω . Leitung sitzt, braucht er nur mäßig spannungsfest sein.

Die Sperrimpedanz muss höher, als die höchste anzupassende Impedanz der Hühnerleiter sein.

Vorsichtshalber einen Kellermann-Balun o.ä.

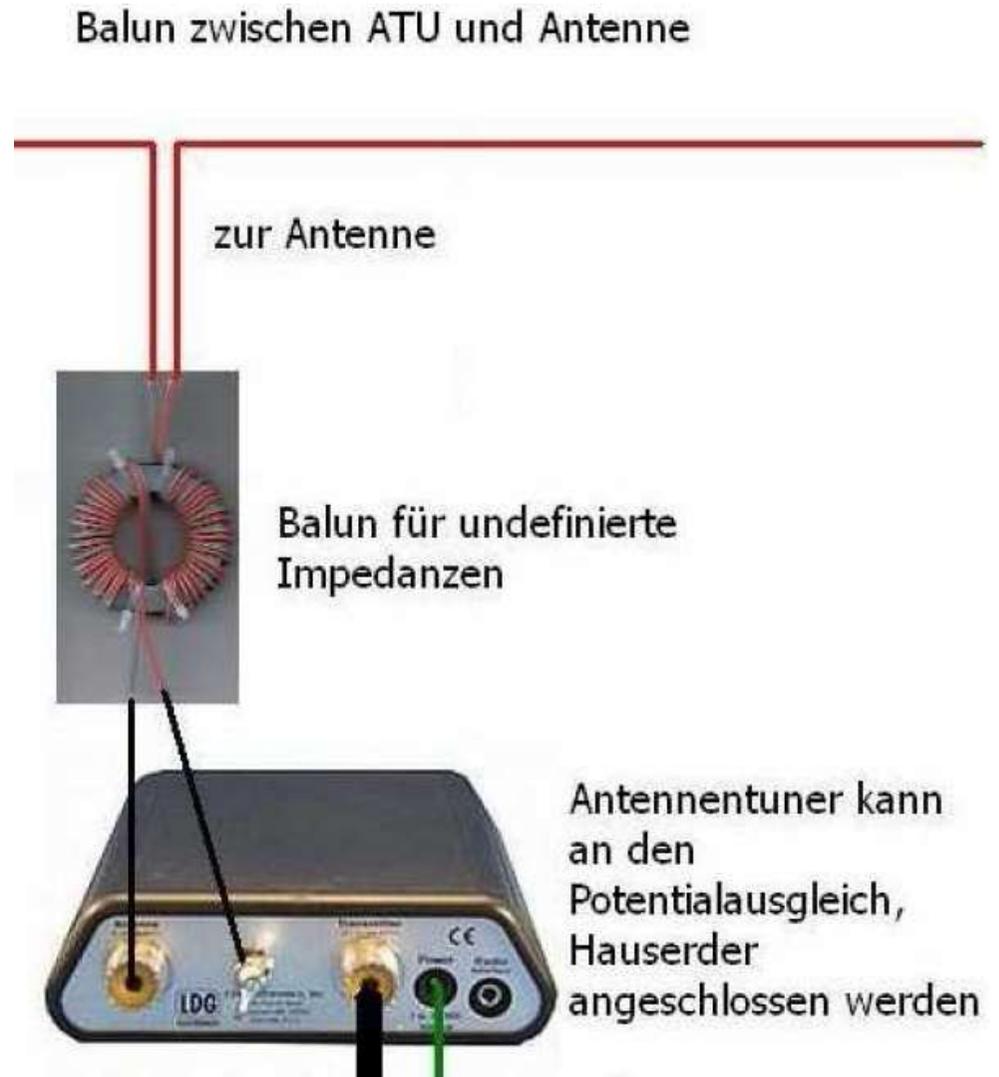
Dies gilt auch für die Strom- u. Steuerleitungen über einen separaten Kellermann-Balun.



Hühnerleiter am Antennentuner symmetrischer ATU oder nicht

Es ist auch möglich, mit einem einzigen Balun die Hühnerleiter bezüglich Gleichtaktströmen vom Rest der Amateurfunkstation zu trennen. Diese Lösung bietet sich bei TRX mit eingebautem ATU an. Der Antennentuner bzw. der TRX können an den häuslichen Potentialausgleich angeschlossen werden. Der Balun muss **spannungsfest** sein. PTFE Isolation der Drähte ist erforderlich. Verdrillte Kupferlackdrähte schlagen beim Abstimmen zu kurzer Antennen durch.

Ist die Hühnerleiter hochohmig, kann das Einschleifen eines 2Kern-Guanella-Baluns 1:4 direkt hinter dem ATU den Anpassbereich des ATU erweitern. Original (SWR1:10) 500Ω , mit 1:4 um 2000Ω .



Trotz asymmetrischen Tuner wird die Antenne durchweg symmetrisch gespeist.

Balun vor oder hinter dem Anpassgerät.

Hier gehen die Meinungen der "Gelehrten" auseinander.

Fakt ist, beides ist in 80-90% aller Fälle vollkommen gleichwertig was Symmetrie und Verluste angeht. **Grenzfälle wird es immer geben.**

Auch ist bei einem eingebauten Tuner nur der Balun dahinter möglich.

In beiden Fällen muss die Sperrimpedanz des Baluns der Impedanz der Antenne (Hühnerleiter) entsprechen.

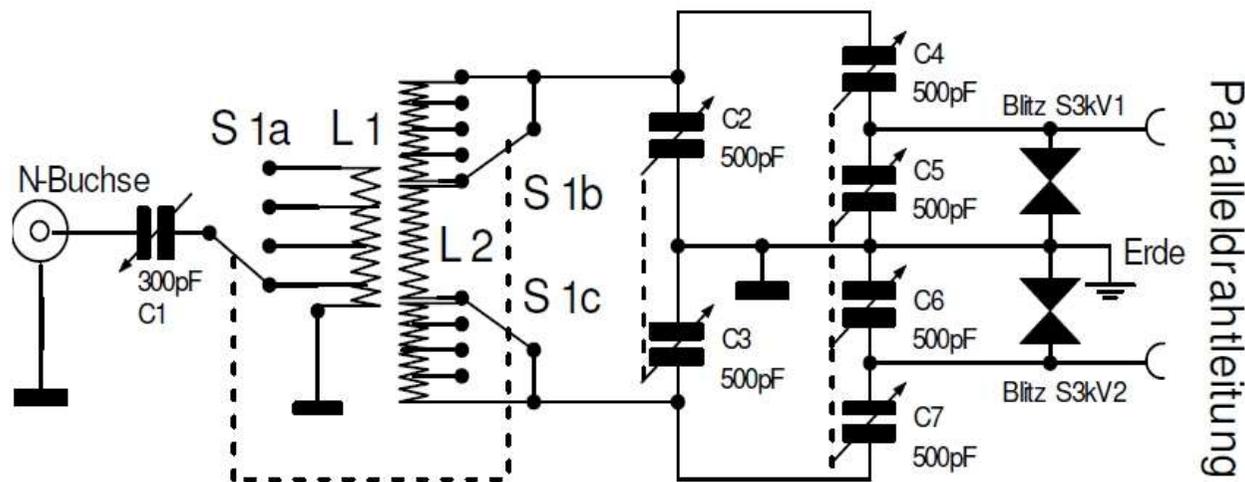
Nur die **Spannungsfestigkeit** des Baluns vor dem Tuner kann geringer sein.

Ebenso ist es mittlerweile eine Glaubensfrage ob asymmetrischer Tuner mit Balun oder streng symmetrisch aufgebauter Tuner.

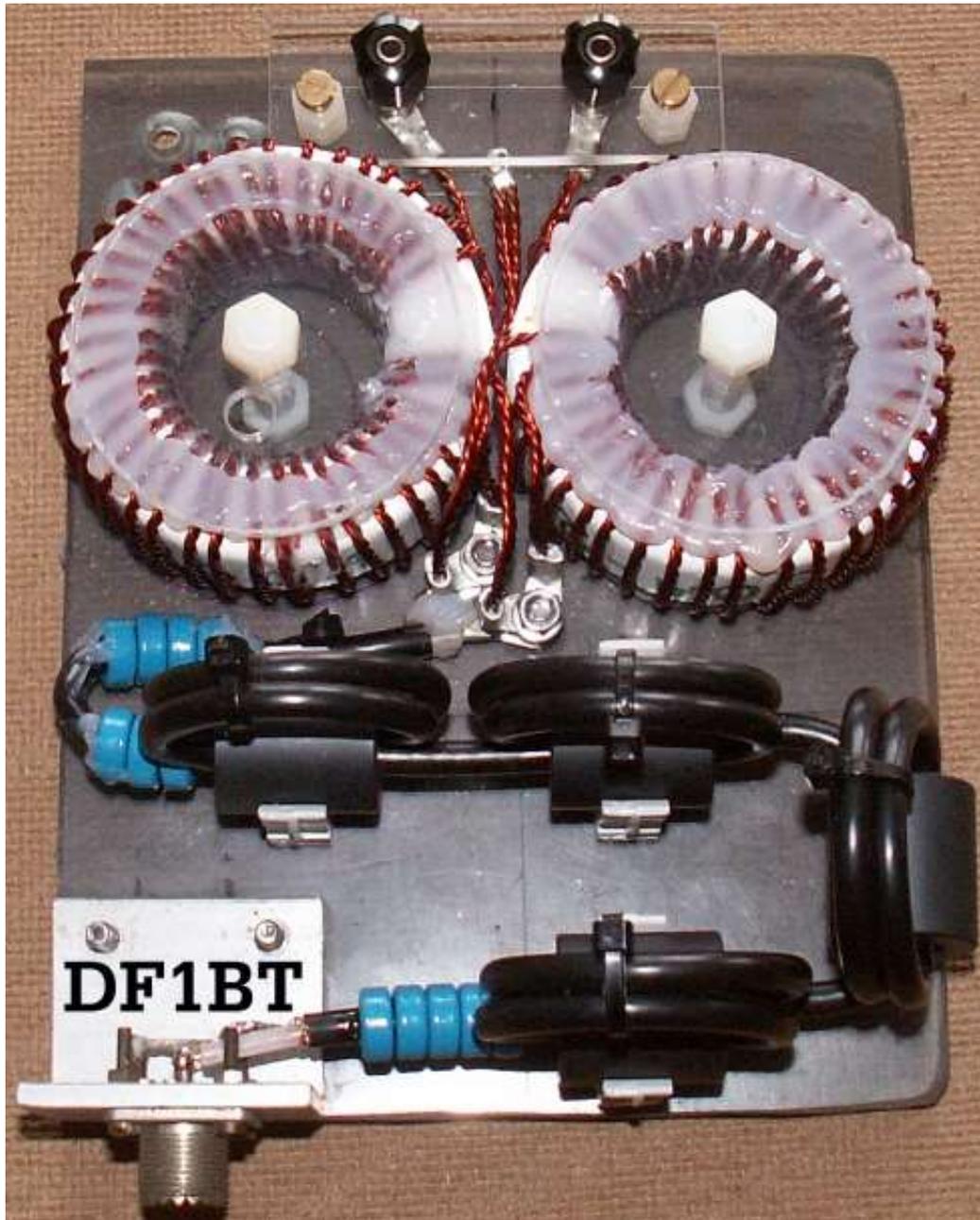
Beides wird in den allermeisten Fällen vollkommen gleichwertig sein.

Es gibt Hühnerleiter die trotz Anschluss an ein streng symmetrisch aufgebautes Anpassgerät unsymmetrisch belastet sind. Dies liegt an der gesamten Antennenanlage und nicht am Anpassgerät. In diesen Grenzfällen wäre ein asymmetrischer Tuner mit Balun vielleicht besser. Ein Balun erzwingt symmetrische Ströme. Oder man würde die Ankoppelspule des symmetrischen Anpassgerätes verschiebbar machen um Symmetrie zu erreichen. Der Gesamtaufwand und die Bedienung ist wesentlich höher.

Annecke Antennen Koppler für Paralleldrahtleitung



Ankoppelspule L1 leicht verschiebbar über L2 anbringen.

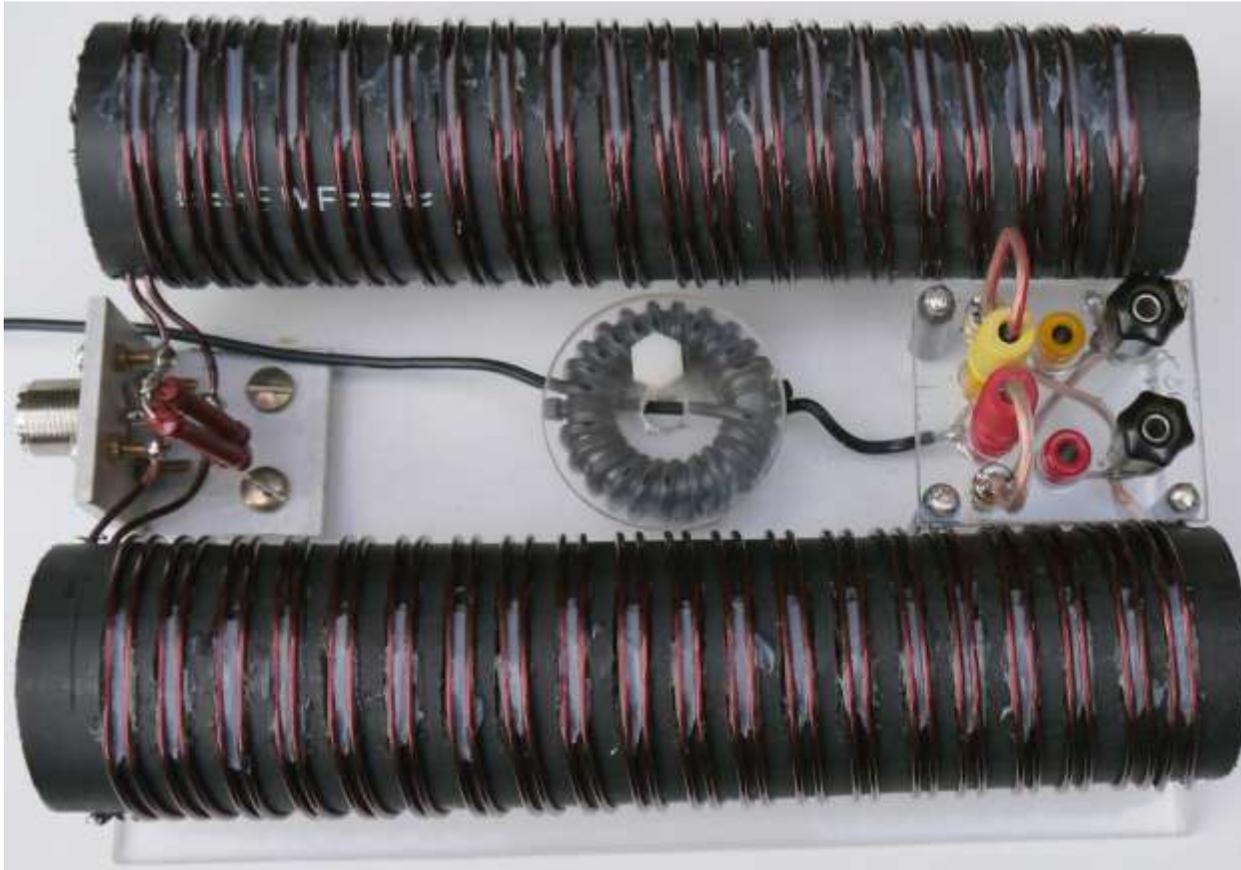


Sorgt man beim Antennenbau dafür, dass die Hühnerleiter am Speisepunkt nicht zu hochohmig und auf keinen Fall zu niederohmig ($< 300\Omega$) ankommt, so ist man mit einem Remoute-Balun gut beraten. Man braucht somit die Hühnerleiter nicht ins Haus holen. Ein kleines 8mm Loch durch die Wand für das 1m lange 75Ω Koaxkabel genügt. Oft reicht schon das interne Anpassgerät.

Guanella 1:4 mit 2 x T300A-2
Je Kern 2 x 19 Windungen mit
3 x 1,2mm verdrehtem CuL-Draht
 75Ω Koaxkabel
mit Mantelwellensperre

Wer gerne Power macht, ist mit einem Luftbalun gut bedient.

Sättigungsprobleme gibt es hier nicht, aber Mantelwellensperre nicht vergessen.



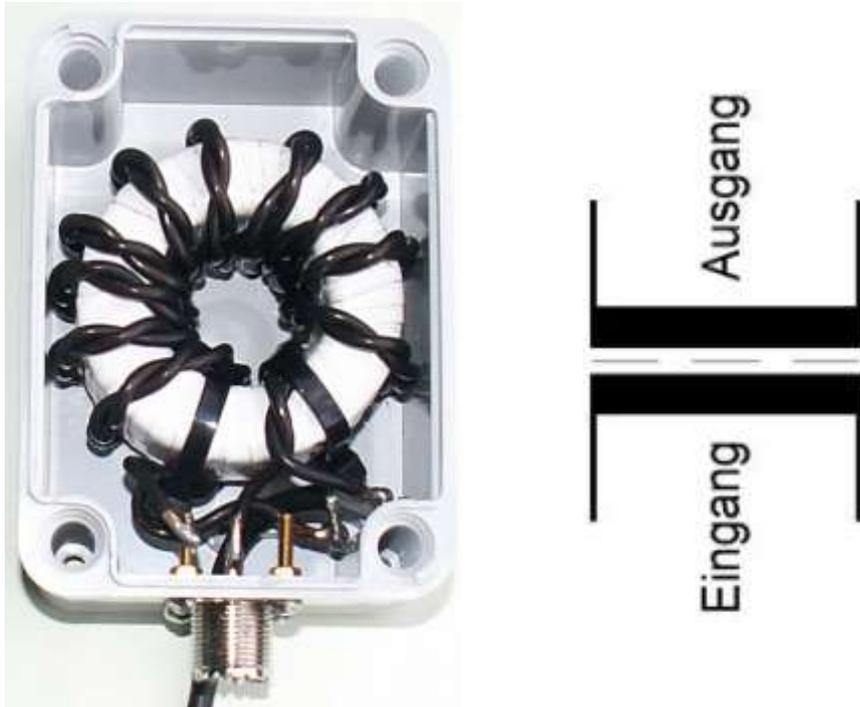
Balun umsteckbar
1:1 oder 1:4

50mmØ PE-Rohr
200mm lang mit 20 Wdg.
2 x 1,7mm CuL-Drähten
Abstand der Drähte
außen 5mm
Zwischenraum auch 5mm
Wicklungsimpedanz 100Ω

groß + klobig + gut

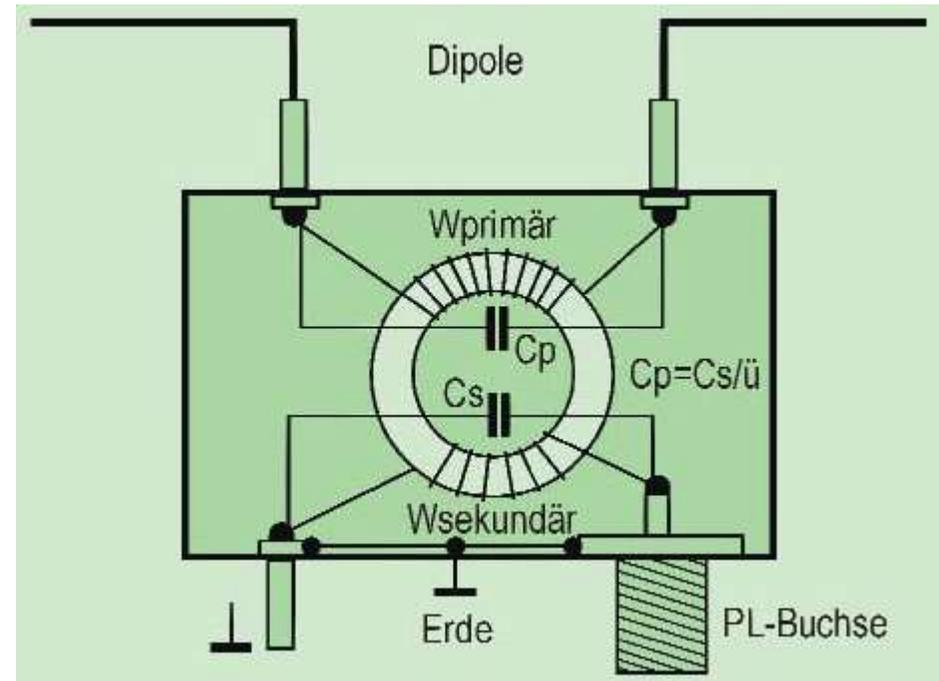
Wird dieser Balun als Remoute-Balun genutzt, so kann über die HF-Drossel (RK3 mit 10+1+10 Wdg. 130μH) die Serienbrücke beim 1:4 Balun separat dauernd geerdet werden. Statische Aufladungen werden somit verhindert.

Trennbalun 1:1 (50:50Ω)



Kern: FT240-61 o. TX58/41/18-4C65
Balun kann kompensiert werden.
Anwendung: Antennenanlagen mit
verschiedenen Erdungen und
Potentiale mit Ausgleichsströmen.
Verhindert Brummeinstreuungen.

Stepdown-Anpassung von DL7AHW



Kern DARC RK1 (bei 100W)
für ungewöhnliche Dipole
z.B. 2 x 13,5m / 27m
Alle Bänder außer 15+12m
Anpassbox erforderlich
Näheres siehe CQDL12-2009

Danke für die Aufmerksamkeit

Auf den folgenden Seiten finden sie URL's
zum Thema Mantelwellensperren
in loser Reihenfolge.

In meiner obigen Dokumentation wurden auch einige Passagen
frei aus den unten stehenden Arbeiten, als reine Information, übernommen.
Danke dafür an den Autoren dieser Informationen.

http://www.dl4zao.de/_downloads/Balun_dl4zao.pdf

https://www.darc.de/uploads/media/Baluns__Ununs__Co_01.pdf

https://www.darc.de/uploads/media/Vortrag_Sperrimpedanzen_Bebra_2010_V4.pdf

<http://www.dl4no.de/thema/sofunkt.htm>

<http://www.karinya.net/g3txq/chokes/>

<http://z52.vfdb.org/wp/wp-content/uploads/2011/12/Den-Mantelwellen-auf-der-Spur.pdf>

<http://www.cyclopaedia.de/wiki/Mantelwellen>

<http://www.dx-wire.de/files/pdf/faq-mwsp.pdf>

<http://www.dg0sa.de/stoerungen.pdf>

<http://www.dl0shg.de/afu/016/AFU-612.PDF>

<http://www.wolfgang-wippermann.de/messbal1.htm>

<http://www.id-elektronik.de/produkte/BALUNs/Allgemein/index.htm>

<http://do7tc.stardado.de/tag/mantelwellensperre>

http://www.saure.org/assets/plugindata/poola/kellermann_bauanleitung_materialliste_1kw.pdf

<http://www.viehl-radio.de/homeda/vlf/mantel2.pdf>

<http://blog.dk5dc.com/?p=577> (Mal was zur Mantelwellensperre)

<http://mosers-on-tour.net/hb9lcd/kw-antennenzubehoer/mantelwellensperre/>

http://www.dl2lto.de/sc/HB_HL_bal.htm

<http://funkperlen.blogspot.de/2015/09/ehrenrettung-fur-den-unun.html>

<http://www.qth.at/oe3dsb/HB9ABX-Mantelwellenfilter.pdf>

<http://dk5oh.jimdo.com/bastelprojekte/mantelwellensperre-qro/>

<http://www.ehrmeierfreising.de/media/3608e6c9f004145ffff807affffff1.pdf>

<http://www.amidon.de/contents/de/d382.html>

http://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=37&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjBhmk_4XLAhXFJw4KHWTFC0c4HhAWCEMwBg&url=http%3A%2F%2Fwww.viehl-radio.de%2Fhomedata%2Fvlf%2Fmantel.ppt&usq=AFQjCNGGzq5HfEL5213I8OzNDiFUrNZg8w&bvm=bv.114733917,d.ZWU (Mantel.ppt DK8AR)

<http://de.slideshare.net/digiklecks/mantelwellen-balun> (DK8AR)

<http://docslide.de/documents/vortrag-von-dk8ar-henri-thema-mantelwellensperre-balun-20080919dk8arh33.html>

<http://slideplayer.org/slide/888933/> (DK8AR)

<http://www.techwriter.de/beispiel/empfangs.htm>

<http://www.dc7jzb.de/node/9> (Koax-Luftbalun)

(SWR-Messungen sind bei Luftbaluns überflüssig und sagen nichts über die Sperrwirkung aus. Man misst nur das Koaxkabel und dass ist immer breitbandig gut, wie jedes andere Stück Koax-Kabel auch. Ob nun aufgewickelt oder nicht. Laut Grafik von G3TOX ist diese Ausführung (20Wdg. 100 Ø Rohr) als Mantelwellensperre nur um das 40m-Band zu gebrauchen. (Anmerkung DF1BT: Mit Ferritkernen geht es besser, kleiner, billiger und vor allem breitbandiger.)

<http://www.qrp4fun.de/dl-qrp-ag/pdf/erde.pdf>

<http://www.patent-de.com/19950511/DE4418202C1.html>

<https://dl3tu.wordpress.com/2016/01/16/mantelwellensperre-common-mode-choke/>

<http://oh7ps.com/videot/choke.pdf>

<http://www.freitag-wittmund.de/dk9bs/mantelstromsperre.pdf>

