

Baluns, Ununs und Co.

Eine kurze Einführung in den Selbstbau

Dr. Ing. Hans E. Krüger, DJ8EI / PA8EI, KX4BR
OV Bad Honnef, G09
September 2020

Was ist was

- Balun
- Unun
- Mantelwellensperre/Mantelwellendrossel
- Hybridbalun
- Strombalun
- Spannungsbalun
- Mantelwellen
- “Magnetic” Balun
- Ferrit - und Eisenpulver Ringkerne
- Symmetrierglied

Wozu braucht man sowas überhaupt?

- Transformation von unterschiedlichen Wellenwiderständen / Impedanzen zwischen Speiseleitung und Antenne
- Zur Symmetrierung und damit Unterdrückung von Mantelwellen (Wirkung im Sende – und Empfangsfall)

Eine interessante Erfahrung.....(1)

- Ich war mit der Familie in jüngeren Jahren in einem Ferienhaus in der Bretagne.....
- Natürlich – als F/DJ8EI – „im DX – Ferienmodus“ QRV.....
- Funkgerät IC 7000 mit 100 W und....
- Multiband Dipol FD4 – ein „Non Center Fed Dipole“
- Sobald ich auf Senden ging schaltete der Transceiver ab.....? Auch das Vermindern der Sendeleistung bis hinunter auf 2 Watt (Poti „RF Power“ Linksanschlag) half nicht....
- Was tun??

Eine interessante Erfahrung (2)

- Ich hatte aber zufällig einen Ferritkern und CuL Draht im AFU – Werkzeugkoffer
-und öfter mal im „Rothammel“ geblättert (es war noch die DDR – Auflage mit dem schlechten Papier aus dem Zwangsumtausch)
- Also, den Kern frei nach Gefühl zweidrähtig mit CuL Draht bewickelt, zwei SO239 Buchsen angelötet (man sollte als HAM nie ohne in Urlaub fahren!)
-und in die Antennenleitung eingeschleift.
- Oh Wunder!!!!!! Funken auf allen KW Bändern mit 100 Watt kein Problem mehr
- Das war die Initialzündung für diese Präsentation!

Mantelwellen, was ist das?

- Mantelwellen sind Ausgleichsströme
- zwischen ungleichen Schnittstellen
- oder hervorgerufen durch
Direkteinstrahlung

Beispiel 1

Einfluss von
Mantelwellen auf das
Strahlungsdiagramm
eines Koax - gespeisten
Dipols

Oben: mit Balun
Unten: ohne Balun

Quelle: Rothammel 13. Auflage,
S. 193

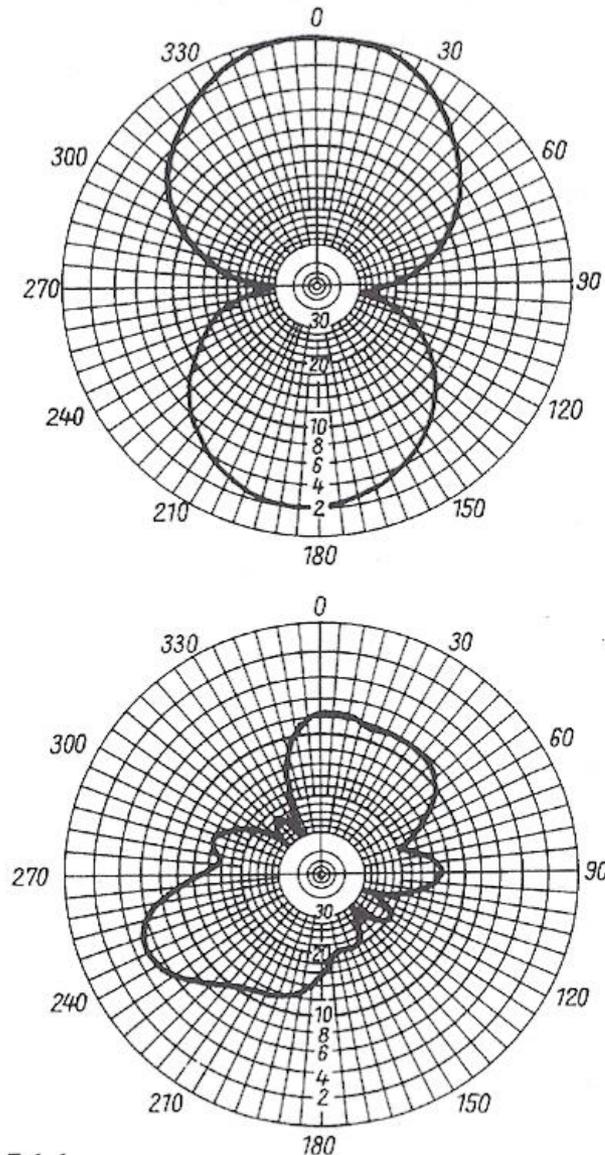
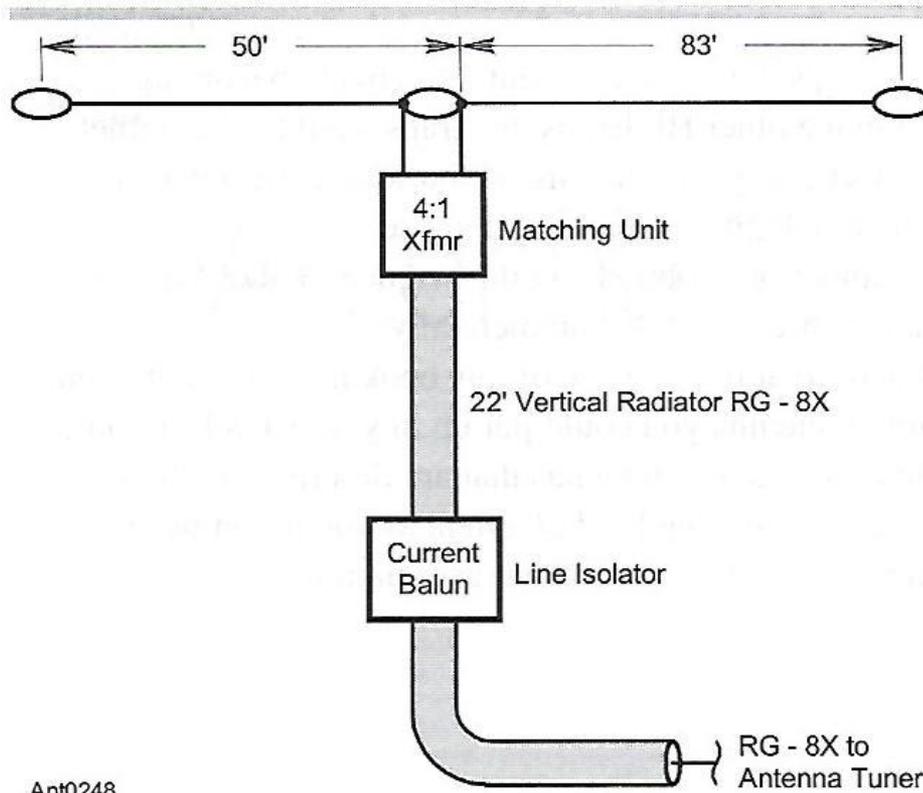
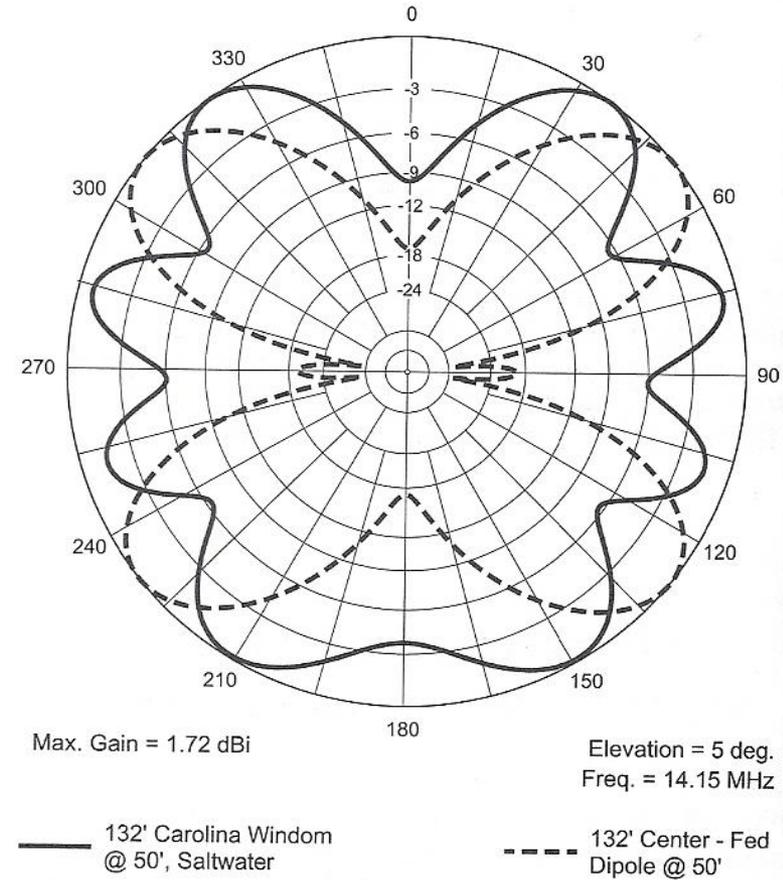


Bild 7.1.1
Strahlungsdiagramm eines Dipols (mit und ohne Balun)

Beispiel 2 „Carolina Windom“



Ant0248



Quelle: ARRL Antenna Book

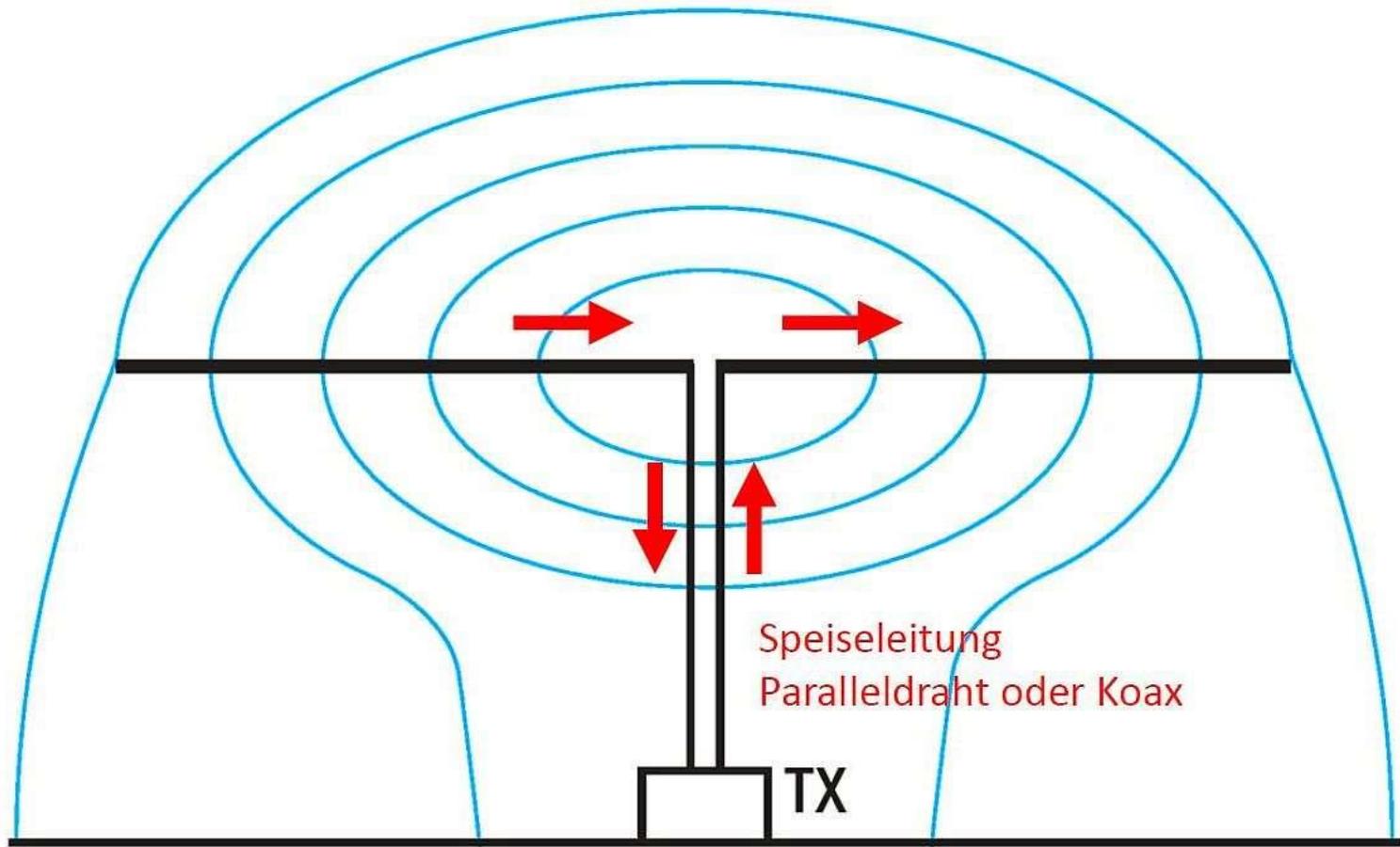
Mantelwellen entstehen.....

- bei Unsymmetrien in der Antenneneinspeisung, besonders bei “Non Center Fed Antennas”
- Bei unterschiedlicher kapazitiver Beeinflussung durch die Antennenumgebung (Gebäudeteile, Zäune, Bäume, Metall)
- Bei nicht mittiger/senkrechter Ableitung des Speisekabels und Strahlungskopplung auf das Speisekabel
- Bei allen Vertikalantennen mit nicht ausreichenden Gegengewichten
- Bei allen endgespeisten Drähten

Die Folge von Mantelwellen

- Das eigentlich nur zum (strahlungslosen Transport bestimmte) Speisekabel wird Teil der strahlenden Antenne und verformt das Strahlungsdiagramm
- Was oft noch schlimmer ist, es empfängt auch Störungen durch externe Signale
- HF – Ströme vagabundieren im Shack und verursachen z.B. ein „heisses Mike“ oder Störungen in anderen Empfangsgeräten

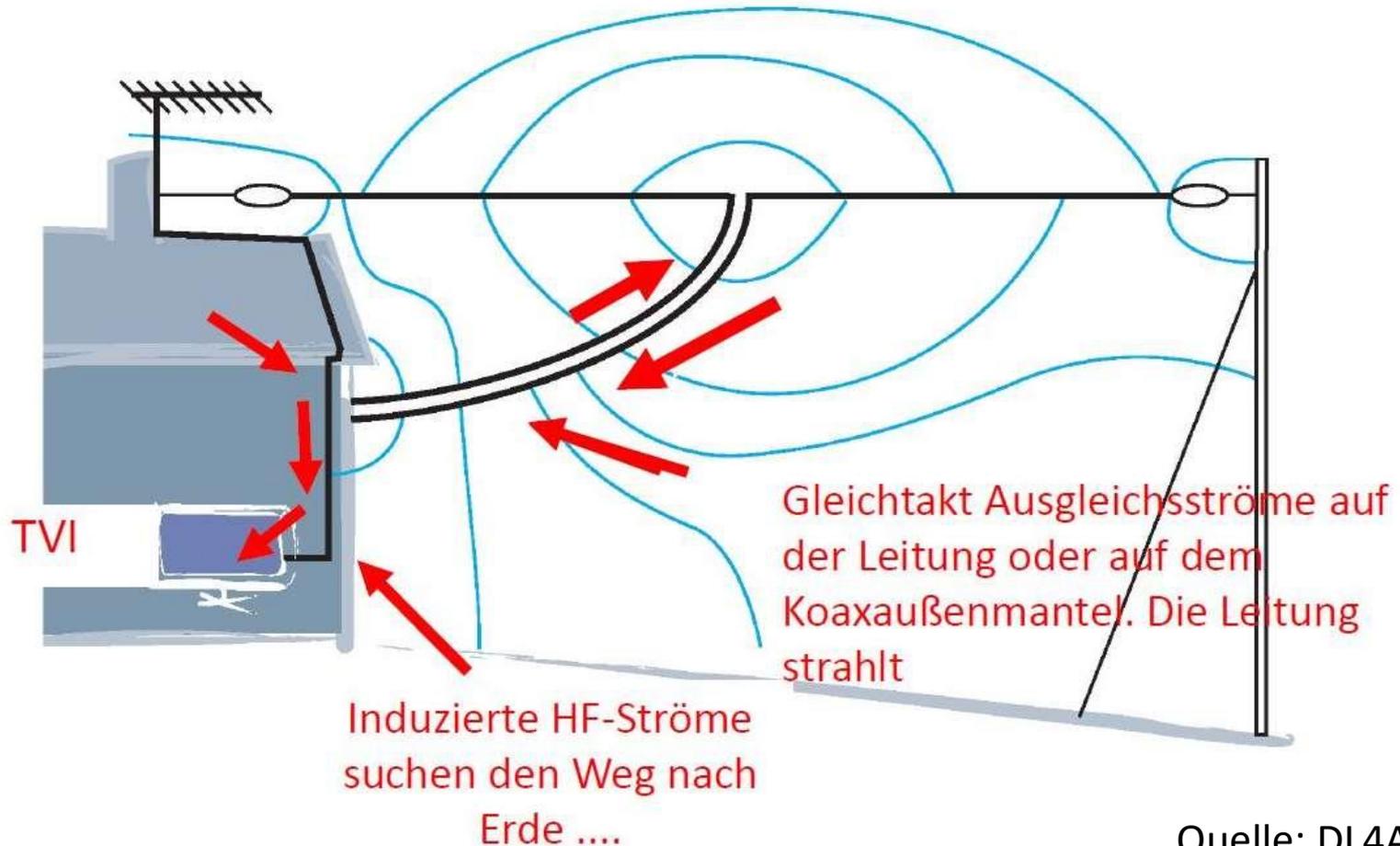
Strahlungsdiagramm Idealer Dipol



Keine Mantelwellen!

Quelle: DL4AZO

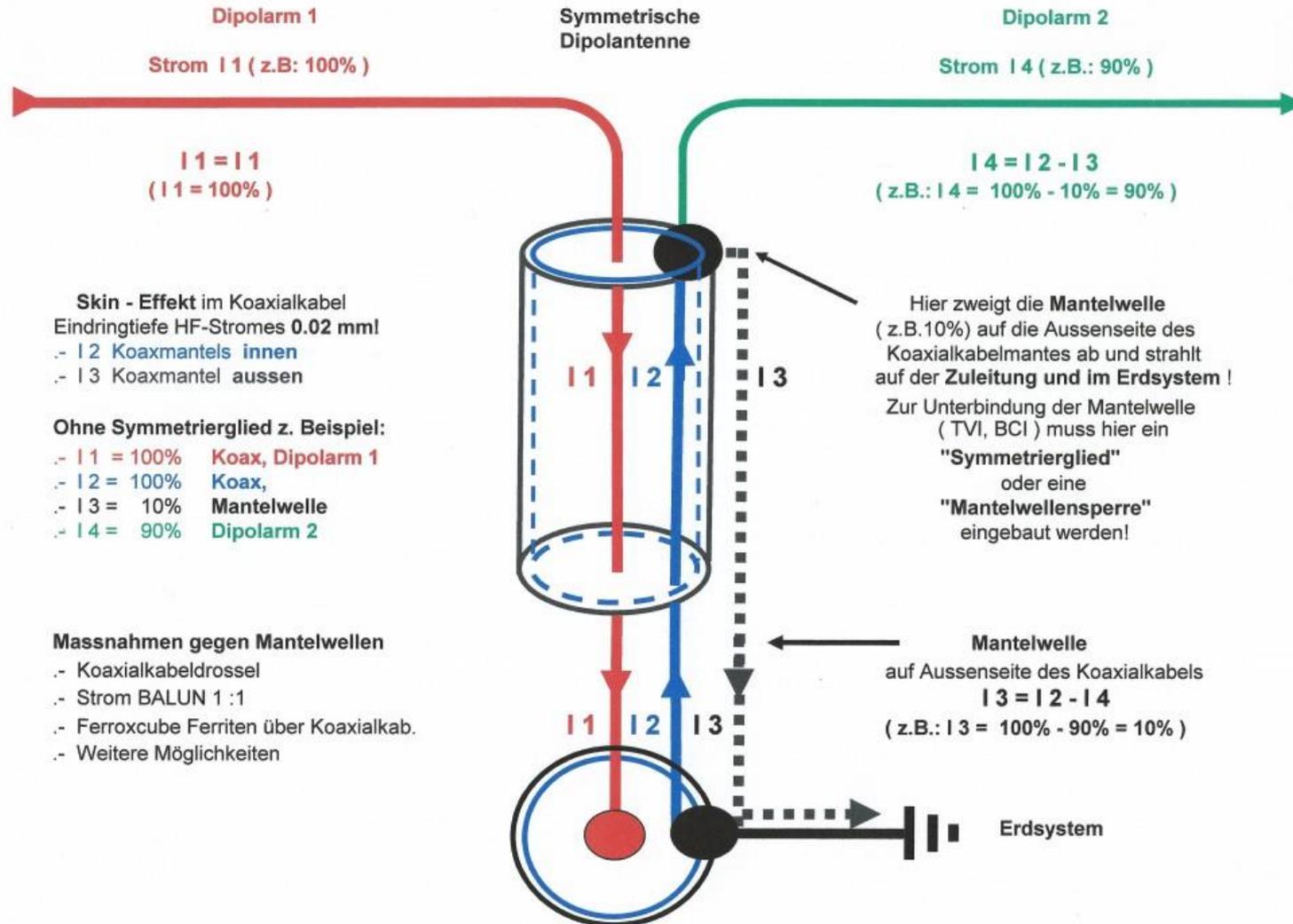
Strahlungsdiagramm Realer Dipol



... und verursachen auf vielerlei Art Störungen im Haus

Quelle: DL4AZO

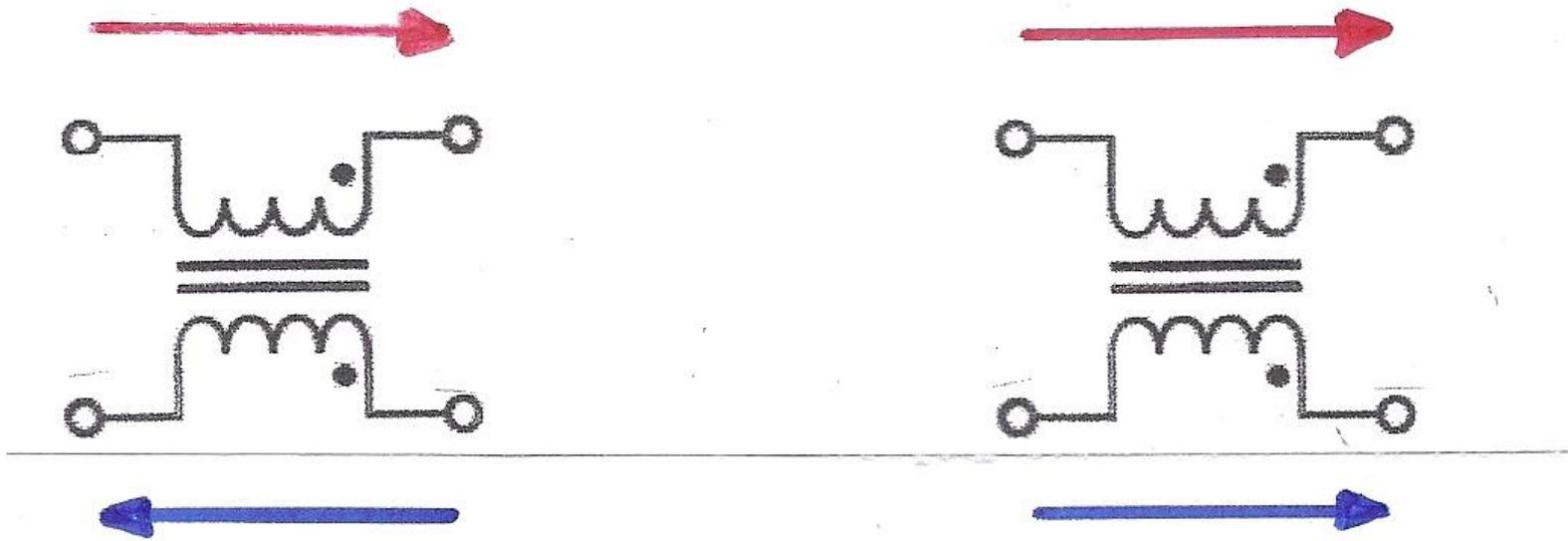
Mantelwellen



Was tun gegen unerwünschte Mantelwellen?

- Ein Bauteil, das Gegentaktströme ungehindert fließen lässt und Gleichtaktströme unterbindet.....
-ist ein BALUN (BALanced- UNbalanced)
-oder auch ein UNUN (UNbalanced UNbalanced)
- Zur Mantelwellenunterdrückung werden zur Verwirrung der HAMs auch die Begriffe Strombalun, Mantelwellensperre, Mantelwellendrossel, Gleichtaktdrossel, Symmetrierglied verwendet.
- Es gibt zahlreiche Bauformen zur Realisierung

Prinzip des Strombaluns (Gleichtaktdrossel)



Gegentaktstrom
Magnetfeld = 0
nur Leitungsinduktivität

Gleichtaktstrom
Magnetfeld hoch
hoher induktiver Widerstand

Prinzip Strombalun (1)

- Gleichtaktdrossel (Stromkompensierte Drossel, engl. „Common Mode Choke“) hat mehrere Wicklungen, die vom Antennenstrom durchflossen werden.
- In der Antennenzuleitung fließt im symmetrischen Falle in beiden Leitern ein gegensinniger „Gegentaktstrom“, dessen magnetische Felder sich im Drosselkern aufheben. Der Antennenstrom kann ungehindert fließen.

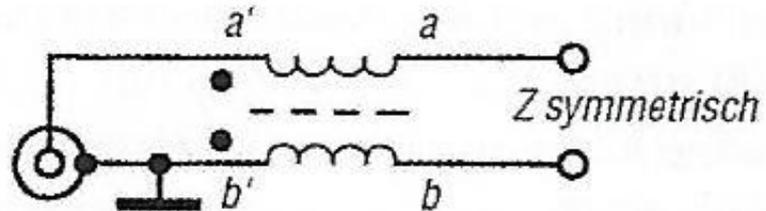
Prinzip Strombalun (2)

- Sobald ein Gleichtaktstrom/Mantelwelle auftritt, stellen die Wicklungen mit ihrem nun hochwirksamen ferromagnetischen Kern hierfür einen hohen magnetischen Widerstand dar, der die Gleichtaktströme/Mantelwellen unterdrückt, während der Gegentaktstrom ungehindert fließt.
- Der Eingang des Systems sieht also trotz Mantelwellen am Ausgang symmetrische Antennenströme, daher „Symmetrierglied“. Das Coaxkabel strahlt nicht ab.

Prinzip Strombalun (3)

- Nur die Energie der Mantelwellen sorgt für einen (relativ geringen) magnetischen Fluss im Ringkern
- Der Ringkern muss nur für geringe Leistungen dimensioniert werden

Strombalun



Z unsymmetrisch

Bild 16.10: Schema eines klassischen Strombaluns

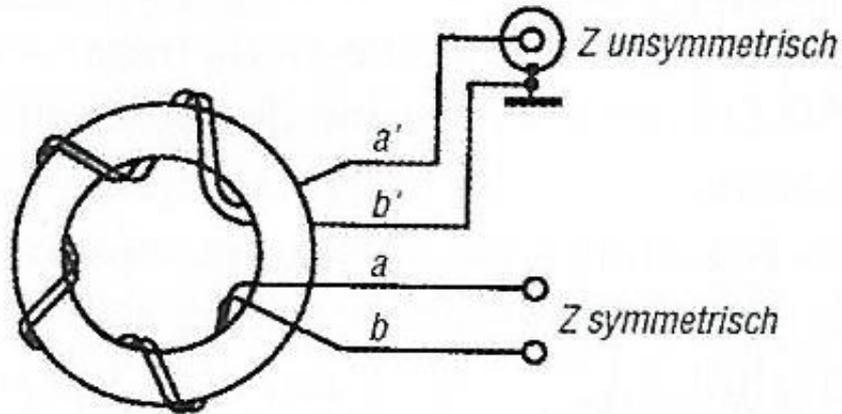


Bild 16.11: Ausführungsdetails des klassischen Strombaluns

Quelle : HB9ACC

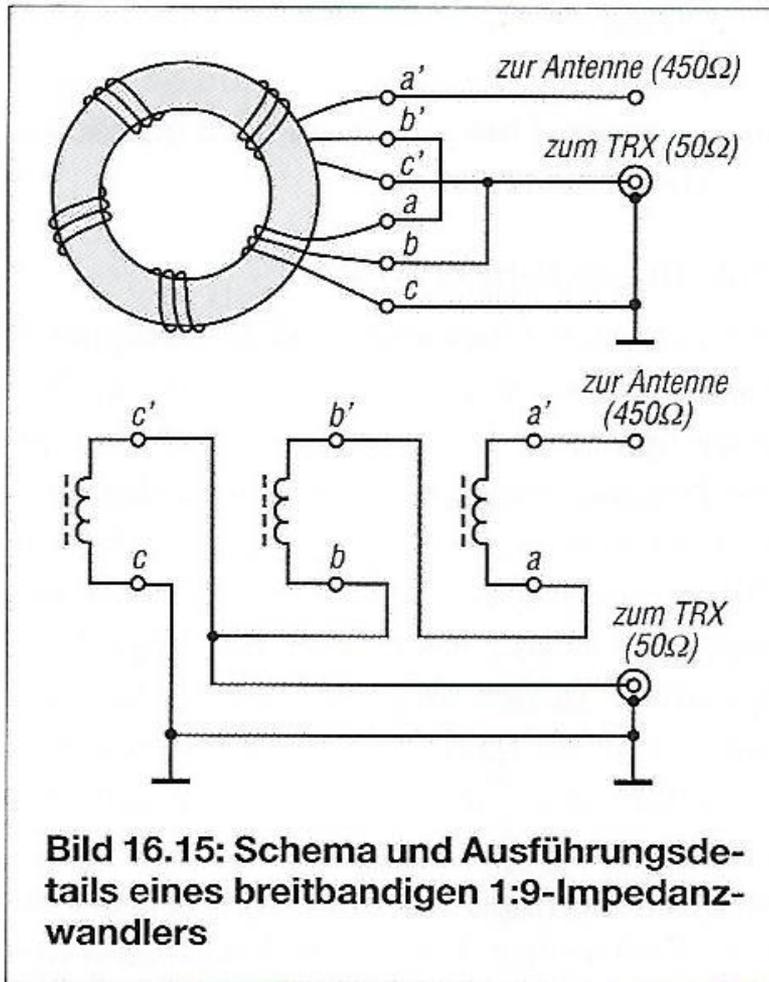
Strombalun

- Gute Symmetrierung zwischen unterschiedlichen Schnittstellen
- Unterdrückung von Mantelwellen
- Einfacher Aufbau
- Wirkt auch bei Empfang
- Nur Mantelwellenströme tragen zu Verlusten bei

Spannungsbalun

- Werden meist zur Impedanztransformation eingesetzt
- Symmetrierungswirkung begrenzt, keine Mantelwellenunterdrückung
- Beide Ausgänge liegen galvanisch auf Masse (Vorteil: keine statische Aufladungen!)
- Aber: die gesamte Leistung fließt durch den Transformator (meist Ringkern), es gibt Sättigungs – und damit Verlustprobleme und Nichtlinearitäten bei hoher Leistung

Spannungsbalun



Quelle: HB9ACC

Anwendung Spannungsbaluns

- 1 : 2 – 1 : 2,5 Ganzwellenschleifen, Delta Loop
- 1 : 4 Schleifendipol, VHF Yagis
- 1 : 6 Windom , FD3, FD4, NCF - Dipole
- 1 : 9 - 1 : 16 Langdraht Antennen, End-gespeiste Dipole

Ausführungsformen von Baluns/Ununs

- Koax – Luftbaluns
- Ringkern Baluns – Eisen, Ferrit
- Koax Kabel mit Ferritringkernen
- Koax Leitungsübertrager -
Symmetrierglieder
- Hybridbaluns

Koax - Luftbalun

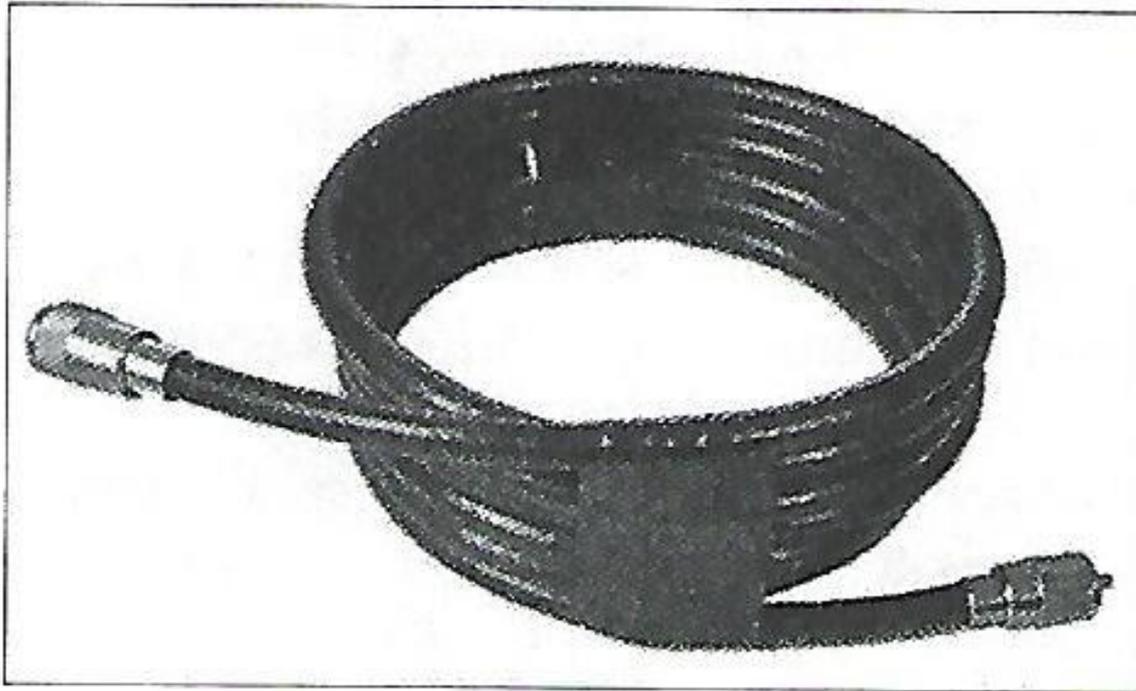
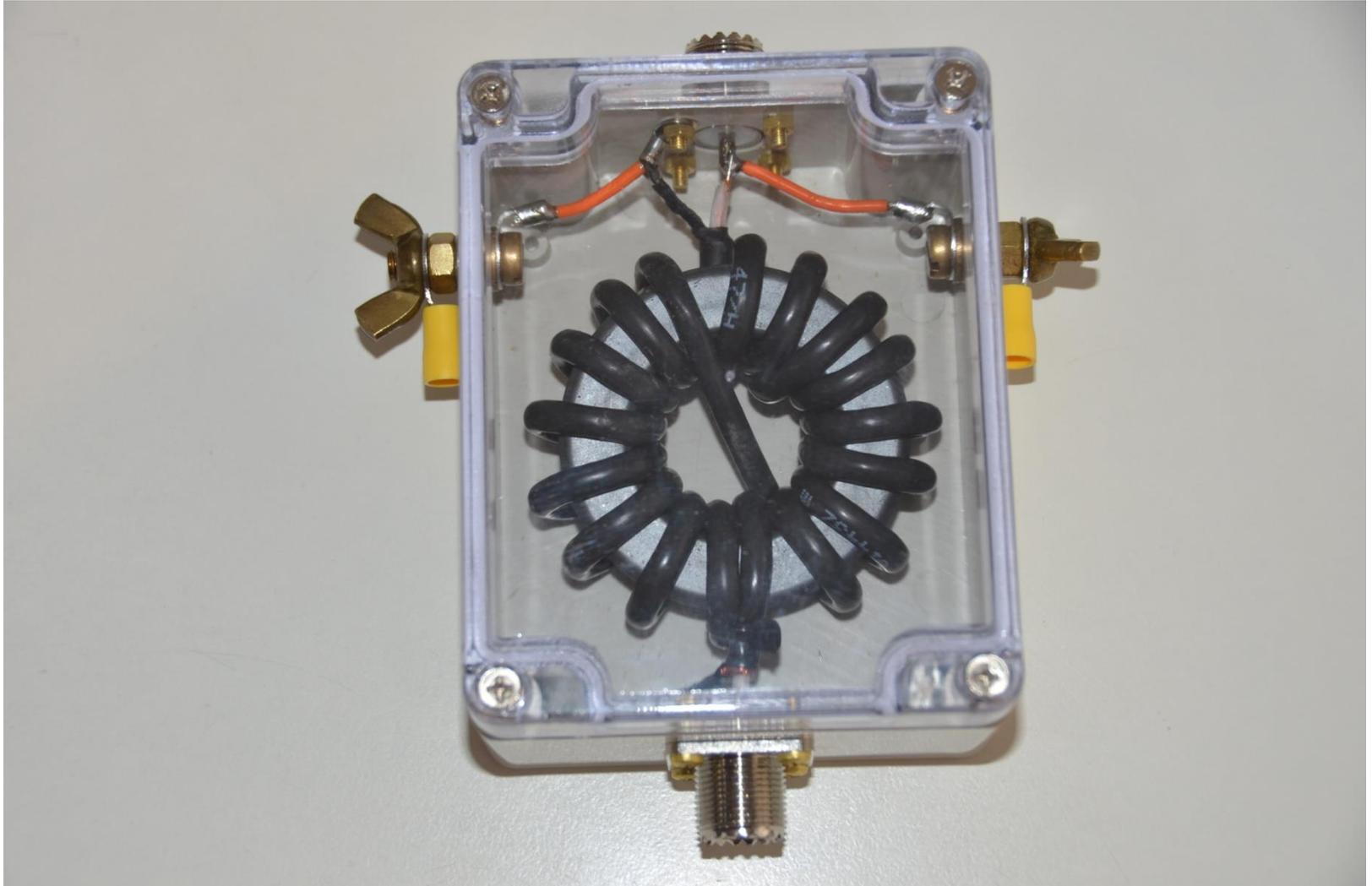


Bild 16.9: Vorbildlich gestaltete Mantelwellensperre in Form einer Koaxialkabelspule

Coax Luftbaluns

- Leistungsgrenze = Koaxkabel-Werte (>5 kW)
- Keine Sättigungsprobleme mit Erwärmung bis hin zur Zerstörung
- keine Entstehung von Oberwellen durch Nichtlinearität
- Keine Überschläge zwischen Windungen und Kern
- Voluminös
- Schmalbandiger als Baluns mit Ferritkernen

Ringkern Baluns - Koax



Ringkern Baluns - Draht

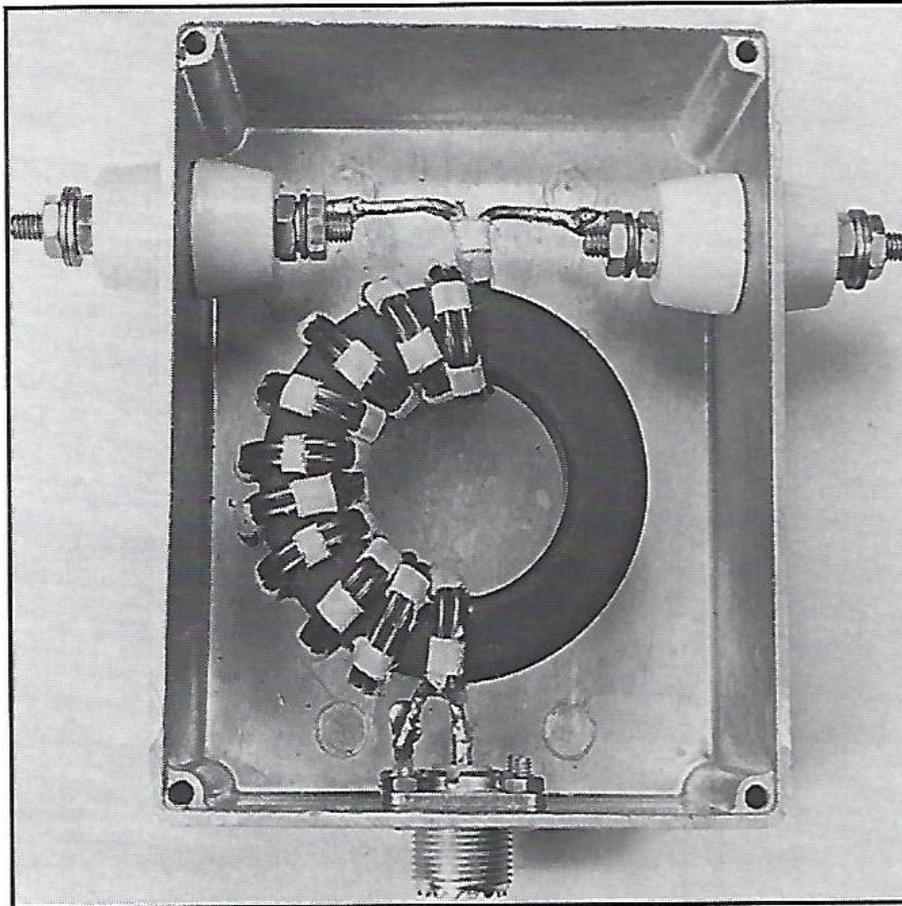


Photo 7-G. My high-power design of a bifilar toroidal (Guanella/current) 1:1 Balun mounted in a 4 inch long by 3 inch wide by 2.25 inch high Bud aluminum box.

Quelle: W2FMI

Koax Balun mit Ferritringkernen

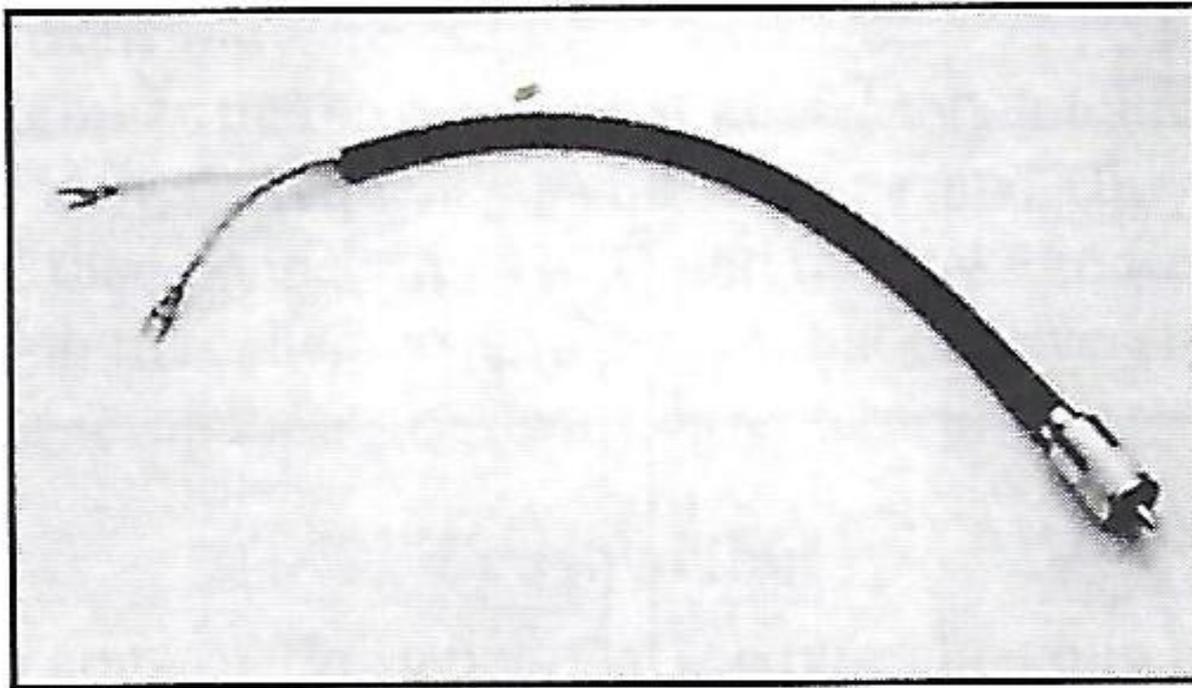
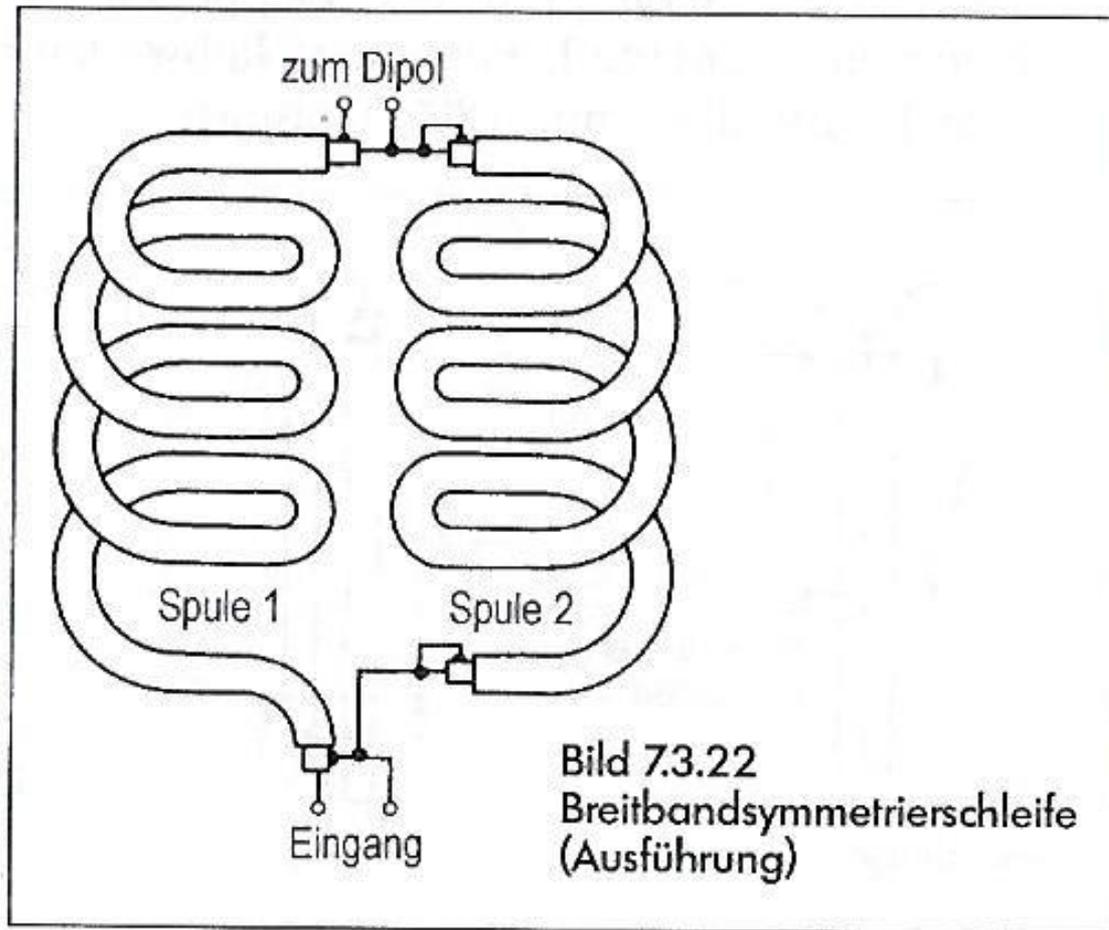


Fig 33—A W2DU bead balun consisting of 50 Amidon no. FB-73-2401 ferrite beads over a length of RG-58A coax. See text for details.

Quelle: ARRL
Antenna Book
21. Edition

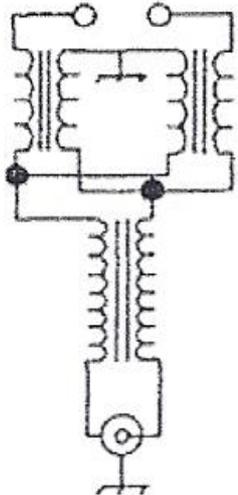
Koax – Leitungsübertrager Symmetrierbalun



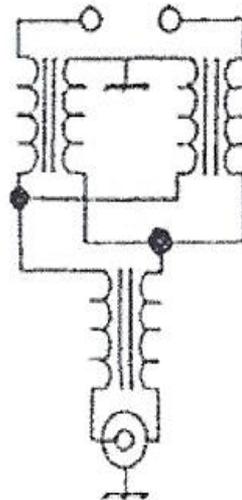
Quelle: Rothammel

Hybridbaluns

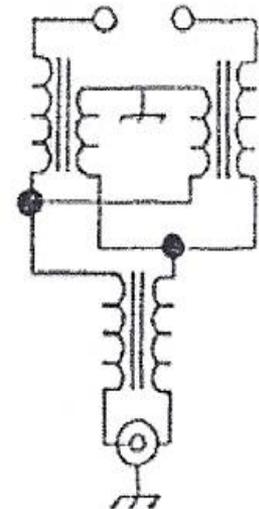
- Kombination von Transformationsbalun und Mantelwellensperre (Beispiel Fritzel AMA Serie)



1:2
AMA



1:4
AMA



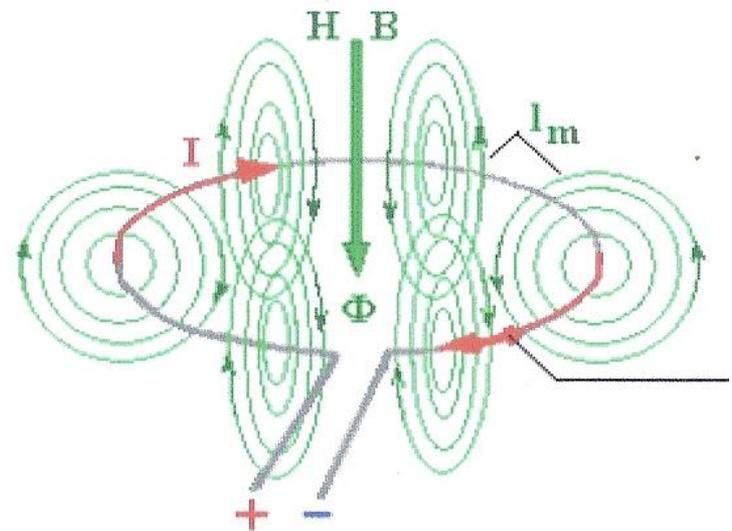
1:6
AMA

Materialien für Ringkerne

- Eisenpulver Ringkerne
 - Schwingkreise
 - Verlängerungsspulen in Antennen
 - Koppler
- Ferrit Ringkerne
 - Breitbandübertrager

Permeabilität von Ringkernen (1)

- Elektrischer Strom durch Leiterschleife erzeugt ein Magnetfeld
- Gesamtzahl der Feldlinien ist Magnetischer Fluss
- Fluss pro Fläche ist Flussdichte
- Werkstoffe statt Luft in der Leiterschleife/Spule verändern die magnetische Flussdichte



Permeabilität von Ringkernen (2)

- Permeabilität = Durchlässigkeit für Feldlinien
- Permeabilität μ gibt an, wieviel mal größer die magnetische Flussdichte ggü. Luft ist
- Permeabilität ist nicht konstant sondern hängt von der magnetischen Feldstärke ab, kann in Sättigung gehen (Nichtlinearität, Verluste, Erhitzung)
- Ferromagnetische Materialien konzentrieren die Magnetfeldlinien in ihrem Inneren besonders stark

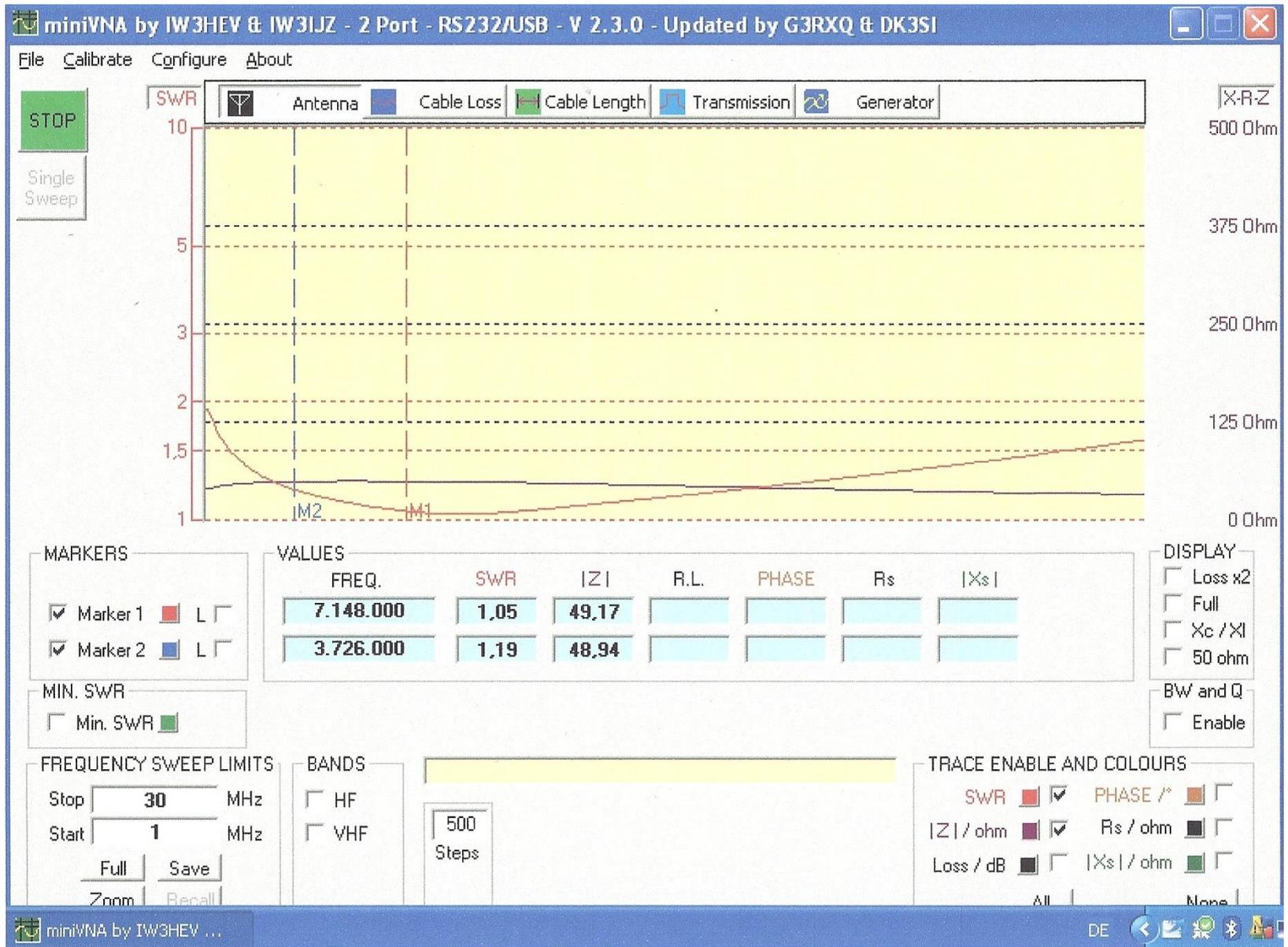
Permeabilität von Ringkernen (3)

- Eisenpulver Ringkerne $\mu = 1 - 20$
- Ferrit Ringkerne $\mu = 40 - 2000$
- **Für den KW Bereich 1- 30 MHz gilt:**
- Zu niedrige Permeabilität führt zu schlechten Baluneigenschaften im unteren Bereich (zu geringe Kopplung zwischen den Wicklungen)
- Zu hohe Permeabilität führt zu schlechten Werten im oberen Bereich (Verluste mit steigender Frequenz)
- Gebräuchliche Werte für Ferritkerne für Breitbandanwendungen $\mu = 40 - 800$

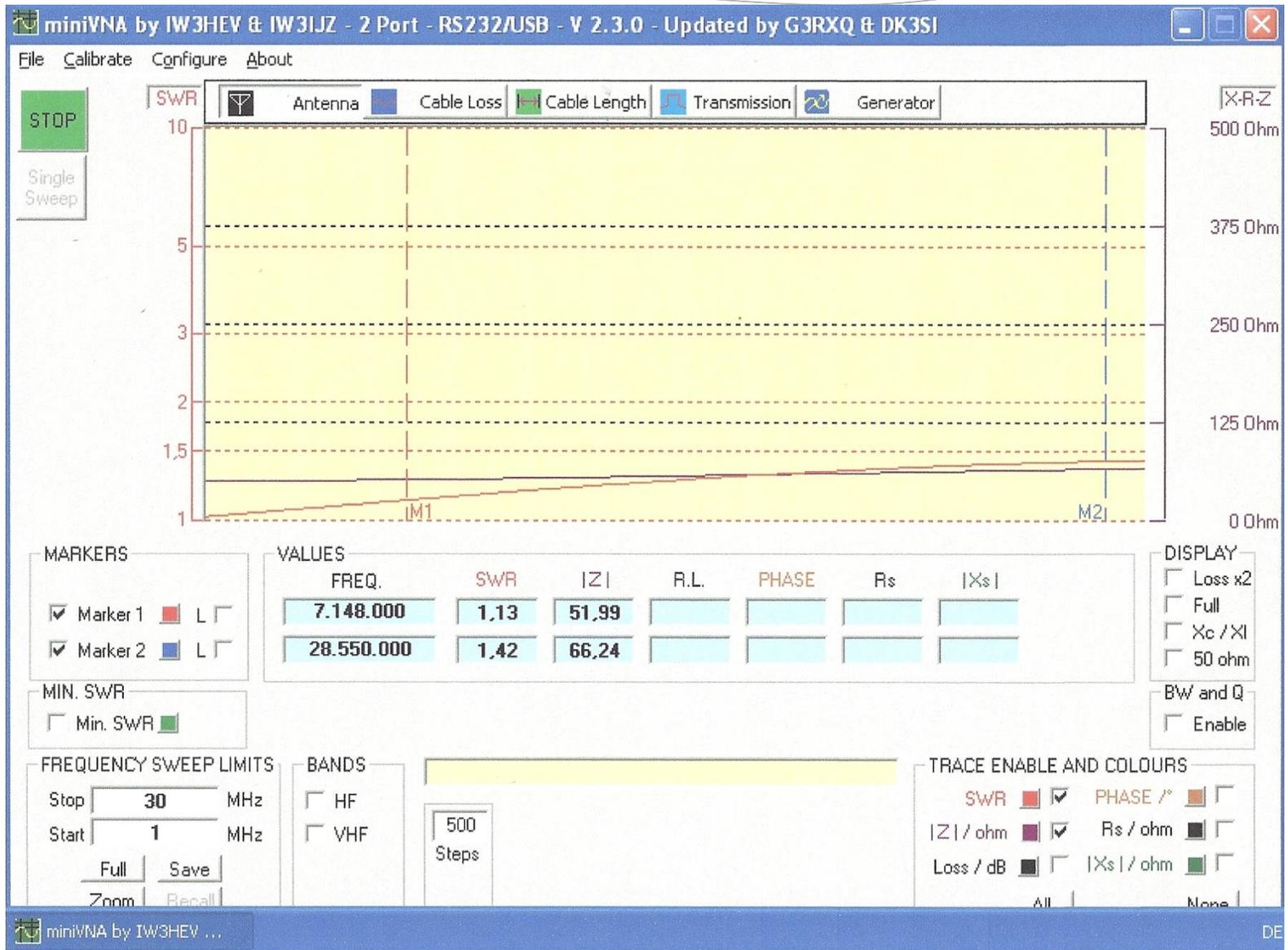
Permeabilität von Ringkernen (4)

- Für Breitbandanwendungen 1,8 – 30 MHz werden Ferritmaterialien in der Größenordnung von μ ca. 250 empfohlen
- Für den Bereich 3,5 – 30 Mhz werden Ferritmaterialien mit $\mu = 125$ empfohlen
- Für besonders für 20 m und darüber optimierte Anwendungen werden Materialien mit μ ca. 40 empfohlen
- (Wir verwenden für die Mantelwellensperre/den 1:1 Balun der ZS6BKW Multiband Antenne ein Ferroxcube Material mit einem $\mu = 125$)
- Quelle: Jerry Sevick, W2FMI

Messwerte Fritzel Balun

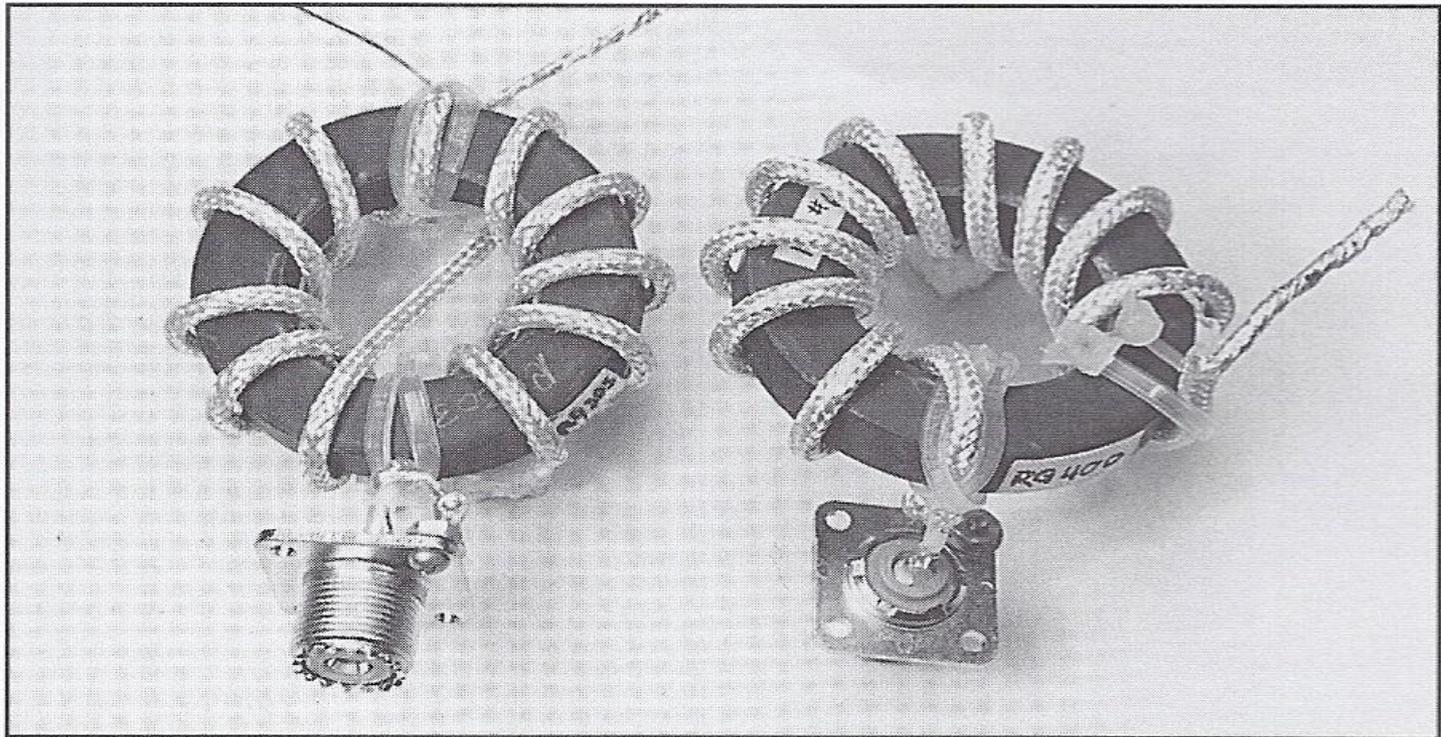


Messwerte Eigenbau Balun



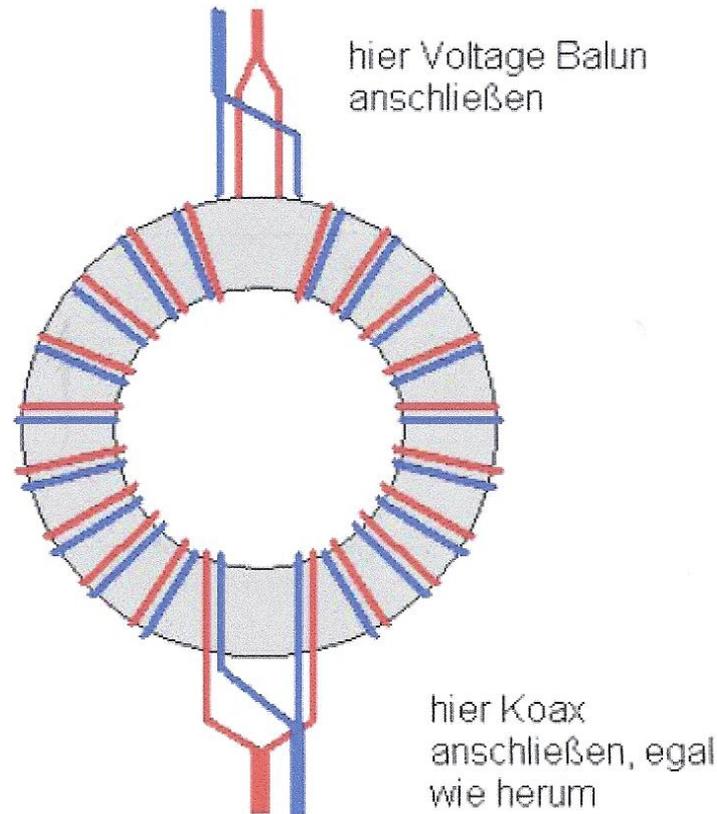
Bauformen 1 : 1 Baluns / Ununs

- 1:1 Coax Baluns
- Beide Bauformen, mit und ohne „Crossover“, sind elektrisch identisch



Bauformen 1 : 1 Balun/Unun

- 1:1 50 Ohm Mantelwellensperre, NVA Feldkabel oder CuL Draht

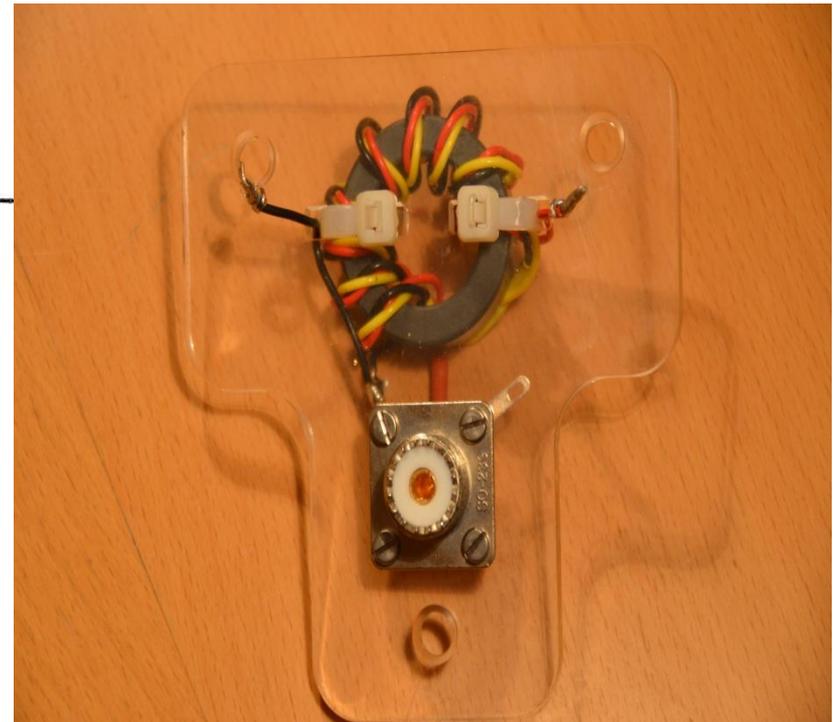
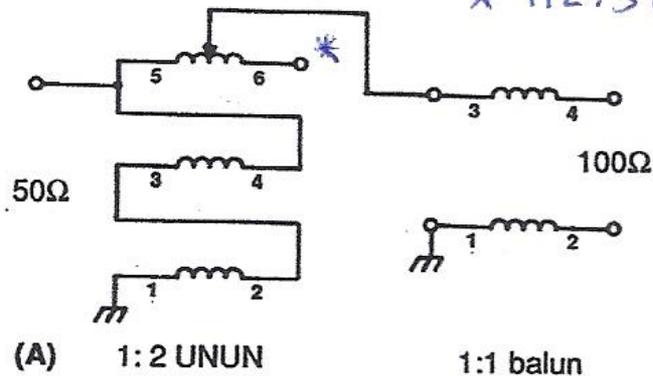


Quelle: DG0SA

1: 2,25 Balun 50 – 112,5 Ohm

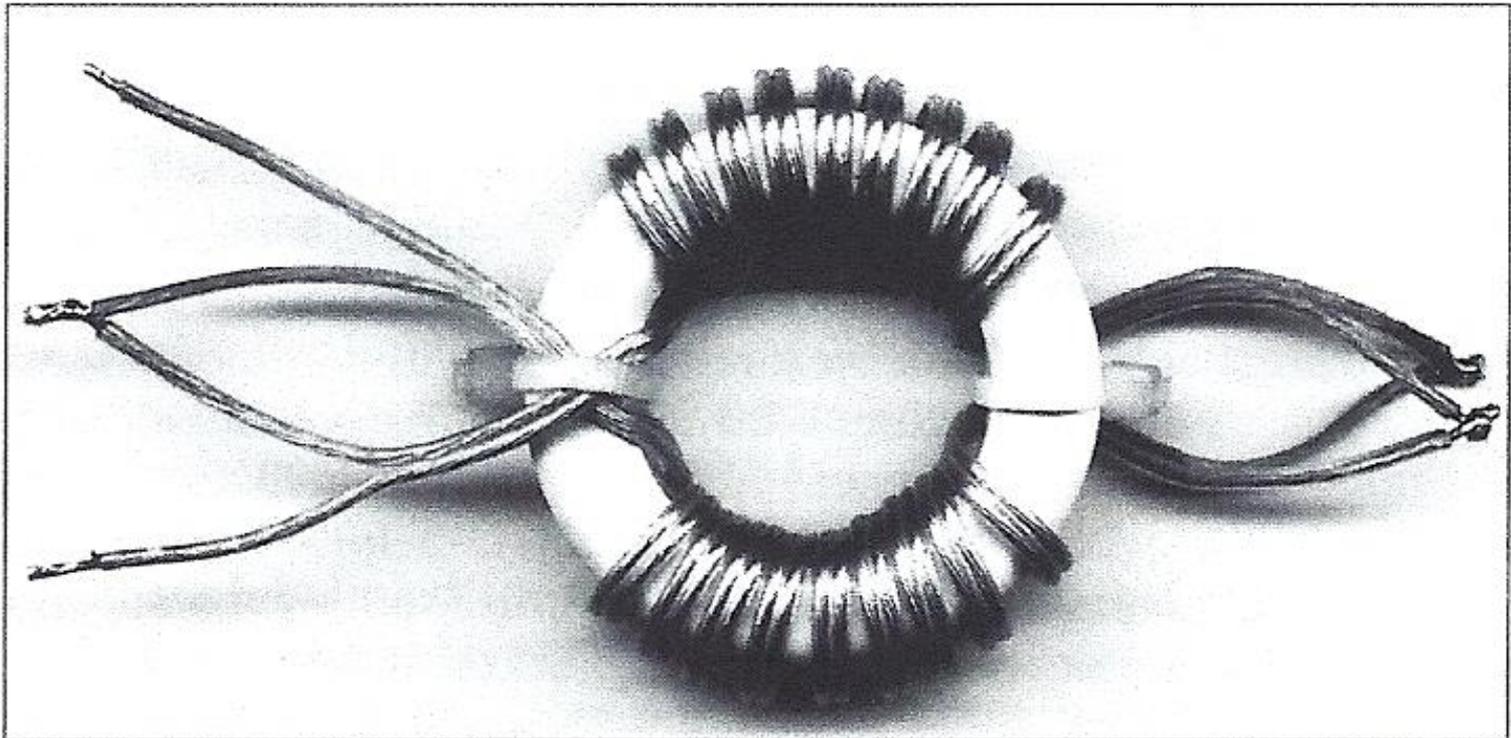
- Für Ganzwellenschleifen

7WDG TRIFILAR * 112,5 Ω



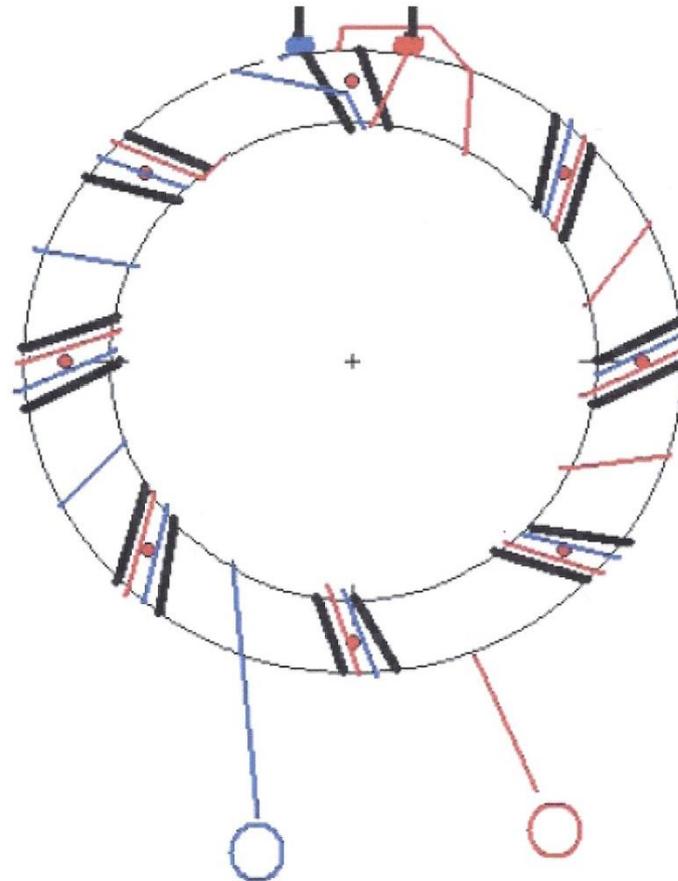
1 : 4 Balun 50 Ohm – 200 Ohm

- DGOSA Design mit NVA Feldkabel



Balun 1 . 6 für Windom Antennen

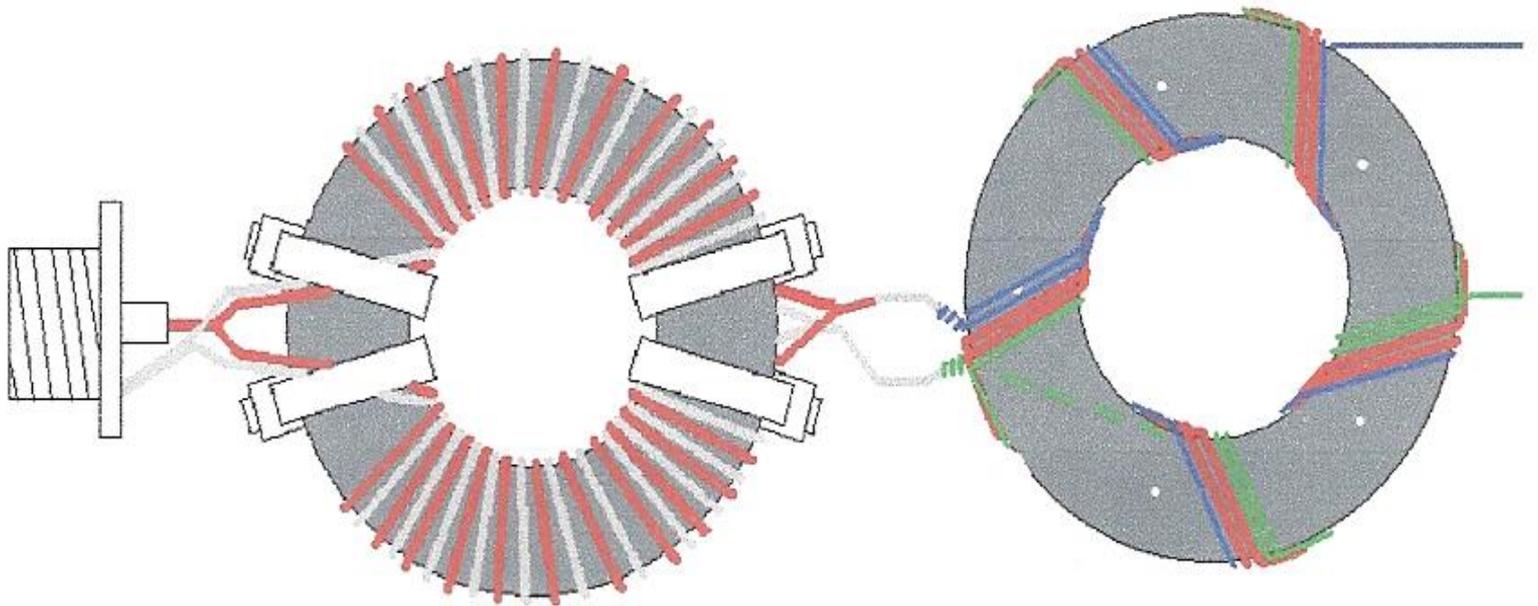
- Transformationsbalun ohne Mantelwellenunterdrückung



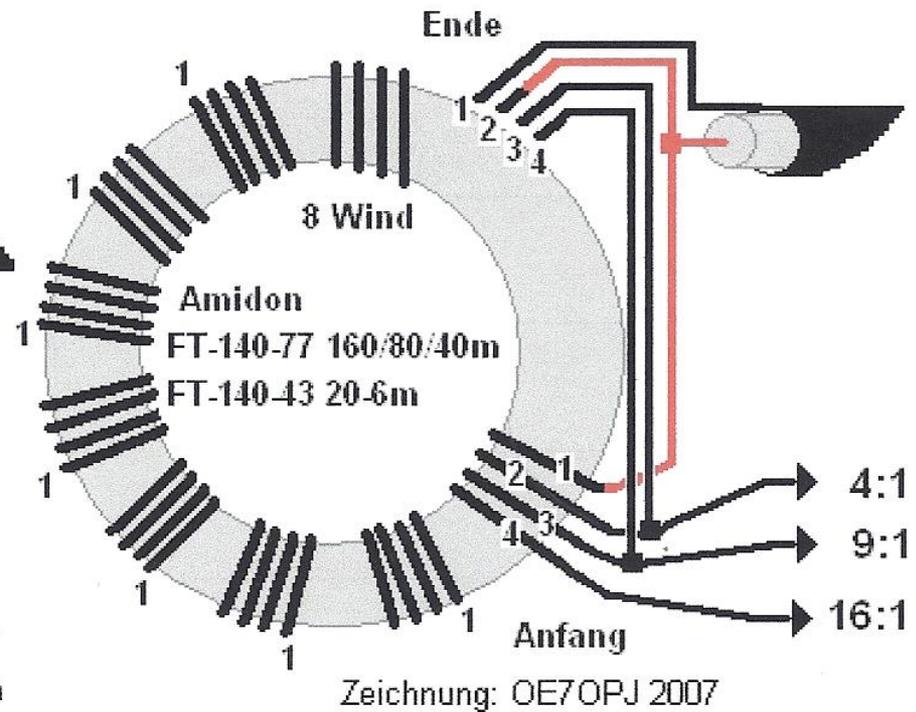
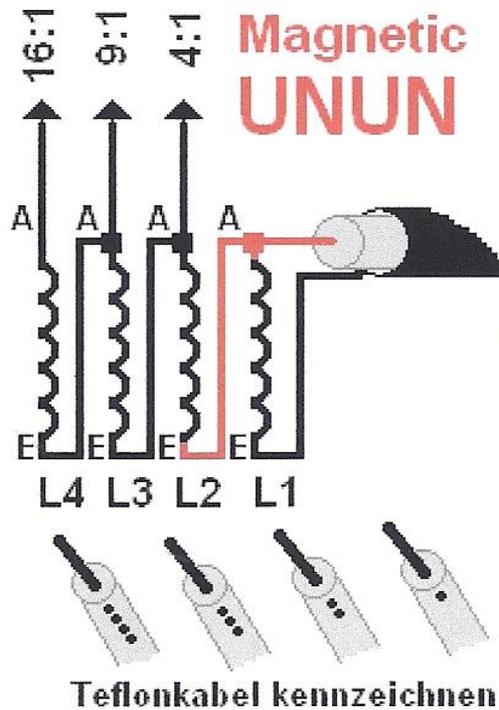
300 Ohm symmetrisch (für Windom)

Hybridbalun 1 : 6 50 – 300 Ohm

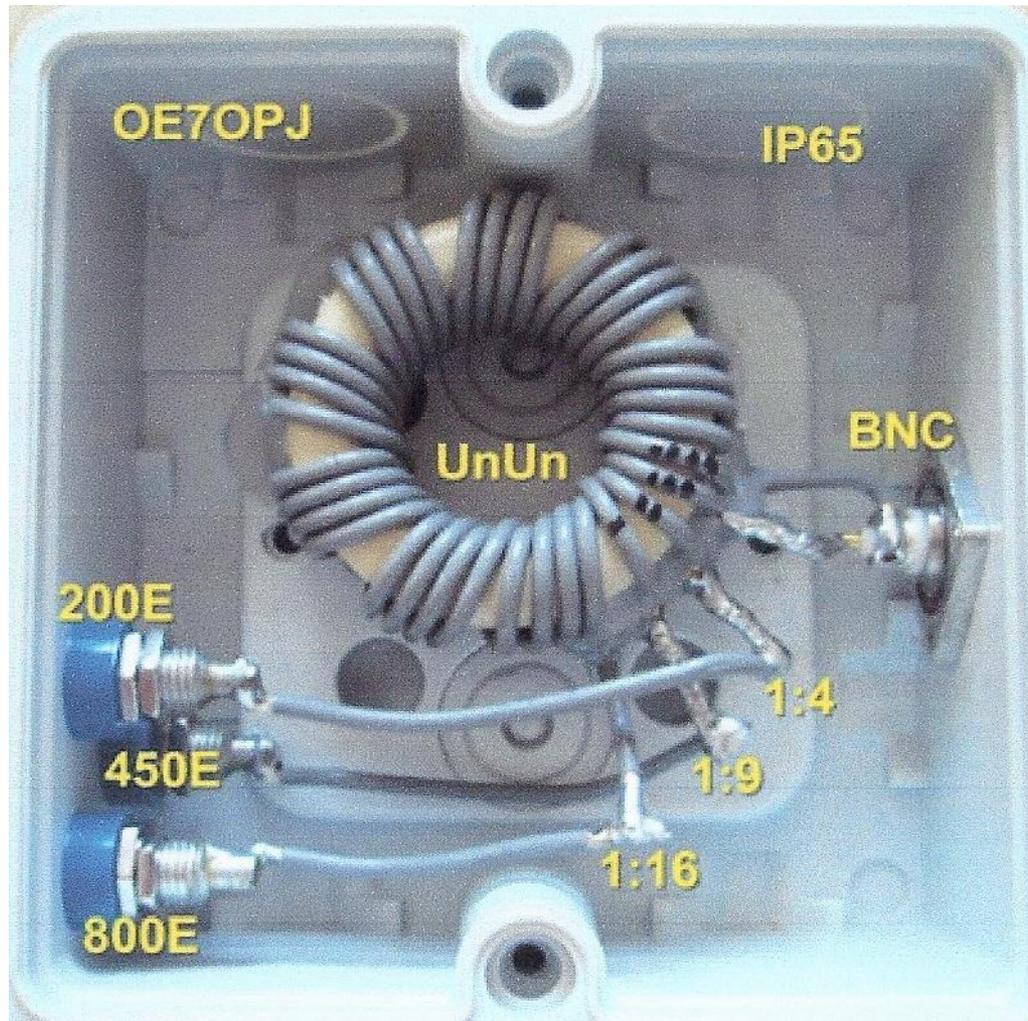
- 1:1 Mantelwellensperre (Unun) mit 1:6 Spannungs / Transformationsbalun



Unun 1: X für Langdrahtantennen

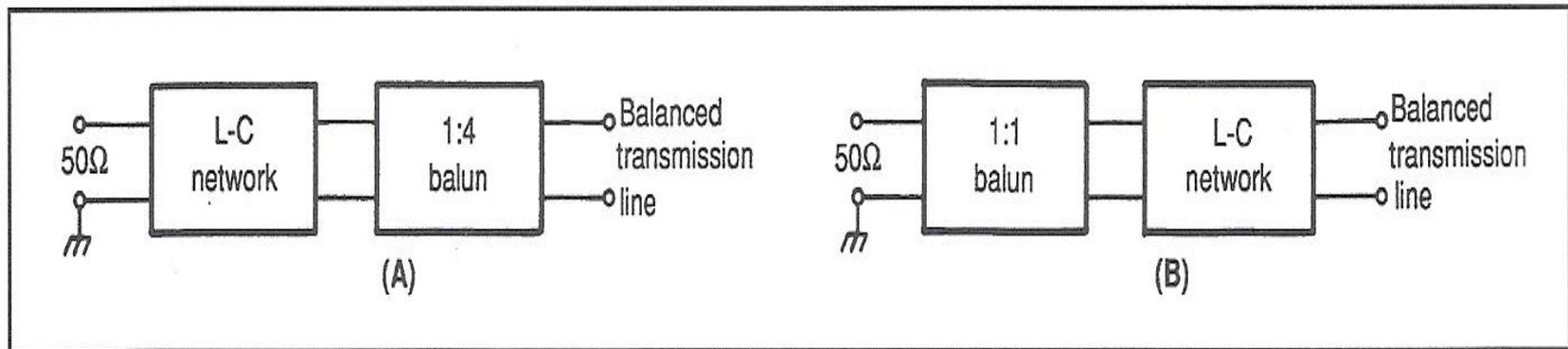


„Magnetic“ Unun 1 : X Bauvorschlag



Baluns für Antennentuner

- Einsatz von Baluns bei symmetrisch gespeisten Antennen (z.B. Dipol, G5RV, Doppelzepp)



- (A) Unsymmetrischer Tuner, einfache Konstruktion, Problem für 1:4 Balun (Leistungs-, Spannungs-, Sättigungsprobleme)
- (B) Symmetrischer Tuner, komplexerer Aufbau, Problemlos für 1:1 Balun

Quellen:

- The ARRL Antenna Book, 21st Edition
- Rothammel, 13. Auflage
- Understanding, Building and Using Baluns & Ununs, by Jerry Sevick, W2FMI
- www.wolfgang-wippermann.de , diverse Artikel von DG0SA (t)
- Kurze Antennen, Gerd Janzen, Frankh 1986, ISBN 3-440-05469-1
- CQ DL 3/1987 S. 156ff
- CQ DL 5/2002
- Funkamateure, 3/2010, 11, 2010
- Praxisbuch Antennenbau, Max Rügger, HB9ACC
- www.DX-WIRE.de, Peter Bogner, DK1RP, Produktkatalog
- Low Profile Amateur Radio, ARRL Publication, Al Brogdon, W1AB