

Baluns, Ununs und Co.

Eine kurze Einführung in den Selbstbau

Hans E. Krüger, DJ8EI / PA8EI, OV Bad Honnef, G09
Februar 2011



Was ist was

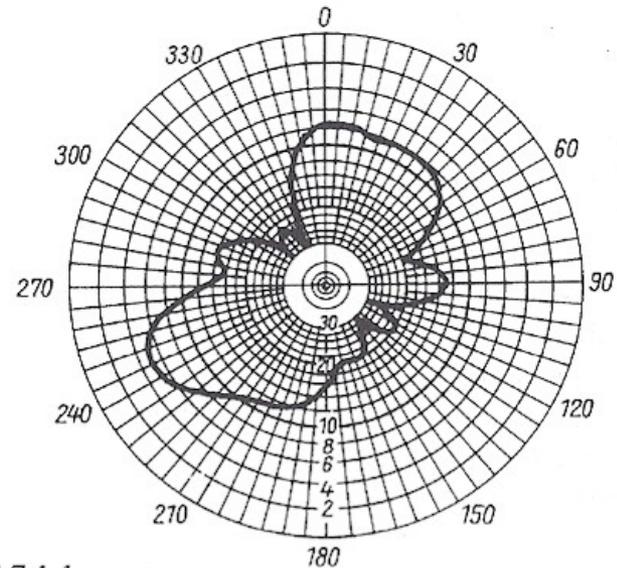
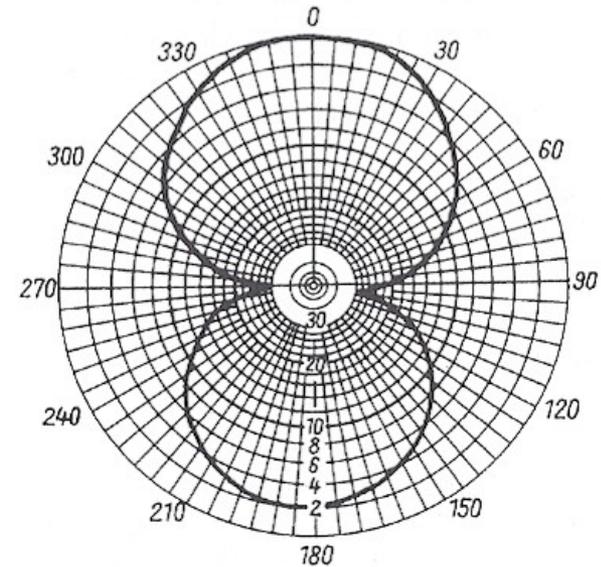
- Balun
- Unun
- Mantelwellensperre/Mantelwellendrossel
- Hybridbalun
- Strombalun
- Spannungsbalun
- Mantelwellen
- “Magnetic” Balun
- Ferrit - und Eisenpulver Ringkerne
- Symmetrieglied



Wann 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)

Dipol, Coax gespeist, mit und ohne Balun



Quelle: Rothammel 12. Aufl.

S. 143

Bild 7.1.1
Strahlungsdiagramm eines Dipols (mit und ohne Balun)



Mantelwellen entstehen.....

- bei Unsymmetrien in der Antennen einspeisung, besonders “Non Center Fed Antennas”
- Bei unterschiedlicher kapazitiver Beeinflussung durch die Antennenumgebung (Gebäudeteile, Zäune, Bäume, Metall)
- Bei nicht mittiger/senkrechter Ableitung des Speisekabels

Symmetrierung

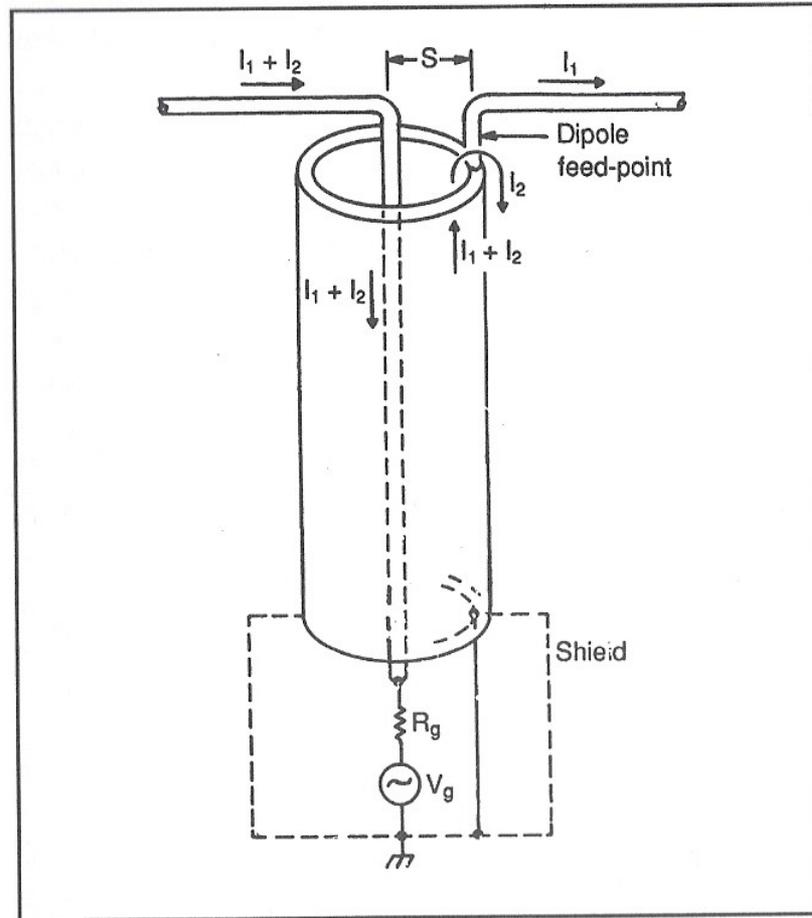
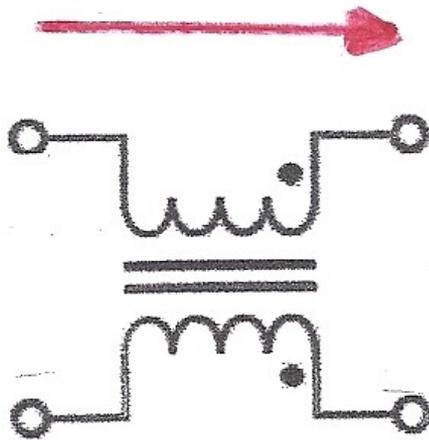
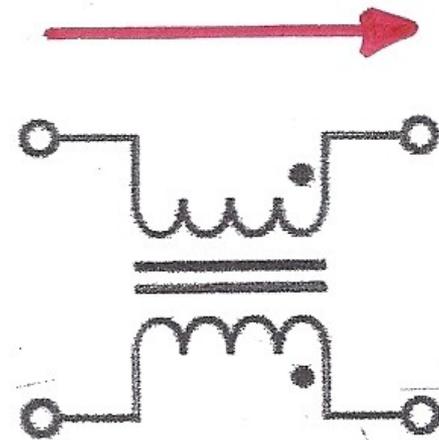


Figure 7-1. An illustration of the various currents at the feedpoint of a dipole. I_1 is the dipole current and I_2 , the inverted L (imbalance) current.

Prinzip des Strombaluns (Gleichtaktdrossel)



Gegentaktstrom
Magnetfeld = 0
nur Leitungsinduktivität



Gleichtaktstrom
Magnetfeld hoch
hoher induktiver Widerstand



Prinzip „Gleichtaktdrossel“ = Strombalun

- 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.
- 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 Leitungstransformator

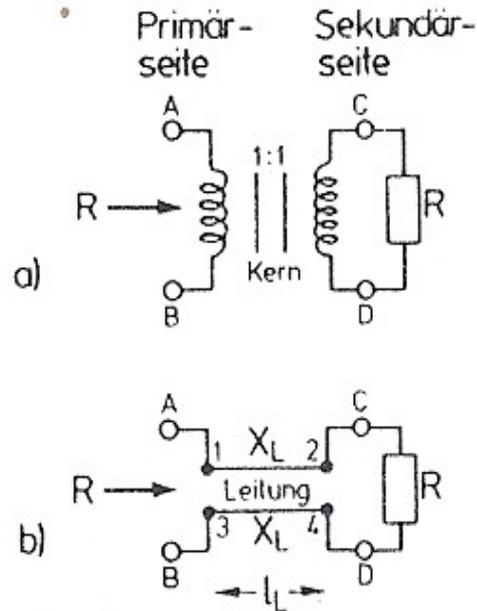
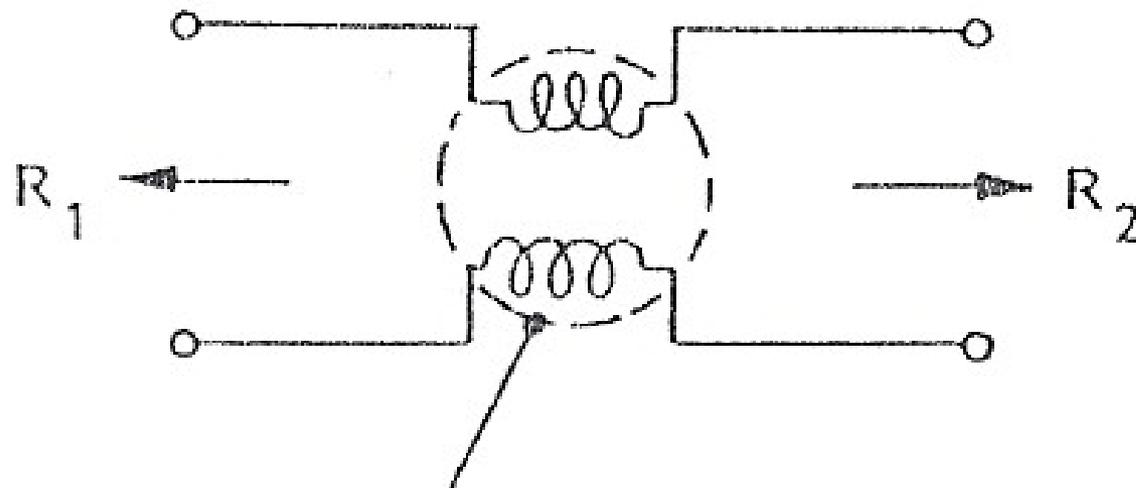


Abb. 3.47 Prinzip des a) herkömmlichen Transformators
b) des Leitungstransformators

Prinzip Leitungstransformator

PRIMÄRSEITE SEKUNDÄRSEITE

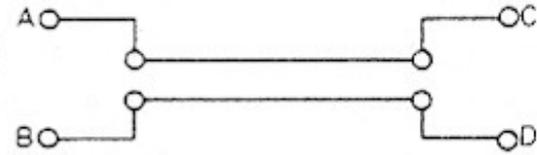


LEITUNG MIT
WELLENWIDERSTAND

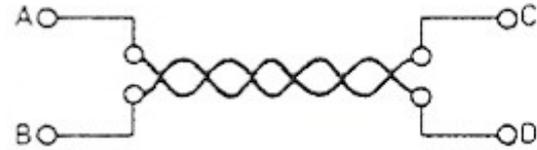
$$Z = \sqrt{R_1 \cdot R_2}$$

Leitungstransformatoren - Ausführungen

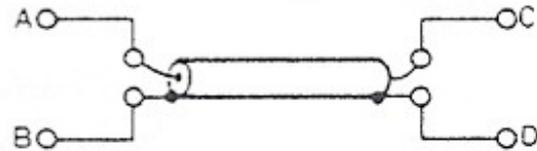
a) Paralleldrahtleitung



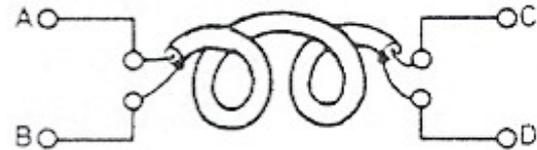
b) verdrehte Leitung



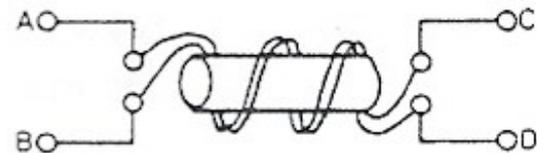
c) Koaxialleitung



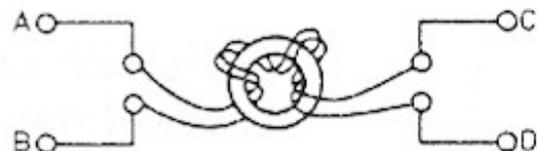
d) aufgewickelte
Koaxialleitung



e) Leitung mit
Ferritkern

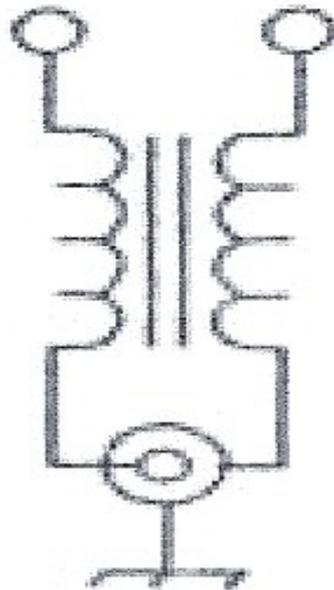


f) Leitung mit
Ringkern



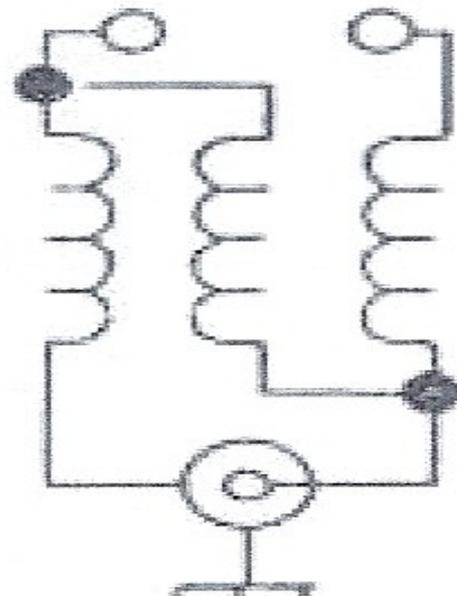
Strombalun 1:1

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



Spannungsbalun 1 : 1

- Gute Symmetrierung nur bei freihängenden Dipolen
- Beide Ausgänge liegen galvanisch auf Masse (Vorteil: keine statische Aufladungen!)
- Keine Mantelwellenunterdrückung
- Sättigungs/Verlustprobleme, Nichtlinearitäten bei sehr hoher Leistung





Anwendung Transformationsbaluns

- 1 : 2 – 1 : 2,5 Ganzwellenschleifen
- 1 : 4 Schleifendipol, VHF Yagis
- 1 : 6 Windom , FD3, FD4
- 1 : 9 - 1 : 16 Langdraht Antennen

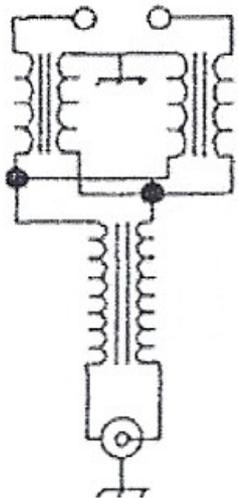


Coax Luftbaluns

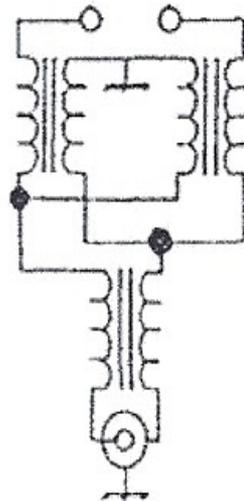
- Leistungsgrenze = Koaxkabel-Werte (>5 kW)
- Keine Sättigungsprobleme mit Erwärmung bis hin zur Zerstörung
- keine Entstehung von Oberwellen durch Nichtlinearität
- Keine Überschläge zwischen Windungen und Kern
- Voluminös
- Schmalbandiger als Baluns mit Ferritkernen

Hybridbaluns

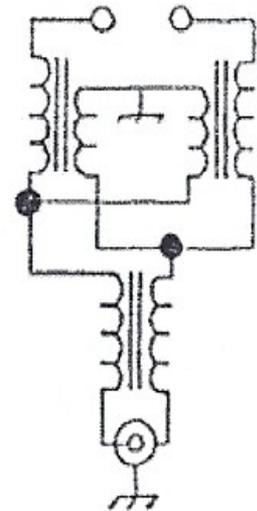
- Kombination von Transformationsbalun und Mantelwellensperre (Beispiel Fritzel AMA Serie)



1:2
AMA



1:4
AMA



1:6
AMA

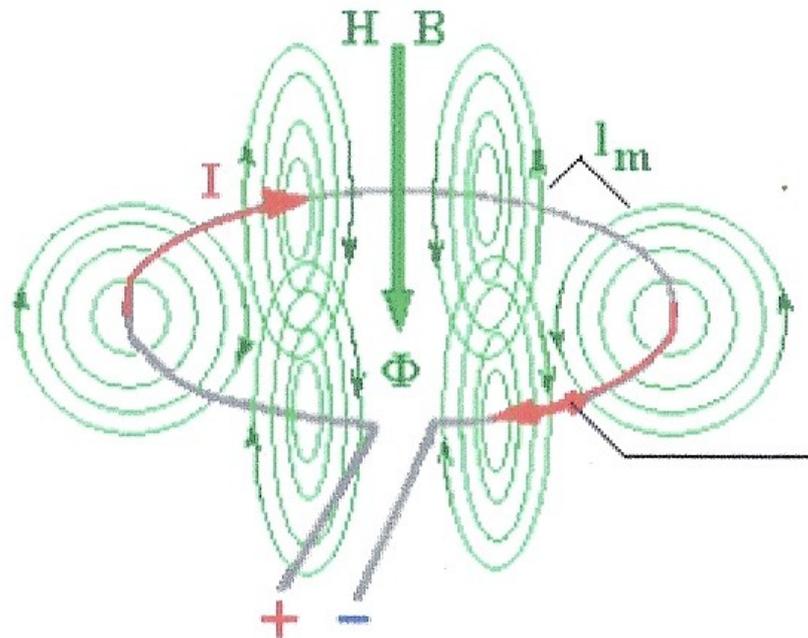


Materialien für Ringkerne

- Eisenpulver Ringkerne T
 - Schwingkreise
 - Verlängerungsspulen in Antennen
 - Koppler
- Ferrit Ringkerne FT.....
 - 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)

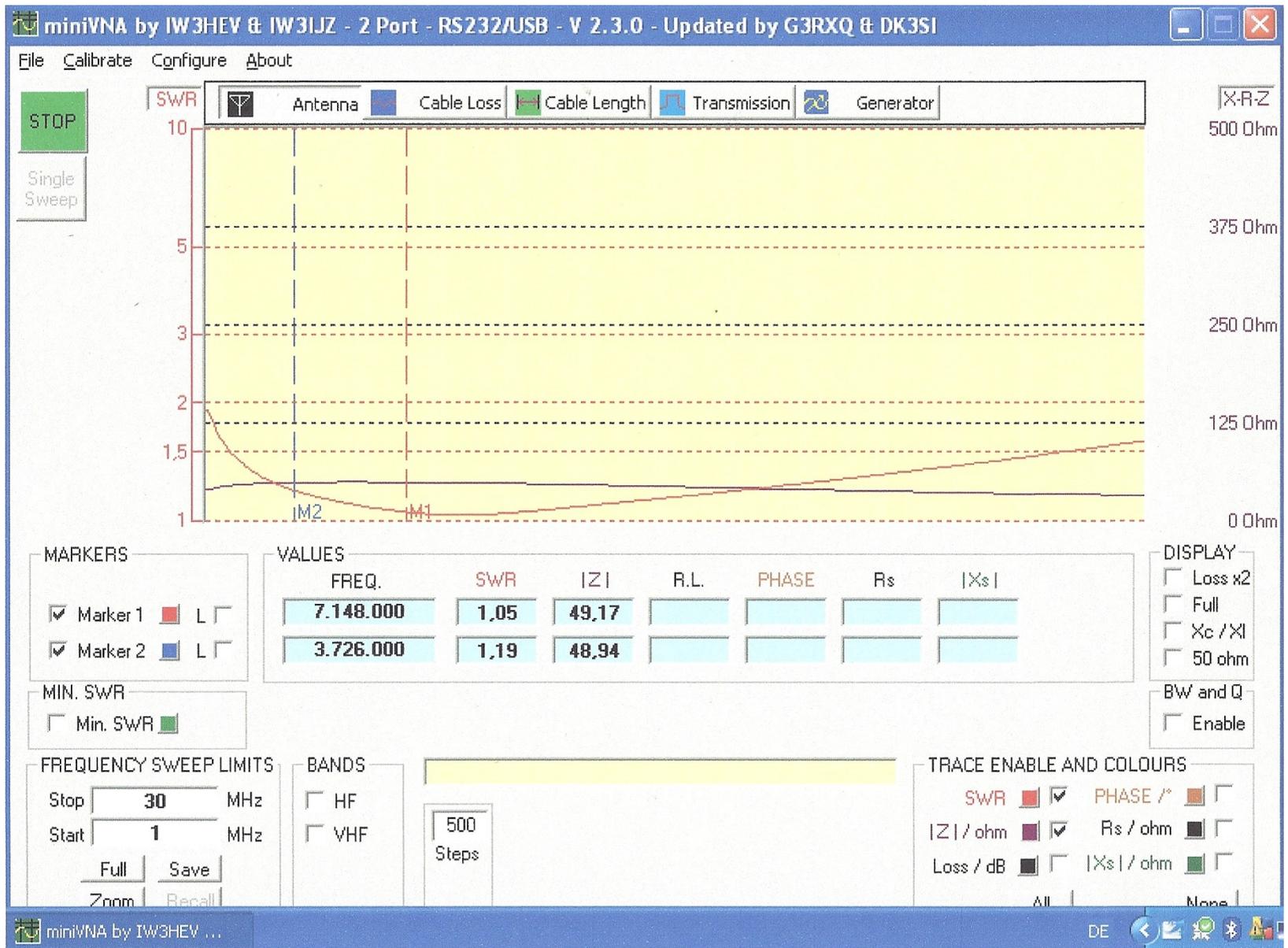
- Für Breitbandanwendungen 1,8 – 30 MHz werden Ferritmaterialien in der Größenordnung von μ ca. 250 empfohlen
- Für den Bereich 3,5 – 30 MHz werden Ferritmaterialien mit $\mu = 125$ empfohlen
- Für besonders für 20 m und darüber optimierte Anwendungen werden Materialien mit μ ca. 40 empfohlen
- Beschaffbar in DL $\mu = 40$, $\mu = 125$ und $\mu = 850$ (Amidon)
- μ aus der Erfahrung relativ unkritisch!
- Quelle: Jerry Sevick, W2FMI



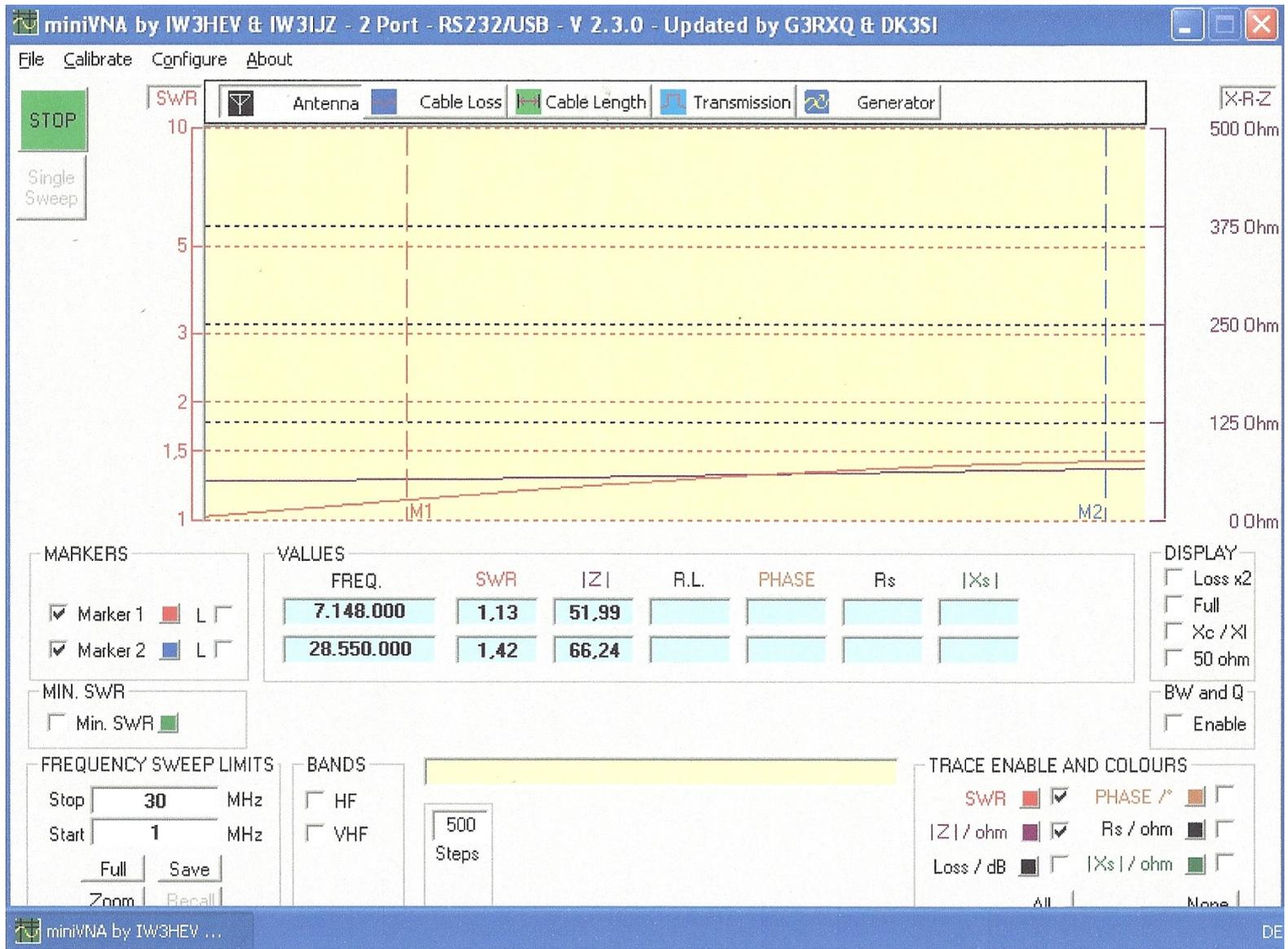
Dimensionierung von Leitungstransformatoren

- Untere Frequenzgrenze
 - Induktiver Widerstand $X_L \gg Z_L$ (Leitungsimpedanz)
 - In der Praxis $X_L = 4 \times Z_L$
 - $X_L = 2 \pi f(u) \cdot L$
 - Induktiver Längswiderstand hoch gegenüber Leitungsimpedanz, das bedeutet relativ hohe Induktivität bei niedrigen Frequenzen, d.h. relativ hohe Permeabilität
- Obere Frequenzgrenze
 - Bei Balun 1:1 $Z_L = R_A$ oder $Z_L = \sqrt{R_{in} \times R_{aus}}$
 - Leitungslänge $L < 0,05 \lambda$ (30 MHz50 cm)
 - Verluste nehmen zu bei höheren Permeabilitäten und hohen Frequenzen
- Kompromiss für Permeabilität bei Breitband - Baluns

Messwerte Fritzel Balun

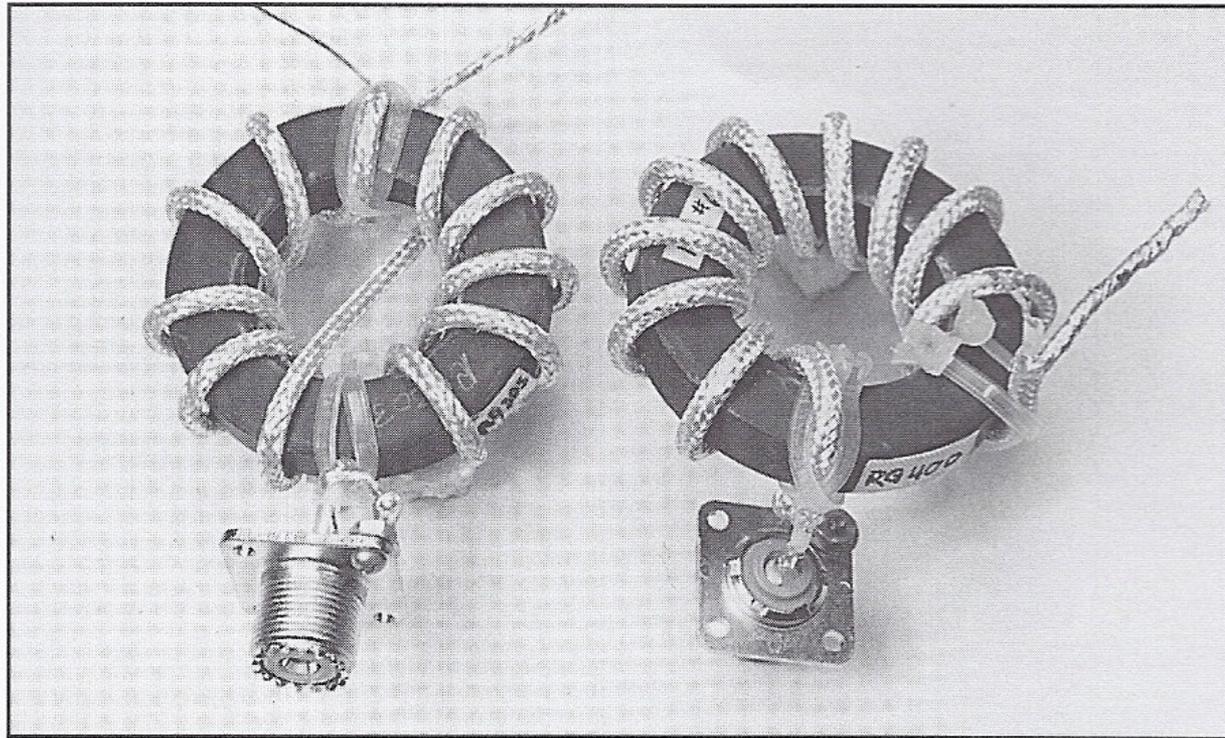


Messwerte Eigenbau Balun



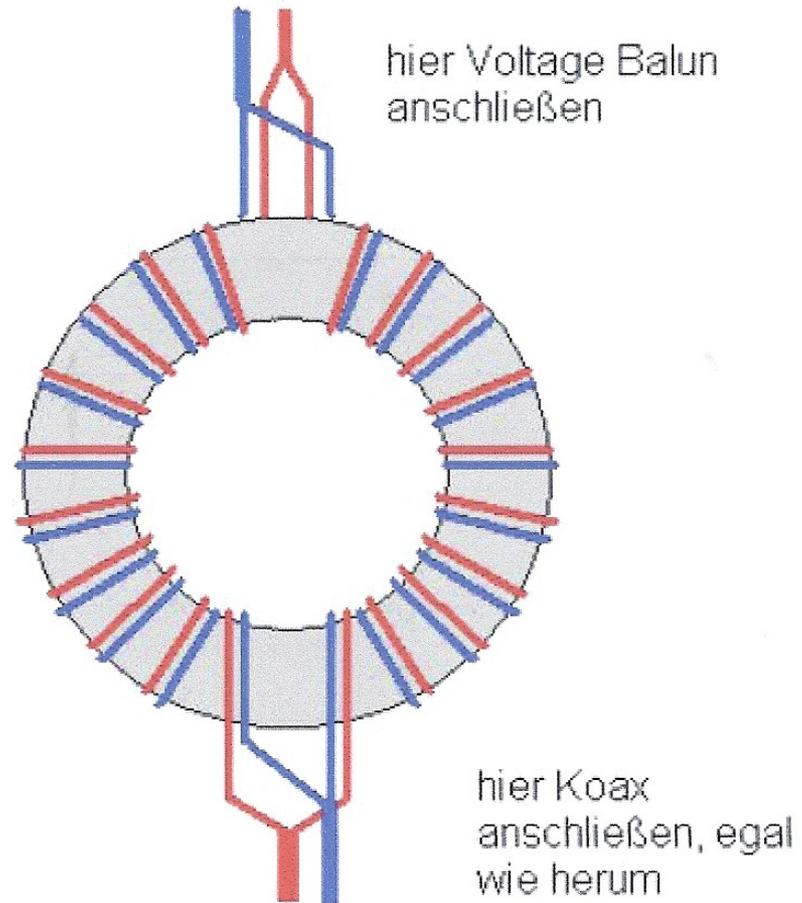
Bauformen 1 : 1 Baluns / Ununs

- 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



Anwendung Mantelwellensperre „Carolina Windom“

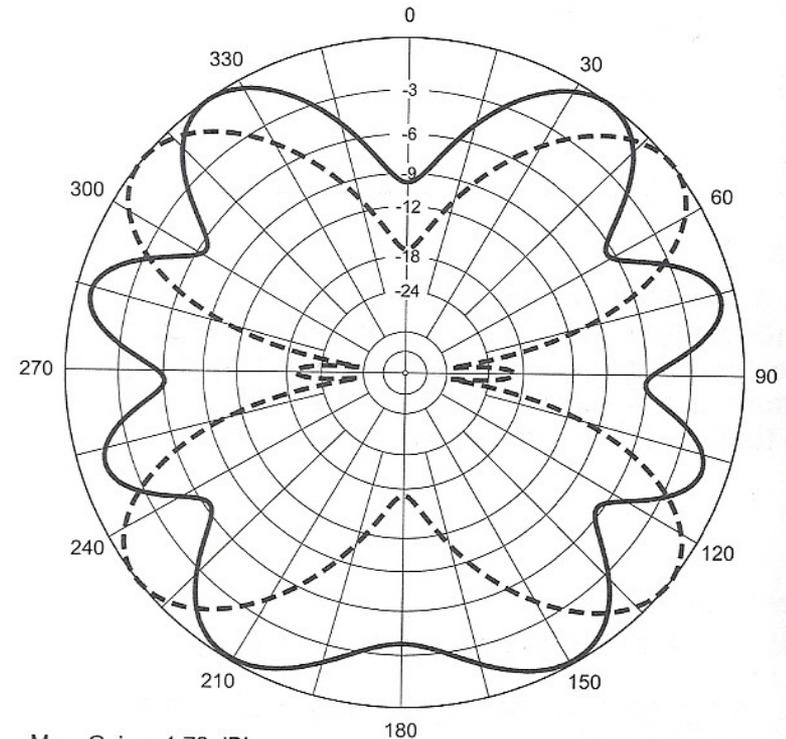
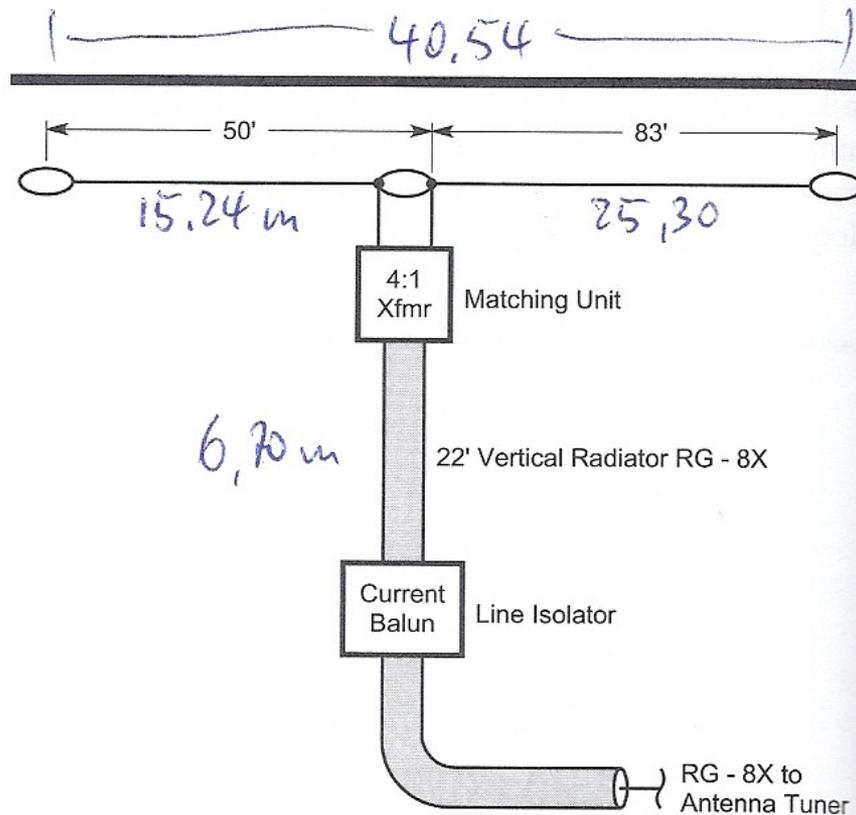
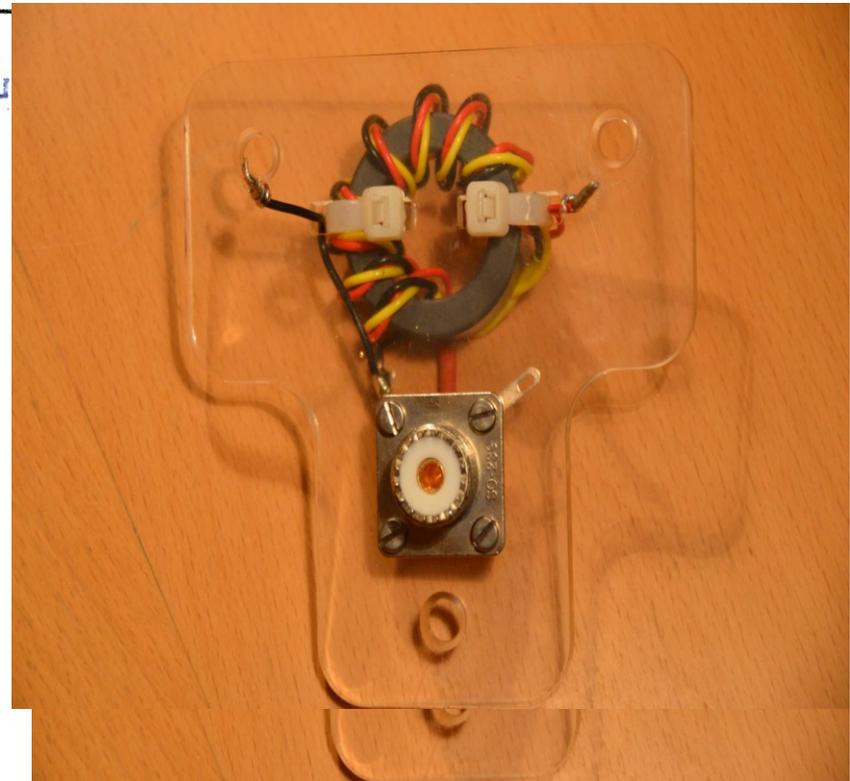
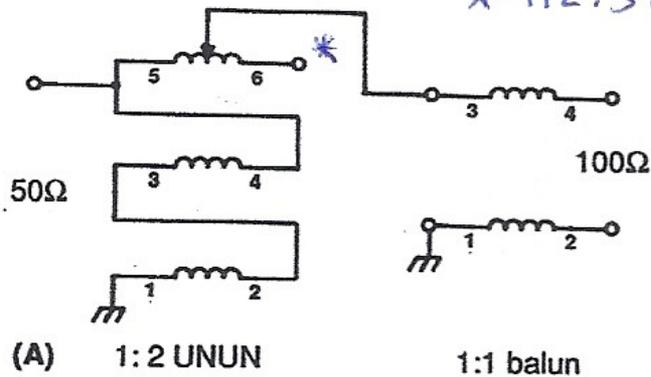


Fig 11—Layout for flattop “Carolina Windom” antenna.

1: 2,25 Balun 50 – 112,5 Ohm

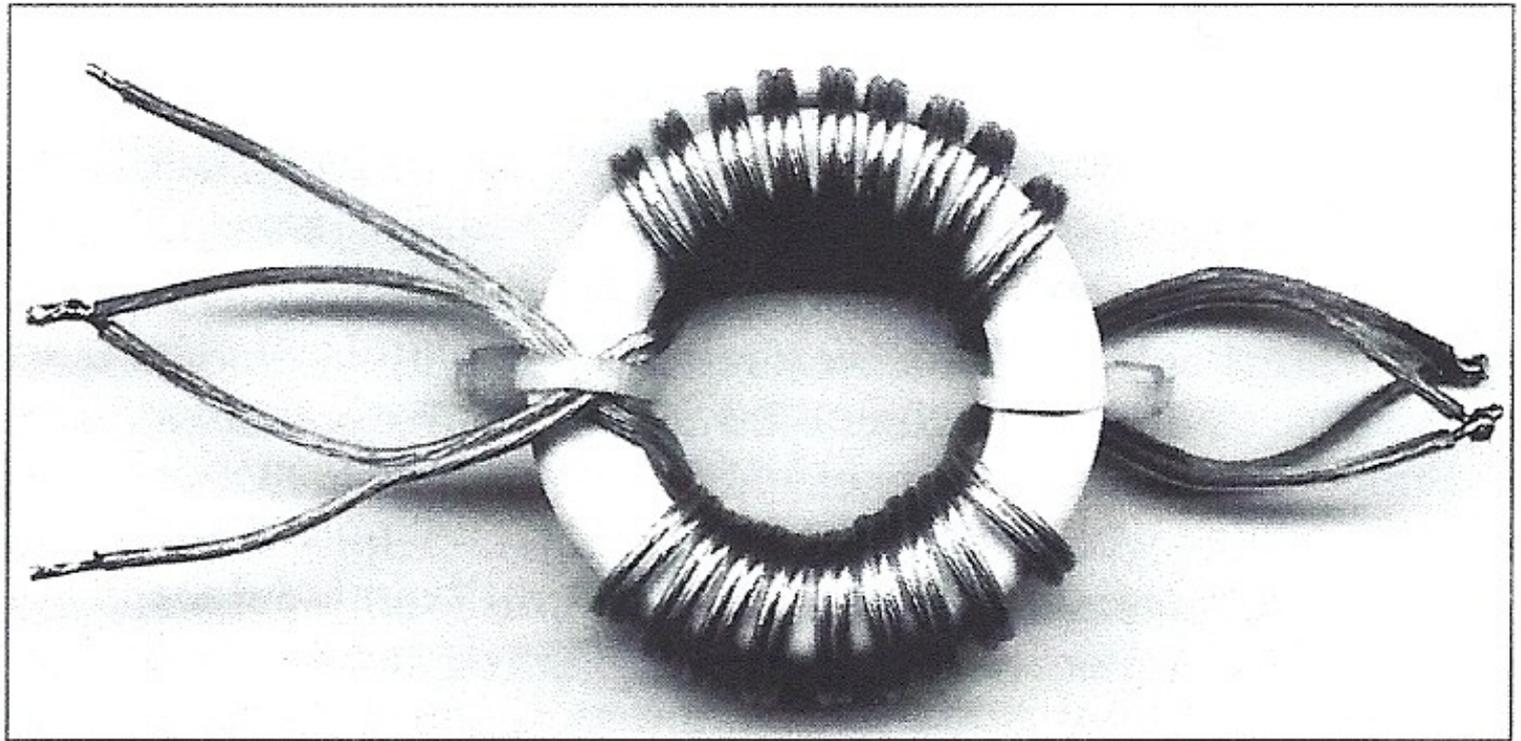
- Für Ganzwellenschleifen

7WDG TRIFILAR * 112,5 Ω



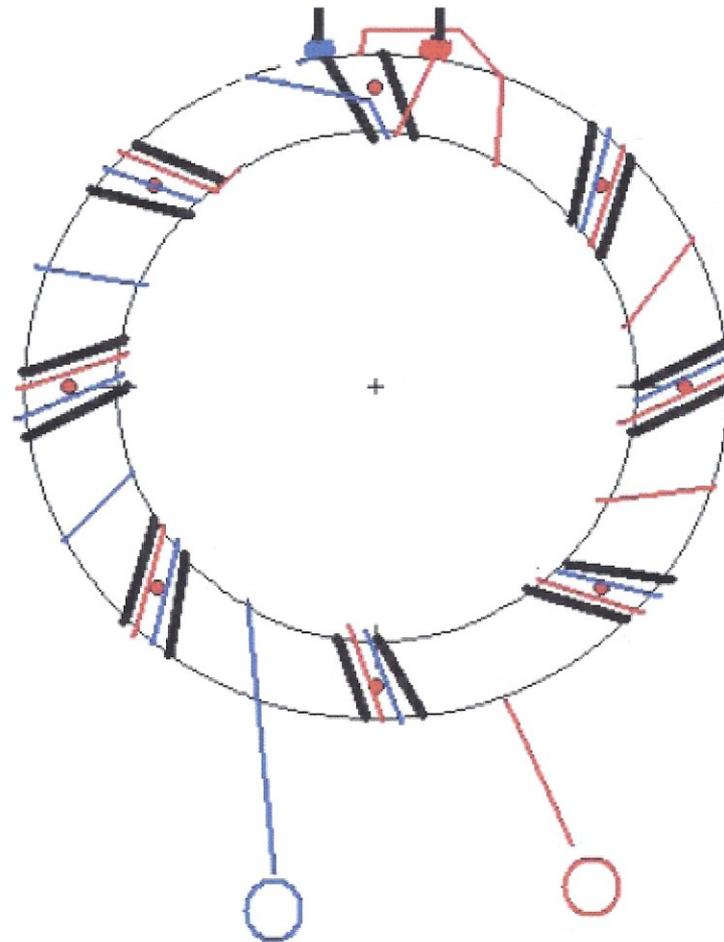
1 : 4 Balun 50 Ohm – 200 Ohm

- DG0SA Design mit NVA Feldkabel



Balun 1 . 6 für Windom Antennen

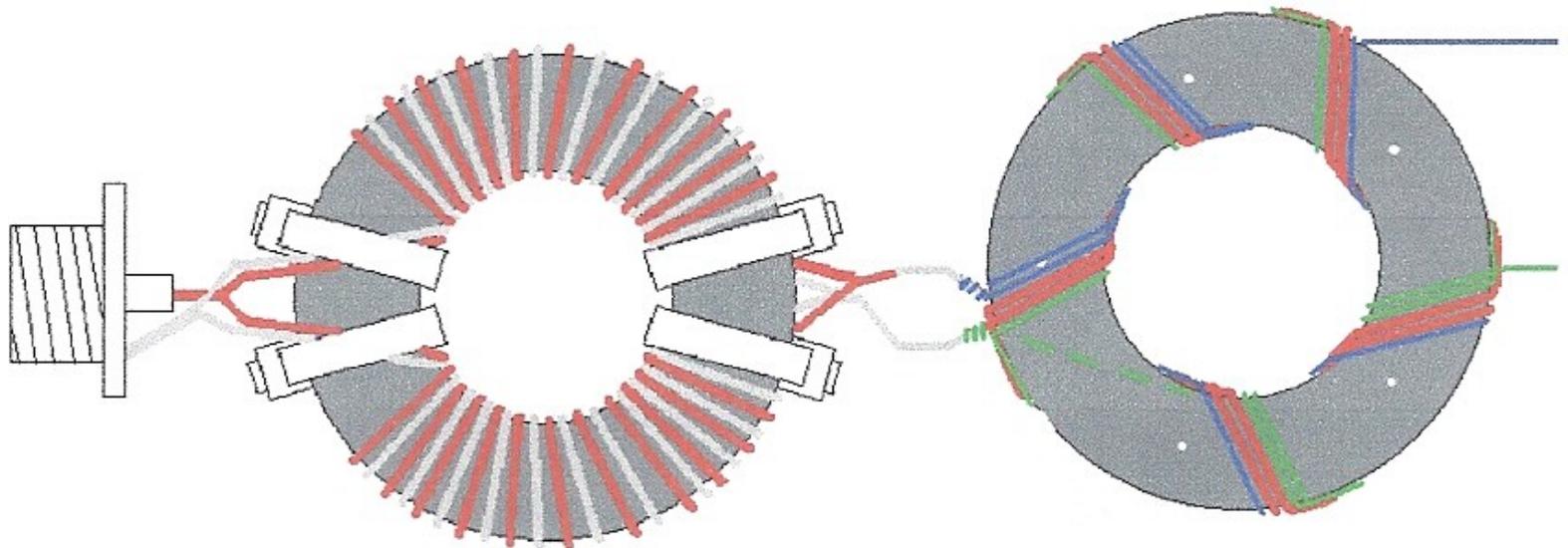
- Transformationsbalun ohne Mantelwellenunterdrückung



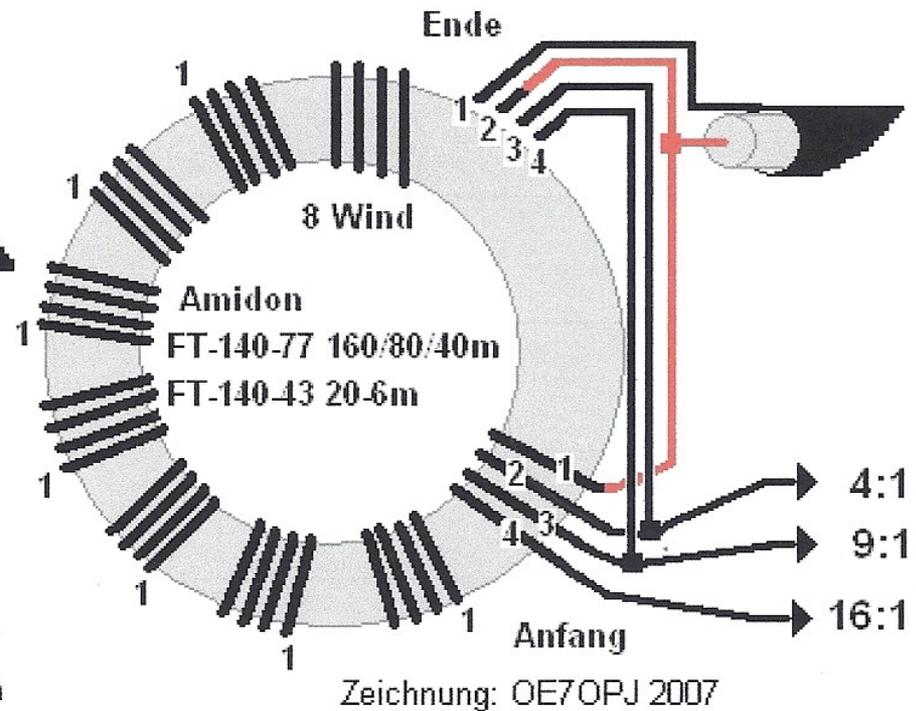
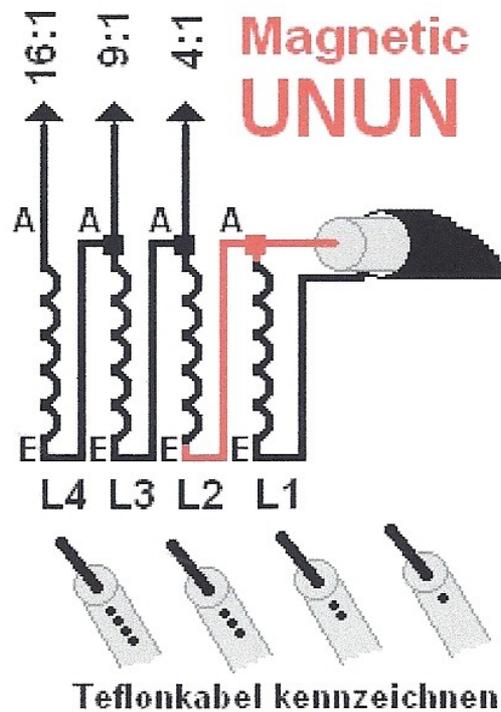
300 Ohm symmetrisch (für Windom)

Hybridbalun 1 : 6 50 – 300 Ohm

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



Unun 1: X für Langdrahtantennen

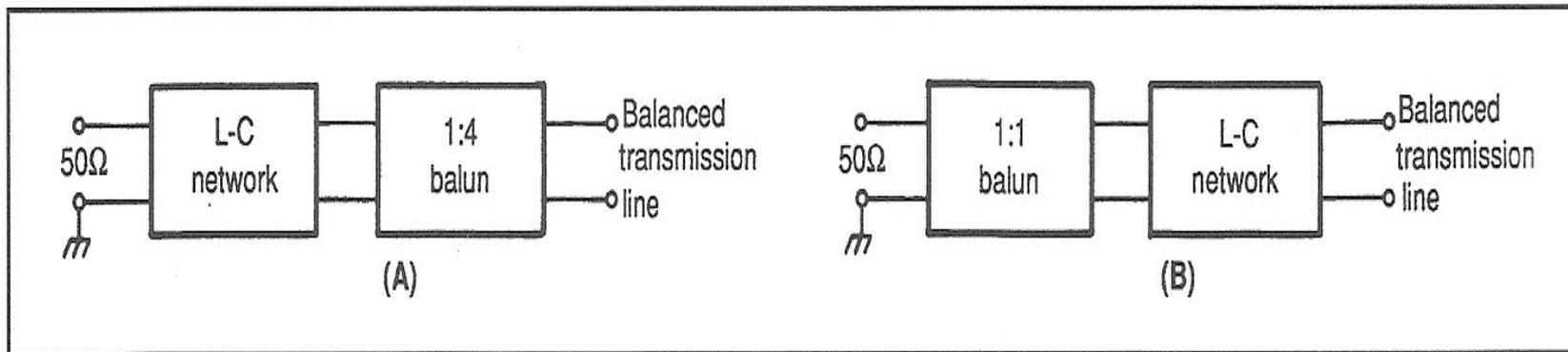


„Magnetic“ Unun 1 : X Bauvorschlag



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 12. Auflage
- Understanding, Building and Using Baluns & Ununs, by Jarry Sevick, W2FMI
- Produktkatalog Andy Fleischer
- Fritzel Katalog
- www.techweiter.de
- www.m0ukd.com
- www.angelfire.com
- www.technik.ba-revensburg.de
- www.df9cy.de
- www.dxzone.com
- www.qth.at/oe7opj
- www.wikipedia.org
- www.Amateurfunkbasteln.de
- www.wolfgang-wippermann.de, DG0SA diverse Artikel
- Zeitschrift CQ DL 5/2002
- Zeitschrift Funkamateure 3/2010, 11/2010
- CQ DL 3/1987 S. 156 ff
- Gerd Janzen, Kurze Antennen, Franckh 1986, ISBN3-440-05469-1