

ADL 303+MAFC



Seminar BalUn/Unun Grundlagen+Empfehlungen

OE1EQW, Enrico



Für jedes komplexe Problem gibt es eine Antwort, die klar, wirklich einfach und falsch ist.
(H.L. Menken)

Grundlage

Die **primäre Funktion** der meisten Baluns, zumindest in unseren Amateurfunkstationen, besteht darin, die Wechselwirkung unserer Antennen mit den Übertragungsleitungen, die sie mit unseren Funkgeräten verbinden, zu **minimieren**.

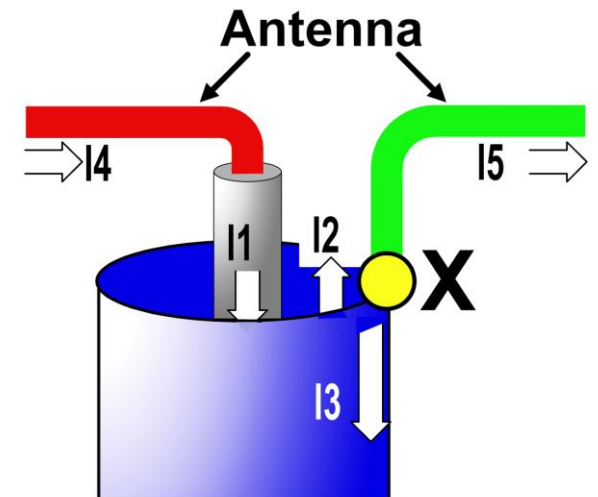
Was ist ein Balun?

- Ein Balun ist ein Zubehör für die **Übertragungsleitung**
- Er soll die Übertragungsleitung **gegen äußere Einflüsse abschirmen**, die den in sich ausgeglichenen Stromfluss der Übertragungsleitung stören würden
- Bei **Antennen schützt er den Fluss des HF-Stroms** [durch die Übertragungsleitung] hin und zurück zwischen dem Sender und der Antenne
- In den meisten Amateurfunk-Antennenanwendungen **ist ein Balun eine HF-Drossel**, genauer gesagt eine **CMC-Drossel** (**C**ommon **M**ode **C**urrent). Sein Hauptzweck besteht darin, den **Gleichtaktstrom** auf der Zuleitung zu **verhindern**
- In einigen Konfigurationen kann es sich auch um einen **Impedanzwandler** handeln

Koaxialkabel

- Der Skin-Effekt spaltet den Schirm in zwei Leiter
 - Die Innenschicht führt den Differentialstrom (die Sendeleistung)
 - Die äußere Schicht führt den CMC - Gleichtaktstrom (Strom aufgrund von Unsymmetrie)

Frequenz	Eindringtiefe
1,6 MHz	52,4 μ m
5 MHz	29,7 μ m
16 MHz	16,6 μ m

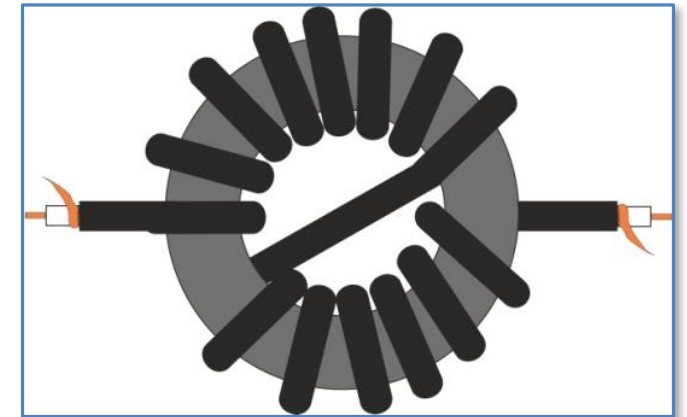


Verschiedene Koaxleitungen

- | | Dämpfungen bei 70cm |
|--|----------------------------|
| <ul style="list-style-type: none">• RG58 C/U (5,0 mm Ø):<ul style="list-style-type: none">– Innenleiter 19 x 0,18mm – ergibt 0,94mm Ø– Außenleiter Geflecht 112 x 0,127mm, ca. 80% Schirmung | 31,4 dB/100m 20m: 6,28 dB |
| <ul style="list-style-type: none">• RG213 U (10,3mm Ø):<ul style="list-style-type: none">– Innenleiter 7 x 0,716mm – ergibt 2,25mm Ø– Außenleiter Geflecht 192 x 0,18mm, ca. 90% Schirmung | 14,23 dB/100m 20m: 2,85 dB |
| <ul style="list-style-type: none">• Hyperflex 5 (5,4mm Ø):<ul style="list-style-type: none">– Innenleiter 19 x 0,29mm – ergibt 1,4mm Ø– Außenleiter 120 x 0,127 + Cu-Folie, 100% Schirmung | 17,0 dB/100m 20m: 3,4 dB |
| <ul style="list-style-type: none">• Ultraflex 7 (7,3mm Ø):<ul style="list-style-type: none">– Innenleiter 19 x 0,38mm – ergibt 1,9mm Ø– Außenleiter 144 x 0,127 + Cu-Folie, 100% Schirmung | 12,3 dB/100m 20m: 2,46 dB |
| <ul style="list-style-type: none">• Hyperflex 10 (10,3mm Ø):<ul style="list-style-type: none">– Innenleiter 19 x 0,59mm – ergibt 2,9mm Ø– Außenleiter 192 x 0,127 + Cu-Folie, 100% Schirmung | 8,6 dB/100m 20m: 1,72 dB |

„Strahlende Speiseleitung“

- Wird z.B. eine symmetrische Antenne direkt über Koaxkabel gespeist, so entstehen Mantelwellen auf der Speiseleitung (wir bringen Erdpotential über die Gerätemasse auf eine Dipolhälfte!)
- **Lösung:** Mantelwellensperre / Strombalun (Choke)
 - einfachste Art mit Ringkern und Wicklung nach W1JR
 - FT240-43 (80-6m) mit 14-18 Wdg. RG58: ca. 200W
 - Größere Leistungen Teflonkabel RG316, RG303, RG400
 - mit Ferritringen über Koaxkabel (Maxwell-Choke)
 - aufwendiger, größere Dämpfung mit Mehraufwand möglich



Was können wir tun?

- In den Außenleiterkreis einen möglichst hohen (reellen) Widerstand einbauen in Form einer HF-Drossel (Choke, Mantelwellensperre)

SCHLECHT:



Billig (nur Kabel), wenig Gewicht
Schmalbandig, Zusatzdämpfung
Resonanz durch Streukapazität

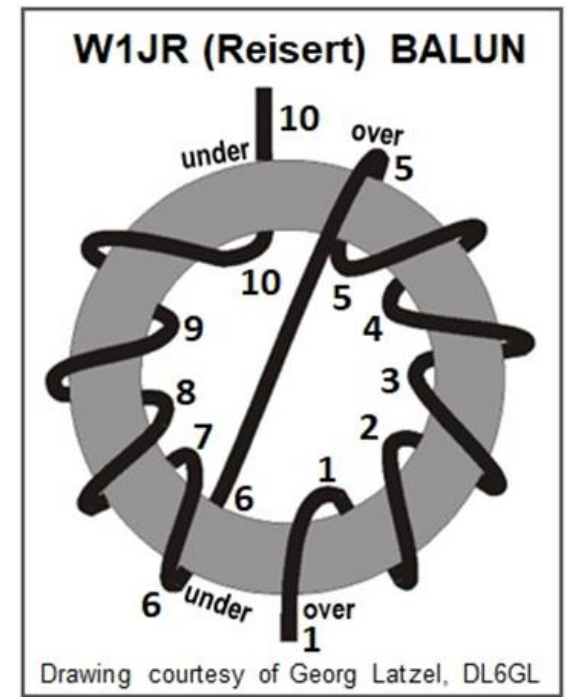
MITTEL (Maxwell-Choke):



Breitband, resistiver Widerstand
Zu wenig Impedanz, viele Kerne
benötigt, teuer, Bandbreite

GUT:

Für hohe Leistung geeignet,
Ringkern nach Frequenz und
Leistung aussuchen, Koax
nach Belastung (normal/
Teflon), hohe Impedanz und
reeller Widerstand
Preis weit geringer als
Maxwell-Choke



BalUn - UnUn

- **Balanced to Unbalanced – Unbalanced to Unbalanced**
- Die Wahl des Designs, der Ferritmischung und der Windungszahl ist entscheidend
- Wickelmaterial
- Kern (Größe, Ferrit/Eisen)

Auswahl des Baluns/Ununs

Welcher Balun/Unun? Die Auswahl ist groß:

- Spannung
- Strom
- Guanella
- Ruthroff
- Maxwell
- Hybrid

- 1:1
- 2:1
- 4:1
- 6:1
- 9:1
- X:1

- Coax ?
- Bifilar ?
- Verdrillt ?
- Kupferlackdraht?
- Teflon isolierter Draht?

- Welcher Ringkern ?
- Wieviele Windungen ?
- Gehäuse ?



With 2 Guns!

BANG!

Zwei wesentliche Typen

- Zwei Typen mit signifikanten Unterschieden:

Koaxialbalun („Choke“, Mantelwellensperre, Strombalun)

- 1:1 Balun
- Die Energie zur Last wird über **einen Draht** geführt
- **Kaum beeinflusst durch Leistung oder Fehlanpassung**

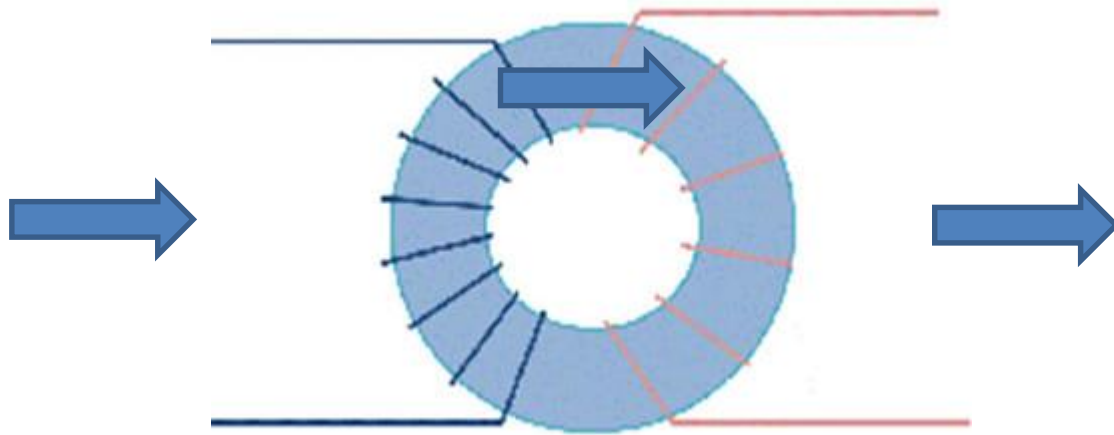
Transformatorbalun (Spannungsbalun) - X:1 Balun (z.B. 1:1, 4:1, 9:1, 49:1 usw.)

- Die Energie zur Last wird durch **magnetische Kopplung** zwischen Leitern erreicht. Der Kern des Baluns ist am meisten am Energietransfer beteiligt (und hat immer Verluste).
- Leistung und Bereich der Fehlanpassung ist limitiert durch die Magnetisierung des Kerns

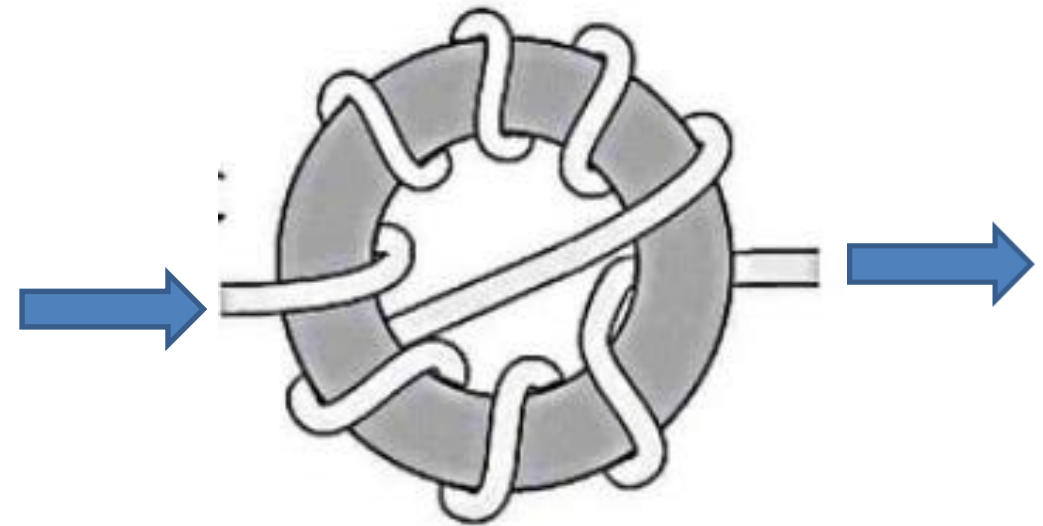
Deshalb: Bei gleicher Größe und Qualität des Materials können **Transformatorbaluns** weniger Leistung in angepasste Lasten und deutlich weniger in fehlangepasste Lasten übertragen als **Koaxialbaluns**.

Quelle: www.w8ji.com/balun_single_core_41_analysis.htm

Spannungsbalun vs. Strombalun



Übertragen der Leistung durch magnetischen Fluss



Übertragen der Leistung durch das Koaxkabel

Auswahl: Baluns/Ununs

- Ein "**Spannungsbalun**" ist im Wesentlichen ein Transformator, der Ferrite als Kern verwendet, um den Energiefluss zwischen den Wicklungen zu übertragen (Achtung: Sendeleistung!).
- **Strombaluns** sind eigentlich Gleichtaktdrosseln, die in eine Speiseleitung geschaltet werden.
 - **Magnetischer („ugly“)** **Balun**: Die Koaxialleitung wird an der Antenne zu einer Spule gewickelt. Diese Drosselart kann eine sehr schlechte Performance haben!
 - **Induktiver Ferrit-Drossel-Balun**: Die Leitung ist um einen ringförmigen Ferritkern gewickelt. Dieser hat bei den Frequenzen, bei denen der Balun eingesetzt wird, geringe Verluste.
 - **Maxwell Balun**: Durchleiten einer Koaxialleitung durch eine Reihe von verlustbehafteten Ferritkernen zur Bildung einer Gleichtaktdrossel.

Anpassungen

- Um verschiedene Wellenwiderstände an das 50 Ω Koaxkabel anzupassen, sind Maßnahmen notwendig
 - Balun („balanced – unbalanced“) oder * Anpassnetzwerk
- OCF-Antennen wie z.B. Stromsummen, Windom oder FD3/4: 200-300 Ω
 - 4:1 oder 6:1 Balun nötig, je nach Aufhängungshöhe + 1:1 Balun (Choke)
- Loopantennen wie Delta- und Quadloops: 50 – 200 Ω
 - 1:1, 2:1 oder 4:1 Balun
- Endgespeiste Antennen: etwa 2000 – 4000 Ω (abhängig von Aufhängungshöhe)
 - 64:1 (49:1) Unun (unbalanced/unbal.) + 1:1 Balun in etwa 0,05 λ der niedrigsten Betriebsfrequenz (80m: 4m, 40m: 2m)
- Nicht resonante Langdrahtantennen: ca. 450 Ω , abhängig von Länge, Aufhängung, Gegengewicht
 - 9:1 Balun + Antennentuner , bei vertikaler Anordnung Radiale
- Vertikalantennen:
 - $\frac{1}{4} \lambda$: ca. 50 Ω , kein Balun nötig, Radiale
 - $\frac{3}{8} \lambda$: ca. 200 Ω , 4:1 Balun oder * Anpassnetzwerk, Radiale
 - $\frac{5}{8} \lambda$: Verlängerungsspule auf $\frac{3}{4}$ Lambda, Radiale
 - VDA (Vertical Dipol Array): ca. 50 Ω , 1:1 Balun, keine Radiale

UNUN

- Ein **UNUN** ist ein Spannungsbalun (Transformator), der
 - **UN**balanced zu **UN**balanced
- also **unsymmetrisch** zu **unsymmetrisch** überträgt
- wenn wir also $50\ \Omega$ z.B. unsymmetrisch auf einige $1000\ \Omega$ übersetzen möchten, benötigen wir einen UNUN mit Übersetzungsverhältnis 1:49 ($2450\ \Omega$) bis 1:64 ($3200\ \Omega$) entsprechend einem Wickelverhältnis 1:7 bis 1:8 (z.B. endgespeiste Antenne) – die Wellenwiderstände sind quadratisch zum Wickelverhältnis
- wenn wir also $50\ \Omega$ z.B. unsymmetrisch auf $200\ \Omega$ übersetzen möchten, benötigen wir einen UNUN mit Übersetzungsverhältnis 1:4 entsprechend einem Wickelverhältnis 1:2 (z.B. Ruthroff für OCFD-Antenne)

Gehäuse



Elektroverteilerdose mit Verschraubungen



Gehäuse IP54 - wasserdicht

Fa. Hammond Electronic, bei rs-electronic.
Gehäuse **1591CFLGY** mit eingelegter
Dichtung und „Bottom Flange Lid“, z.B.
120x65x36, € 9,59



Ringkern – Brillenkern (Doppellochkern)



Verschiedene Ringkerne

- Materialien wie Ferrit, (Eisenpulver T – mehr für Filter)
- Permeabilität (magnetische Leitfähigkeit) – versch. Mixe
- Größen von 0,23" (5,8mm) bis 6,5" (165,1mm)
- Für unsere Antennen verwenden wir zumeist
 1. Amidon FT140-43 (35,5mm Außen-Ø), AL=885 (~ € 5)
 2. Amidon FT240-43 (61mm Außen-Ø, Höhe 12,7mm), AL=1075 (~ € 15)
 3. FerriteShop FT240-31 (61mm Außen-Ø, Höhe 12,7mm), AL=3180 (~ € 15)
 4. Amidon FT140-61 (35,5mm Außen-Ø), AL=140 (~ € 6,50)
 5. Amidon FT240-61 (61mm Außen-Ø), AL=173 (~ € 18,50)
 6. DARC RK1 (61mm Außen-Ø), AL=750 (~ € 6,40)
 7. DARC RK3 (40mm Außen-Ø), AL=730 (nicht mehr lieferbar)
 8. DARC RK4 (61mm Außen-Ø, Höhe 19mm), AL=1200 (~ € 6,90)

„Brillenkern“ (Doppellochkern)



- Amidon.de BN43-7051
- Fair Rite 2843009902
- Geeignet für Kurzwelle (7 – 30 MHz), 100 – 250W
- Balun oder Unun, je nach Schaltung
- Als Ruthroff 4:1 für OCFD oder ECOCFD

Baluns/Ununs

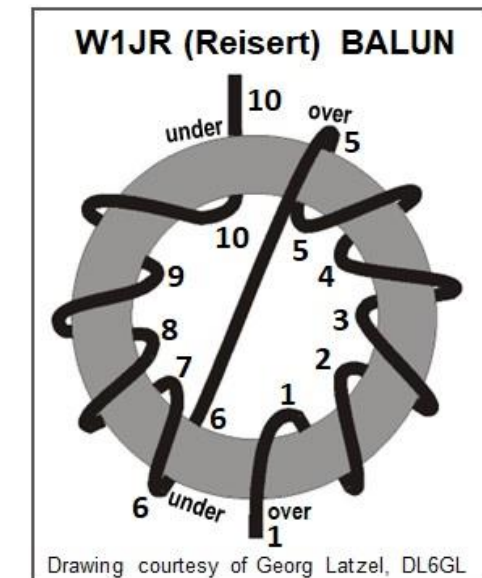
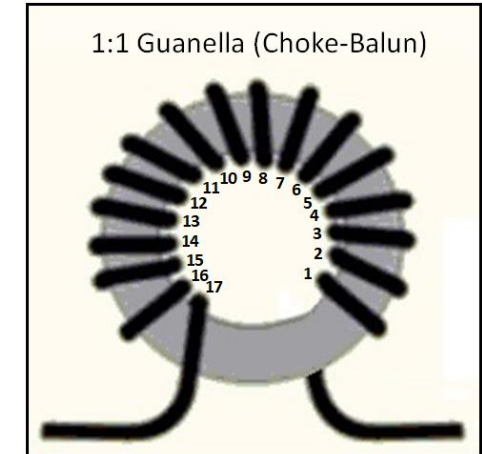
- Verschiedene Bauformen
 - Ruthroff
 - Guanella-Balun (2-Kerne!)
 - Choke (HF-Drossel)
 - Maxwell
 - Hybrid (Spannungsbalun + Strombalun in Serie)

Zu beachten:

- Die Drahtlänge einer Wicklung soll immer kleiner als $\lambda_{\min}/8$ sein, um Resonanzen zu verhindern
- Beispiel: 50 MHz/6m : 8 = 75cm

Bau eines 1:1 Guanella Choke-Baluns

- Es gibt **2 Möglichkeiten**, das Koaxkabel für einen 1:1 Guanella Balun zu wickeln:
 - **Aneinandergrenzende** Windungen (obere Zeichnung)
 - Windungen mit **Durchkreuzung** (W1JR/Reisert Methode)
- Beide Methoden funktionieren gleich gut, das Kreuzwickeln hat jedoch einen physikalischen Vorteil:
 - Die Koax-Enden treten auf **gegenüberliegenden** Seiten aus
 - Die halbe Wicklung wird auf eine Seite des Kerns gewickelt, dann wird das Koaxialkabel durch den Kern zur anderen Seite geführt und im gleichen Wicklungssinn die weitere halbe Wicklung auf die andere Seite des Kerns gewickelt
 - Es ist in Ordnung, wenn eine Seite eine Windung mehr hat als die andere
- Ausführung: das Koax verläuft beim Ringkern oben über den Kern und unten beim Ringkern unter dem Kern (unteres Bild)



Bau eines 1:1 Guanella Choke Baluns: Details

1:1 Guanella Balun Details				Windungszahl	
Leistung ¹	Source	Ringkern Typ	Koaxtyp	80m	40m
600W	Amidon	FT140-43	RG-316 ² (3mm Ø)	18	15
	Ferroxcube	TX36/23/15-4A11			
1kW	Amidon	FT240-43	RG-142 ² , -303 ² od. - 400 ² (5mm Ø) ³	18	15
	Ferroxcube	TX58/41/18-4A11			
1,5kW	Amidon	2xFT240-43	RG-142, -303 od. - 400 ^{3T} (5mm Ø)	18	15
	Ferroxcube	2xTX58/41/18-4A11			
¹ SSB/CW	² Teflon isoliertes Koax			DJ0IP	

¹Hinweis 1: Diese Baluns können im Digi-Modus nur etwa $\frac{1}{3}$ so viel Leistung verarbeiten

²Hinweis 2: Für 200W oder weniger kann auch RG-174 verwendet werden

³Hinweis 3: Für 300W oder weniger kann auch RG-58 verwendet werden

^TTipp: RG-303 ist einfach geschirmt und einfacher zu wickeln als doppelt geschirmtes RG-400

Zu beachten!

- **Verlustleistung:** Die Drosselimpedanz muss hoch genug sein, um den Gleichtaktstrom so weit zu reduzieren, dass die Drossel **nicht überhitzen** und den Ringkern oder das Koaxialkabel beschädigen kann.
- **Veränderung des Antennendiagramms:** Die Drosselimpedanz muss hoch genug sein, damit der Strom in der Zuleitung das **Antennendiagramm nicht verändert**.
- **Vermeidung von Funkstörungen:** Die Drosselimpedanz sollte so hoch sein, dass die Speiseleitung keinen Sendestrom in der Nähe empfindlicher Geräte in Ihrem Haus (oder bei Ihren Nachbarn) abstrahlt. (Wichtig: **Qualität des Koax! → Schirmungsmaß**)
- **Wieviel ist genug?** eine Drosselimpedanz von $\sim 5000 \Omega$ ist ein geeigneter Zielwert zur Optimierung dieser drei Vorgaben, mehr ist besser

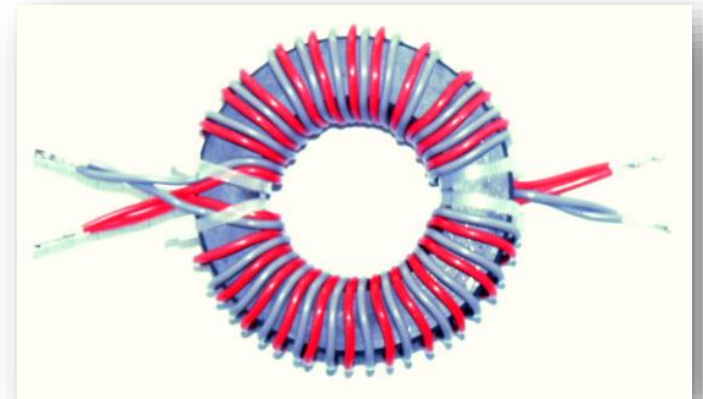
Give Power!

- **Choke Balun 1:1**

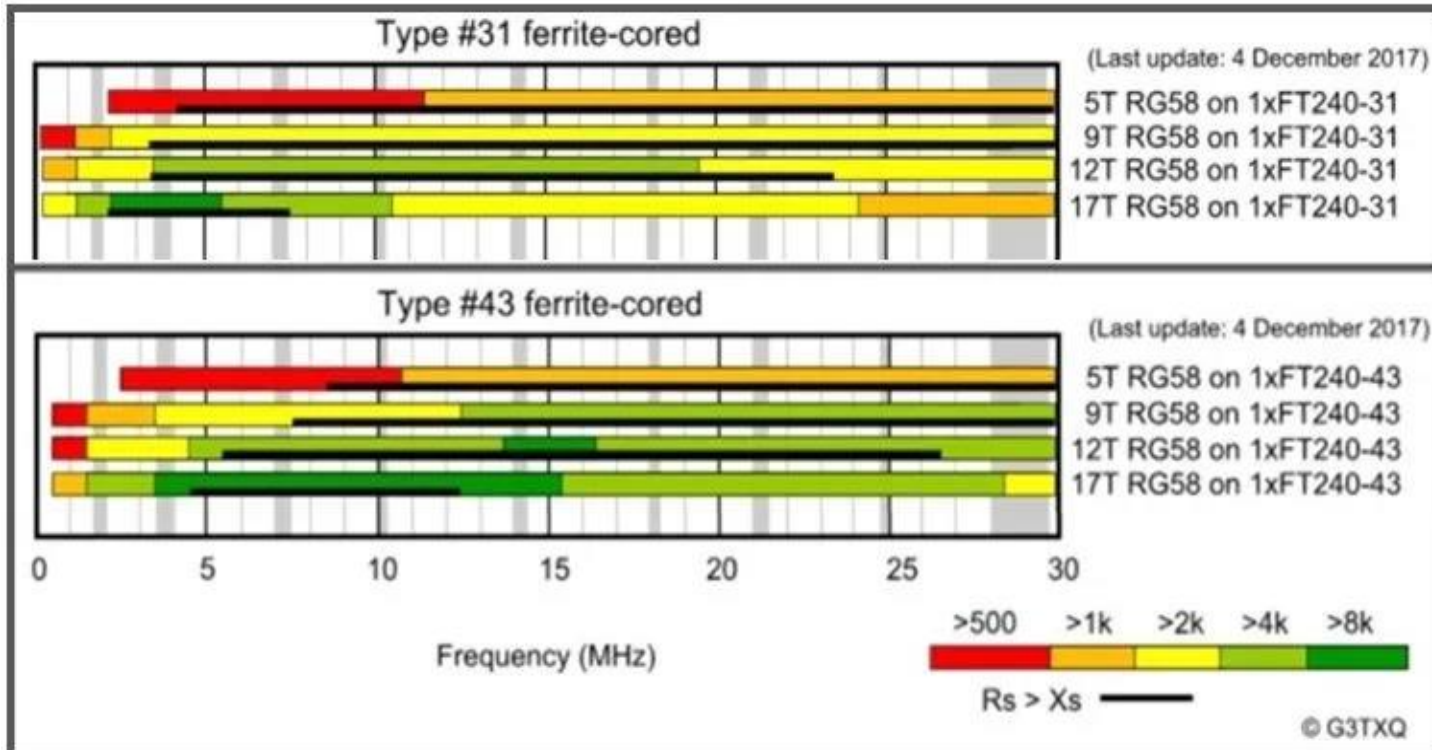
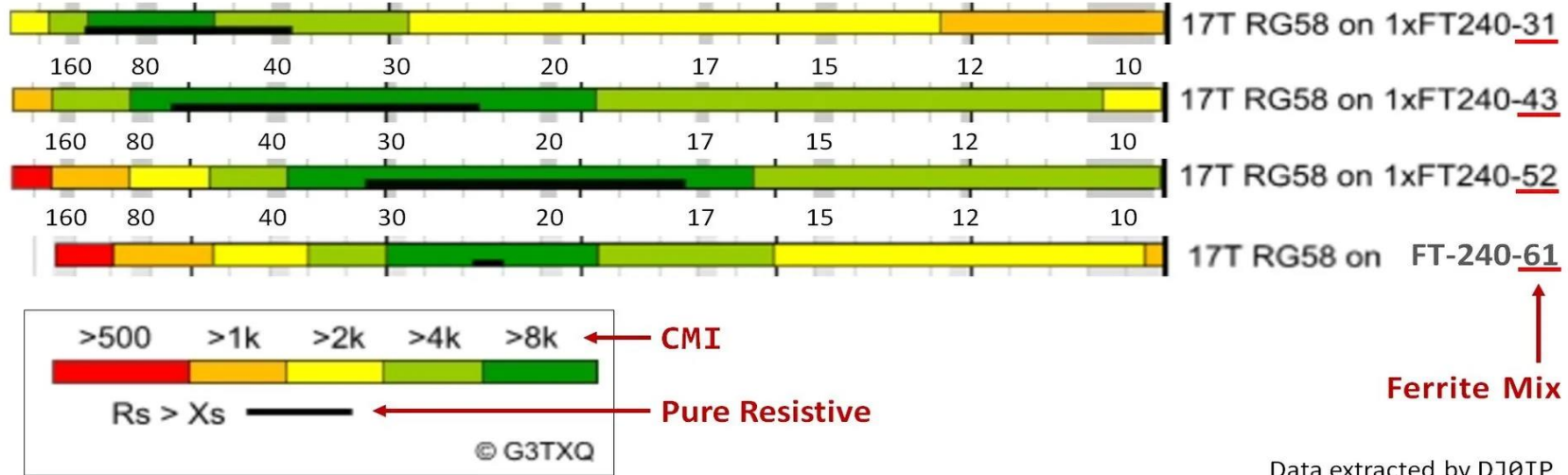
- abhängig vom verwendeten Ferrit-Mix (Curietemperatur!)
- **Faustformel SSB/CW:** 1 Ringkern für ~500W, 2 Ringkerne ~1000W (Mix 43 für 80m – 10m)
- **Faustformel Digimode:** 1 Ringkern für ~250W, 2 Ringkerne ~500W (Mix 43 für 80m – 10m)
- **Faustformel SSB/CW:** 1 Ringkern für ~650W, 2 Ringkerne ~1300W (Mix 31 für 160m – 30m)
- **Faustformel Digimode:** 1 Ringkern für ~300W, 2 Ringkerne ~600W (Mix 31 für 160m – 30m)
- Zwei Kerne **doppelte** Leistung aber nur **halbe** Resonanzfrequenz!

Choke Balun Wickeltechnik

- koaxial siehe Folie 20
- auch mit zwei teflonisolierten, bifilaren Drähten möglich
- 2 Wicklungen, jeweils am Ein- und Ausgang parallelgeschaltet
 - 1 Wicklung hat etwa 100Ω , gleicher Wicklungssinn
 - Zumeist **geringere Impedanz** als mit Koaxkabel!
- Koaxiale Lösung bevorzugen!

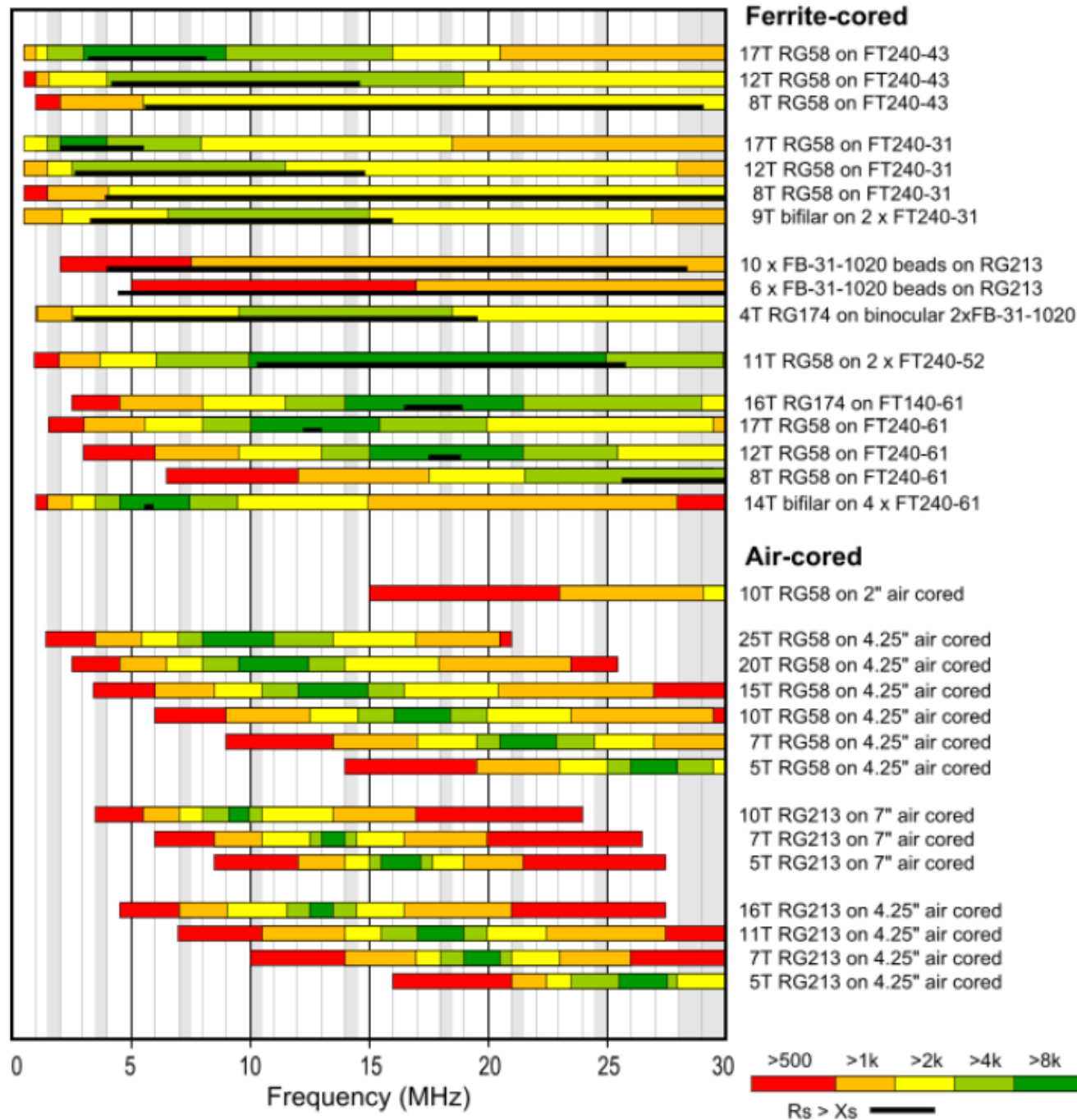


Comparison by Ferrite Mix:



Common-mode Choke Impedances - G3TXQ

(Last update: 15 May 2012)

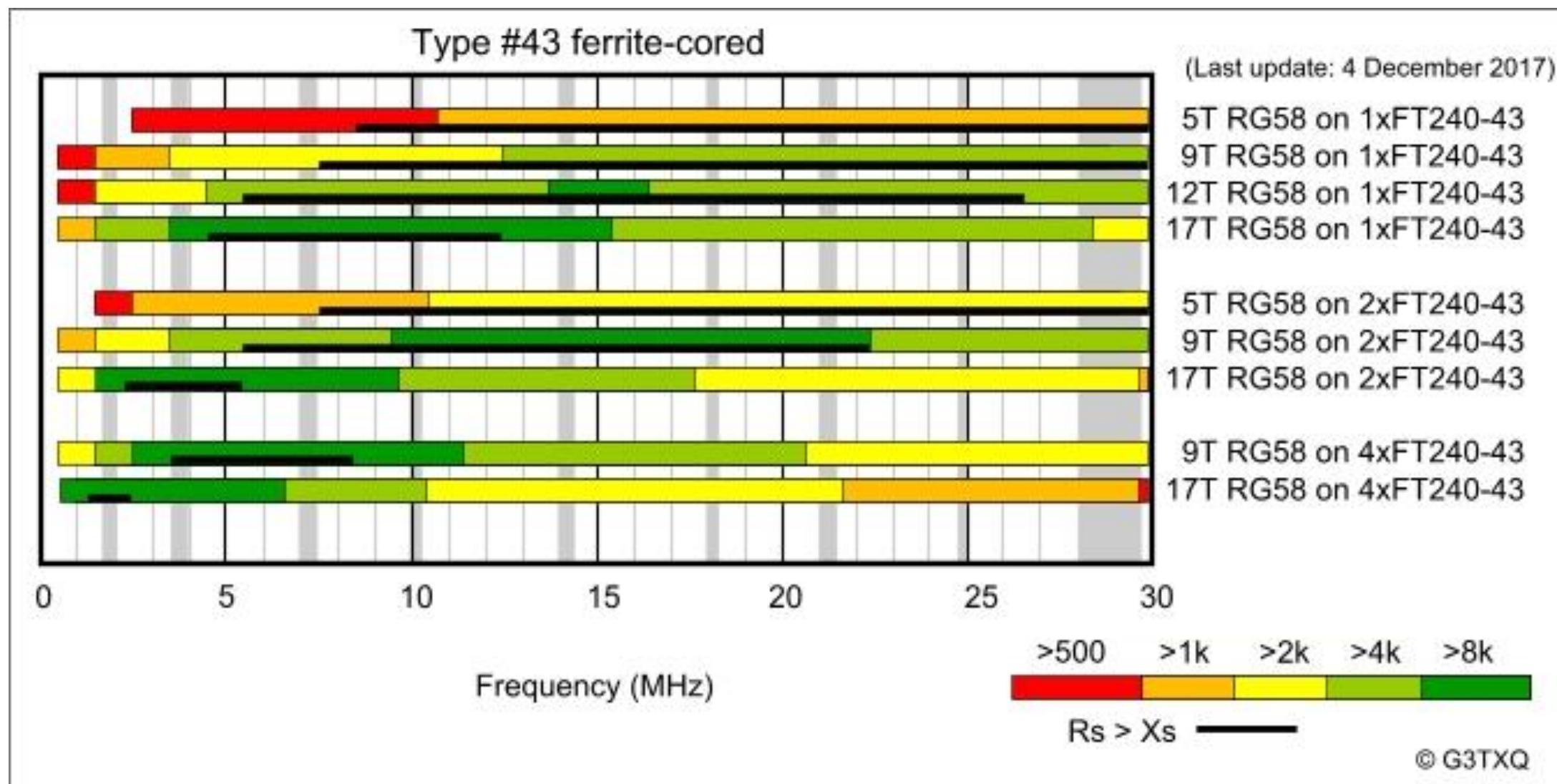


5,4cm Ø

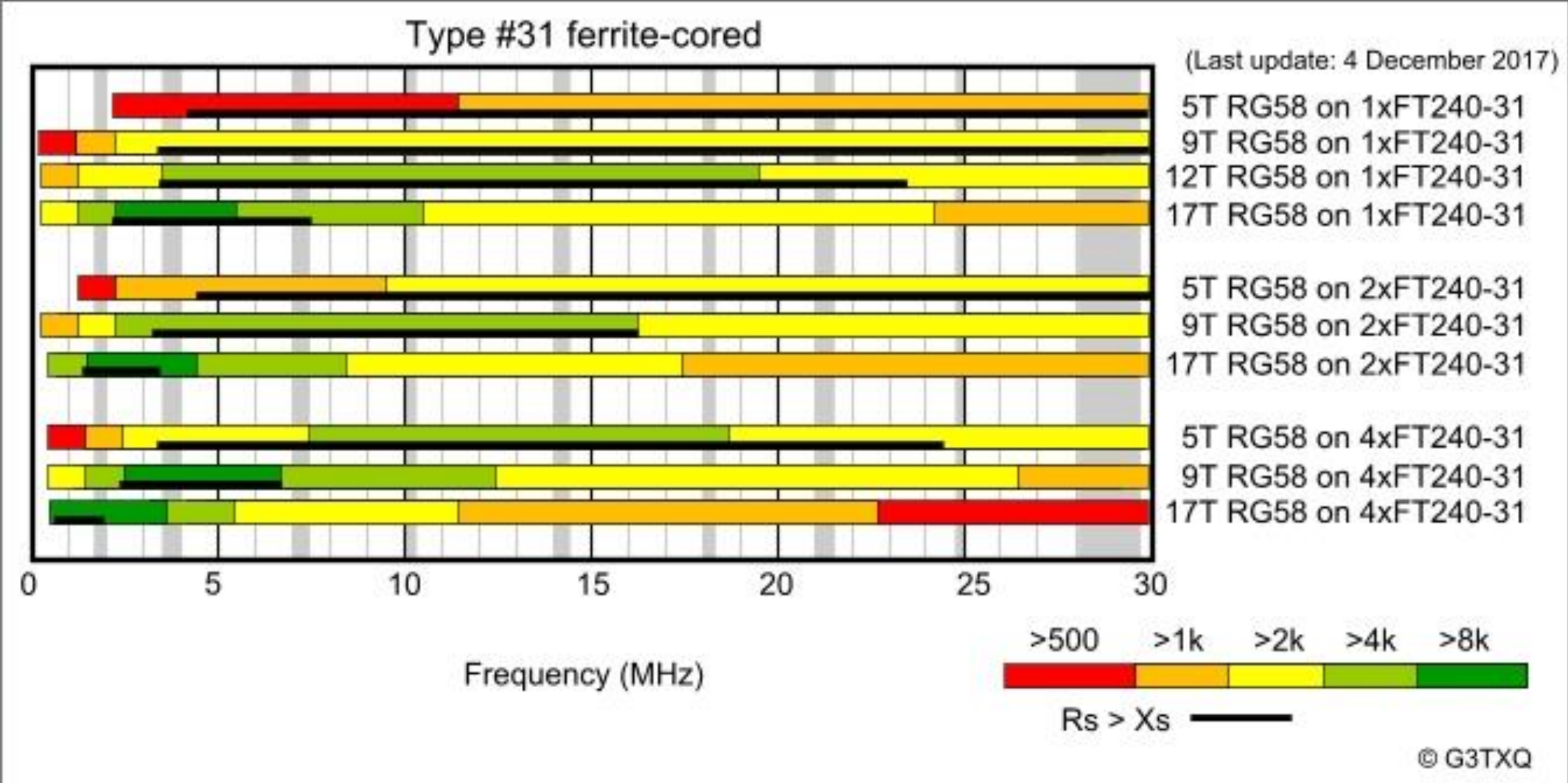
11cm Ø

18cm Ø

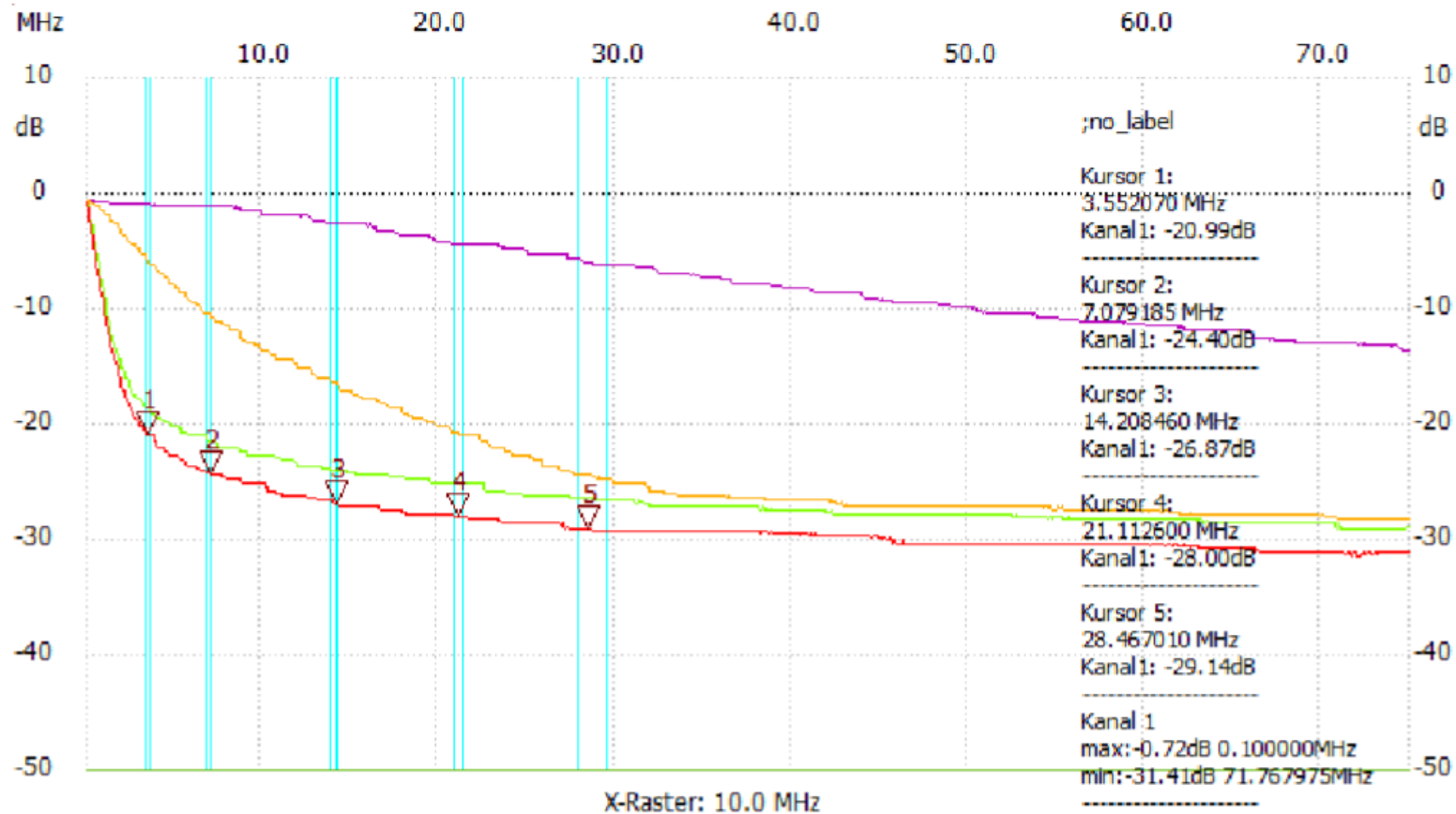
Type 43



Type 31

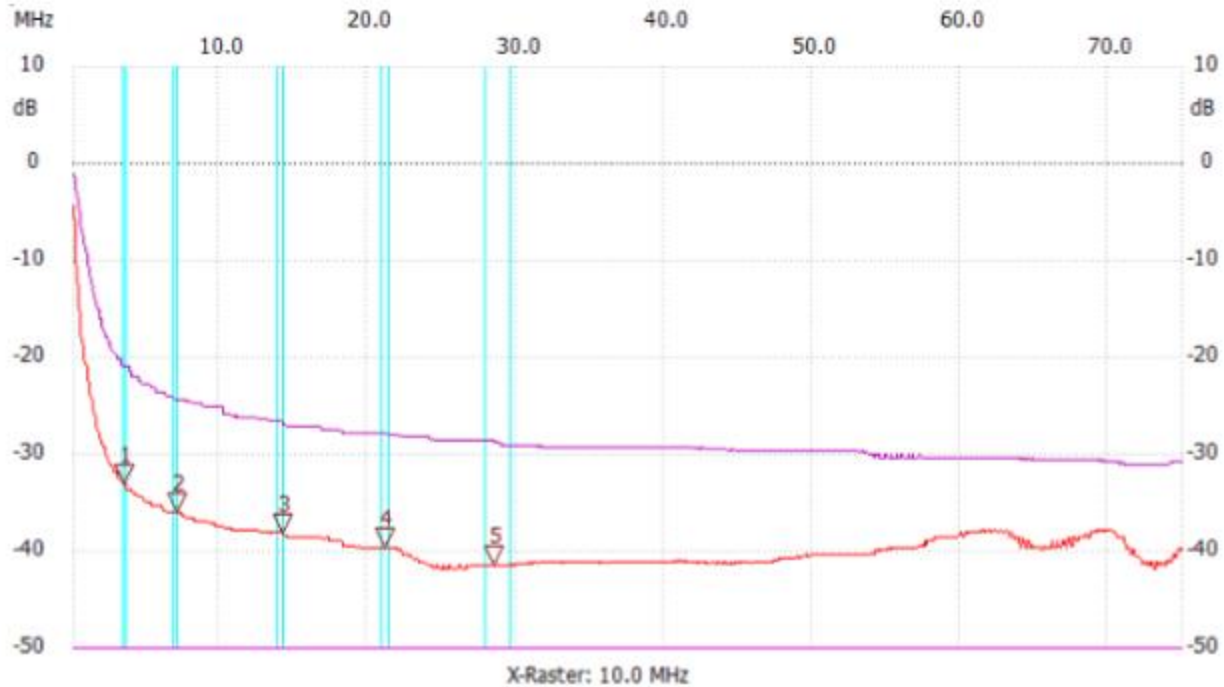


Verschiedene Mantelwellensperren



Violette Linie: Eisenpulvermaterial T130-2
Gelbe Linie: FT140-61
Grüne Linie: FT140-43
Rote Linie: RK1

RK1-Kern: Windungszahl



Kursor 1:
3.552070 MHz
Kanal 1: -33.12dB

Kursor 2:
7.079185 MHz
Kanal 1: -35.96dB

Kursor 3:
14.208460 MHz
Kanal 1: -38.61dB

Kursor 4:
21.112600 MHz
Kanal 1: -39.56dB

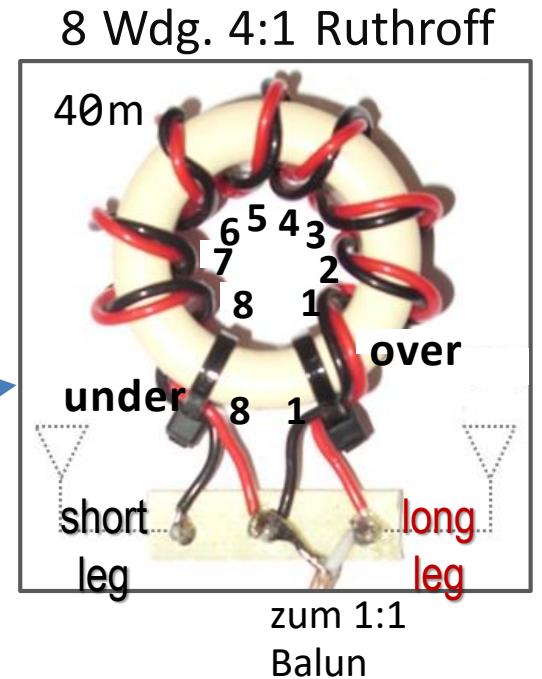
Kursor 5:
28.467010 MHz
Kanal 1: -42.40dB



Violette Linie: 6 Wdg.
Orange Linie: 12 Wdg.

Bau eines 4:1 Ruthroff Baluns (Ringkern)

- Hier: Ferroxcube **TX36/23/15-4C65** Ringkern (gleich wie **FT140-61**)
 - Bei Leistungen bis etwa 1 kW SSB/CW FT240-61
- Dies ist ein typischer 4:1 Ruthroff Balun für 40m OCFD
- Dies ist nur ein Beispiel für das Wickeln
 - Siehe Tabelle nächste Seite
- 15 Windungen verdrehter teflonisolierter #18-Draht (1mm Ø)
 - Gut für 80 bis 6m → 8 Windungen für 40m OCFD!
 - Quelle: dx-wire.de Art-Nr. 16006
 - Auch bifilar anstelle verdreht wickeln möglich
- Verwende schwarze Kabelbinder (UV resistent, weiße sind nicht UV beständig!)



Bau eines 4:1 Ruthroff Baluns: Details

4:1 Ruthroff Balun Details				Windungszahl	
Leistung ¹	Source	Ringkern Typ	Drahttyp ²	80m	40m
600W	Amidon	FT140-61	AWG #18 (1mm Ø)	15	8
	Ferroxcube	TX36/23/15-4C65			
1kW	Amidon	FT240-61	AWG #18 od. 16 ³ (1,3mm Ø)	15	8
	Ferroxcube	TX58/41/18-4C65			
1,5kW	Amidon	FT240-61	AWG #16 ³ od. 14 ⁴ (1,6mm Ø)	15	8
	Ferroxcube	TX58/41/18-4C65			
¹ SSB/CW	² Teflon isoliert, verdrillt oder bifilar			DJ0IP	

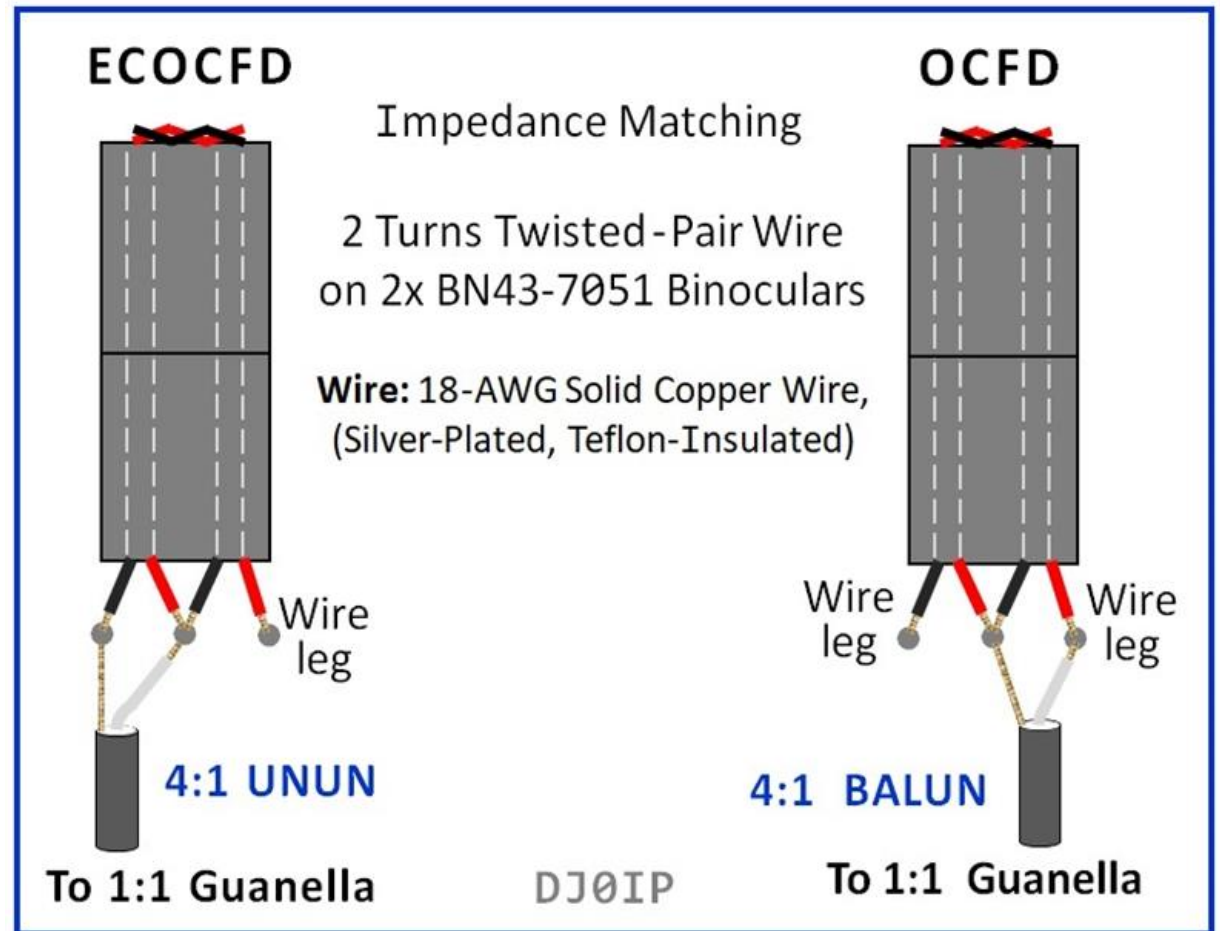
¹Hinweis 1: Diese Baluns können im Digi-Modus nur etwa $\frac{1}{3}$ so viel Leistung verarbeiten

² Hinweis 2: Verwenden Sie keinen Kupferlackdraht CuLL, es sei denn, dieser ist im Teflon-schlauch geführt. Ohne Schlauch besteht die Gefahr, dass die Isolierung zerkratzt wird, wenn der Draht auf den Ringkern gewickelt wird (ev. mit Teflon Dichtungsband umwickeln)

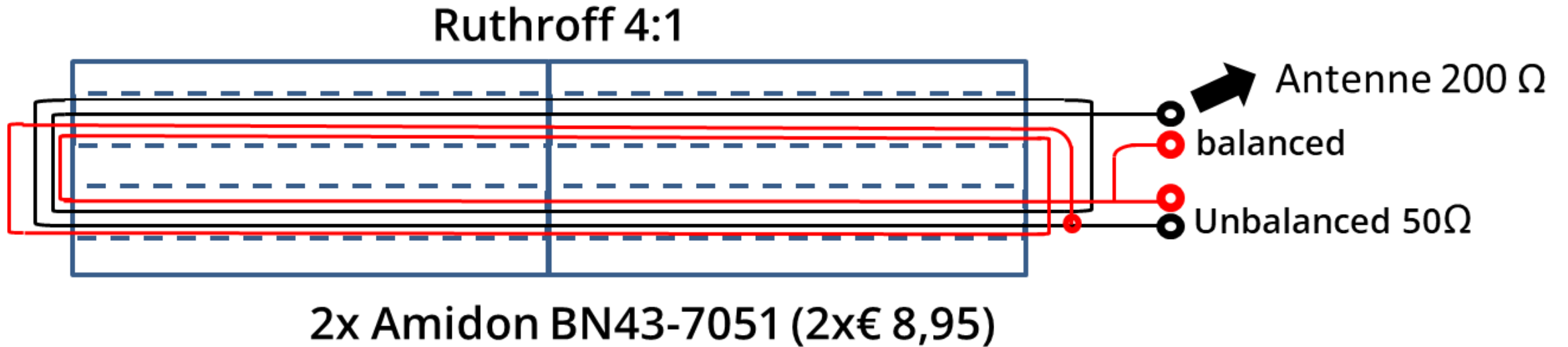
³Hinweis 3: dx-wire.de Art. Nr. 16013 (schwarz), 16014 (rot) | ⁴Hinweis 4: Art.Nr. 16003 (schwarz)

Bau eines 4:1 Ruthroff Baluns (Doppellochkern)

- ❖ Wahlweise UNUN oder BALUN
- ❖ Mit 2 x BN43-7051 ab 40m bis 10m nutzbar
- ❖ Für 80m 3 x BN43-7051
- ❖ Leistung SSB etwa 600W, CW 400W, digitale Modi etwa 200W
- ❖ Wickeldraht dx-wire.de Art-Nr. 16006, 2 x 0,75mm² versilbert



Wickelsinn



Teflon-Drähte

PTFE (Teflon®) - Litze AWG18

Art-Nr. 16002

Lieferbar innerhalb 2 bis 5 Tagen **

0,82mm²/1mm Ø



PTFE (Teflon®) - Litze AWG16 schwarz

Art-Nr. 16013

Lieferbar innerhalb 2 bis 5 Tagen **

1,31mm²/1,3mm Ø



PTFE (Teflon®) - Draht verdreht 2 x

0,75mm²

Art-Nr. 16006

Lieferbar innerhalb 2 bis 5 Tagen **



PTFE (Teflon®) - Litze AWG16 rot

Art-Nr. 16014

Lieferbar innerhalb 2 bis 5 Tagen **

1,31mm²/1,3mm Ø

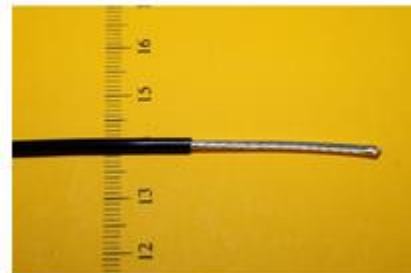


PTFE (Teflon®) - Litze AWG14

Art-Nr. 16003

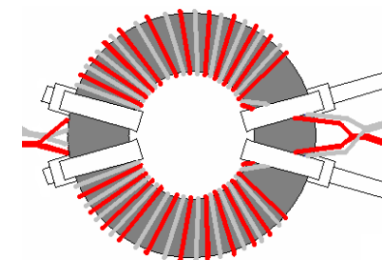
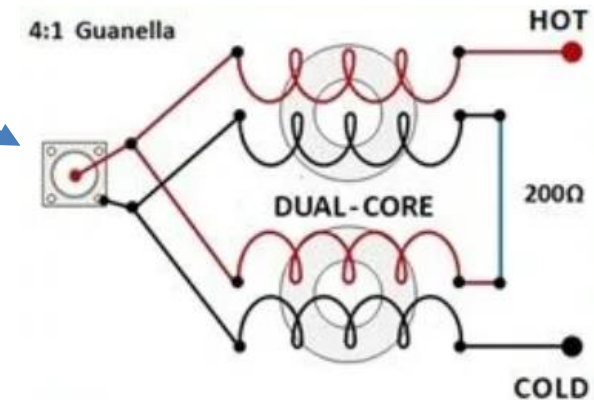
Lieferbar innerhalb 2 bis 5 Tagen **

2,08mm²/1,63mm Ø



Bau eines 4:1 Guanella Strombaluns $200\Omega:50\Omega$

- Als Strombalun **unbedingt 2 Kerne** vorsehen (1 Kern ist ein Trafo!!!)
 - Bei Leistungen bis etwa 500W FT140-43, bis etwa 1,5 kW SSB/CW FT240-43
- Dies ist ein typischer 4:1 Guanella Strombalun für KW
- 2x10 Windungen verdrillter teflonisolierter #18-Draht (1mm \varnothing) bei FT140-43, 2x11 Wdg. bei FT240-43
 - Gut für 80 bis 10m (6m)
 - Quelle Teflondraht: dx-wire.de Art-Nr. 16006
 - Auch bifilar anstelle verdrillt wickeln möglich



CMI bei jeweils 7 Windungen auf FT240-43

Balun Art / Frequenz	3 MHz	10 MHz	30 MHz
1:1 Guanella Strombalun	894Ω/∠+62°	1855Ω/∠+36°	2765Ω/∠-32°
1:1 Spannungsbalun	0*	0*	0*
4:1 Ruthroff (Spannung)	0*	0*	0*
4:1 Guanella (Strom 2 K.)	475Ω/∠+63°	924Ω/∠+36°	1514Ω/∠-22°
4:1 Guanella (Spannung)	0*	0*	0*
4:1 Hybrid (Ruthroff+Choke)	900Ω/∠+60°	1850Ω/∠+35°	2768Ω/∠-30°

Quelle: G3TXQ „Basic Baluns“

0*: bedeutet, dass der gemessene Wert kleiner als 10Ω war

4:1 Guanella Strom: ist in etwa der halbe Wert des Strombaluns, da für den Gleichtaktstrom die beiden Kerne parallel geschaltet sind

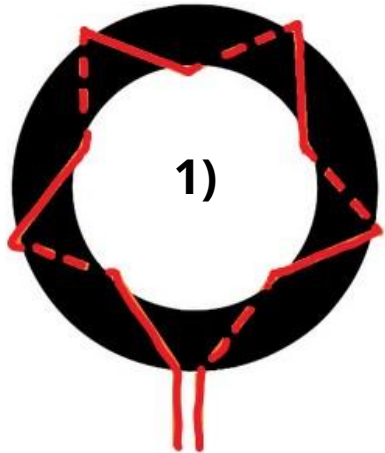
4:1 Hybrid: in etwa die gleichen Werte wie ein 1:1 Guanella, da der 4:1 Ruthroff nichts zur CMI beiträgt

Welchen Balun wofür:

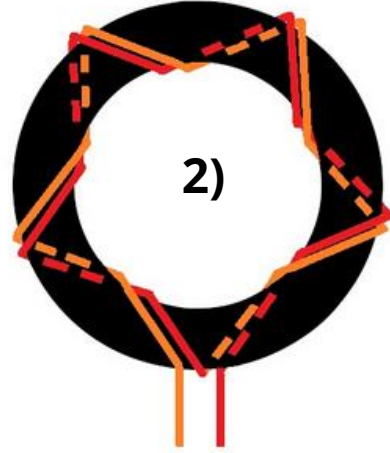
- **Vertikal**
 - **$\lambda/4$ mit Radials:** 1:1 Guanella (Choke)
 - **$3/8 \lambda$ mit Radials:** 4:1 Guanella 2 Kerne
 - **$\lambda/2$ mit Radials:** 49:1 Unun + 1:1 Guanella (Choke)
 - **VDA:** 1:1 Guanella (Choke)
 - **$\lambda/4$ Sloper:** 1:1 Guanella (Choke)
 - **$\lambda/2$ Sloper:** 1:1 Guanella (Choke) vor Gerät
 - **Delta Loop (vert. pol.):** 2:1 Unun* + 1:1 Guanella Choke
 - **Quad Loop (vert. Pol.):** 2:1 Unun* + 1:1 Guanella Choke
- **Horizontal:**
 - **Dipol:** 1:1 Guanella (Choke)
 - **OCFD:** Hybrid (4:1 Ruthroff+1:1 Guanella Choke)
 - **ECOCFD:** 1:1 Guanella Choke + 4:1 Ruthroff mit BN43-7051
 - **Endgespeist:** 49:1 oder 64:1 + 1:1 Guanella in etwa $0,05 \lambda$ der untersten Frequenz entfernt
 - **G5RV bzw. ZS2BKW:** 1:1 Guanella Choke + Tuner
- *: siehe nächste Folie

2:1 Unun (100 zu 50 Ω)

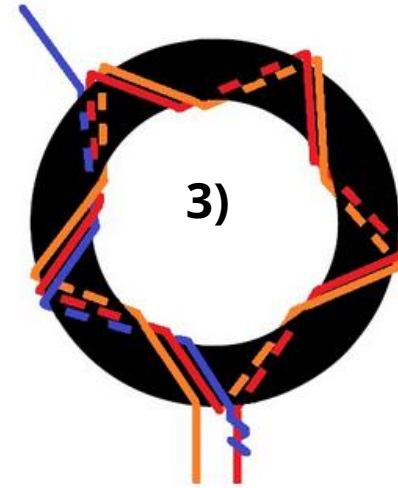
- Auf FT140 oder FT240-43 Ringkern (200W bzw. 800W) für 160-20m, FT1(2)40-61 für 80-6m
- PTFE-Drähte dx-wire.de Nr. 16013 bzw. 16014



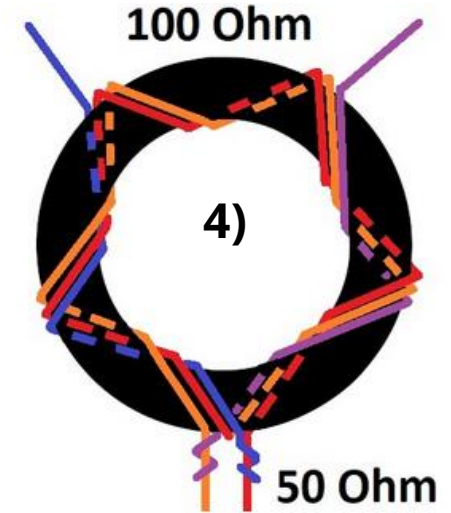
16014 – 5 Wdg. rot



16013 – weitere 5 Wdg. hier orange dargestellt. Links rot mit rechts orange verlöten



16014 – 2 Wdg. nach links im selben Wicklungssinn, hier blau dargestellt. Mit rechts rot verlöten



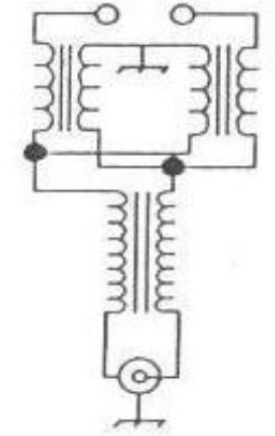
16013 – 2 Wdg. nach rechts im selben Wicklungssinn, hier violett dargestellt. Mit links schwarz verlöten

Auf der 50 Ω Seite einen an die Leistung angepassten Chokebalun anschließen, die 100 Ω Seite an die Antenne.

Fritzel AMA Balun – Fehlkonstruktion!

- Der 2:1 Anpassungsübertrager und ein 1:1 Strombalun (mit verdrilltem Kupferlackdraht im Bild) sind auf nur **einem** Ringkern gewickelt.
- Auf die Wicklung des Strombaluns wirkt der magnetische Fluss, der von dem 2:1 Trafo verursacht wird. Gleichtaktenergie wird über den magn. Fluss in den Strombalun induziert.

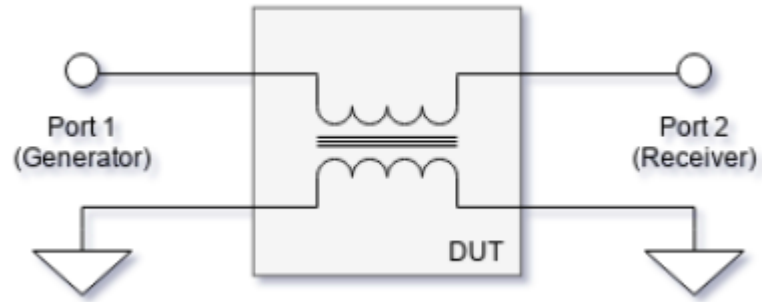
Der Strombalun wird dadurch nutzlos.



1:2
AMA

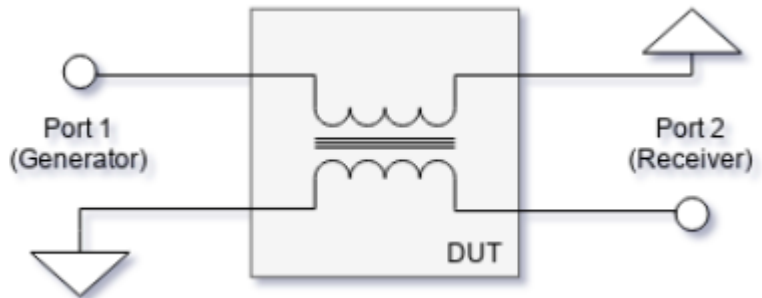
Diese Konstruktion wird u.a. bei Fritzel FD3 und FD 4 verwendet. Ersatz: Unun+Balun auf 2 verschiedenen Kernen!

Messungen an Balun/Unun/Choke mit VNA



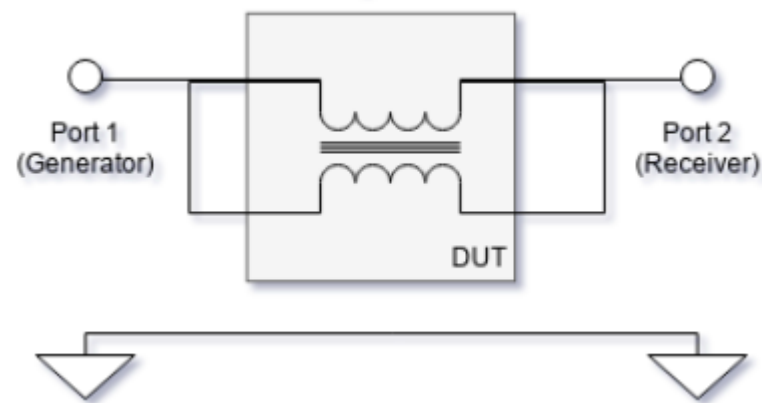
Choke Einfügedämpfung (Insertion Loss) in dB

- Messung über vorgesehenes Frequenzband
- Sollte möglichst gering sein



Choke Symmetriefehler (Symmetry Deviation) in dB

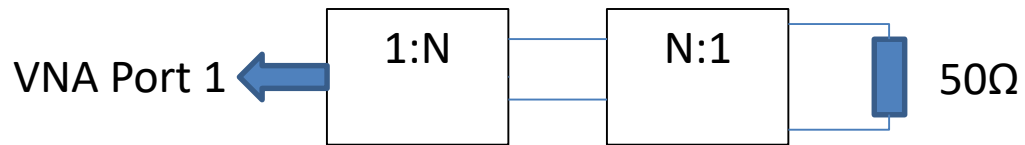
- Messung über vorgesehenes Frequenzband
- Sollte möglichst gering sein
- Je kleiner desto besser



Choke Gleichtaktunterdrückung (Common Mode Rejection) in dB

- Messung über vorgesehenes Frequenzband
- Sollte möglichst hoch sein
- Je größer desto besser

Messungen an Balun/Unun/Choke mit VNA



Balun/Unun Einfügedämpfung (Insertion Loss) in dB

- Messung über vorgesehenes Frequenzband
- 2 gleiche Balun/Unun (z.B. 4:1)
- Wert = gemessener Wert/2
- Sollte möglichst gering sein

Fragen

