

Verschiedene Bauformen (3)

Weitere Balun-Typen im Test

Wolfgang Wippermann, DGØSA

In diesem dritten und abschließenden Teil werden weitere Balun-Typen getestet und vorgestellt.

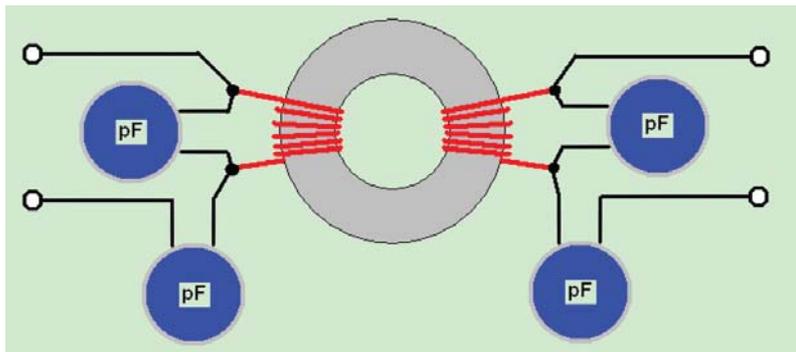


Bild 16: Bandfilterbalun nach DGØSA

Bandfilter-Balun nach DGØSA [16]

Bild 16 zeigt das Schema. Zwei Wickel werden auf einen Kern (Pulvereisen bei schmalbandigen oder Ferrit mit geringen Kernverlusten bei breitbandigeren Anwendungen) gebracht und mit zusätzlichen Kondensatoren an Quelle und Last angepasst. Es ergibt sich die Übertragungsfunktion eines Bandfilters. Als Kernmaterial ist, je schmaler die Bandbreite gewählt wird, ein Material höherer Güte zu wählen. Für den Aufbau im Bild eignen sich z.B. die 17-er Pulvereisenkerne von MicroMetals, z.B. T130-17, Kennfarbe blaugelb, hervorragend [18].

SWR-Test:

Je nach Koppelgrad der Wicklungen können in einem breiten (hoher Koppelgrad) oder schmalen (geringer Koppelgrad) Frequenzfenster ausgezeichnete SWR erzielt werden. Je schmaler das Frequenzfenster ist, um so höher muss die Güte der Spulen und Kondensatoren sein, um ein gutes SWR nach präzisiertem Abgleich zu erreichen.

Trenntest:

Fällt positiv aus. Gegenüber den Varianten, die die Trennung mit der Induktivität des Wickels realisieren, wird hier die Trennung über die Kapazität zwischen den Teilwickeln realisiert. Da-

durch ergibt sich ein umgekehrter Verlauf der Trennwirkung über die Frequenz. Sie nimmt bei diesem Balun mit abnehmender Frequenz zu! Deshalb ist der Bandfilter-Balun besonders bei tieferen Frequenzen allen anderen Bauformen überlegen.

T²LT-Balun nach Potter[17]

Bild 17 zeigt das Schema. Die Zweidrahtleitung wird wie beim Balun nach Gerth zu einer Spule auf den Kern (vorzugsweise Pulvereisen) gewickelt. Während bei der Anordnung von Gerth nur die Induktivität der Spule dem Gleichtaktstrom entgegensteht, nutzt Potter die Wirkung der Resonanz, indem er zur Spule einen Kondensator parallel schaltet. Zur Erinnerung: Für Gleichtaktströme verhalten sich zwei parallel geführte Drähte wie nur ein Draht. Tatsächlich reicht ein Kondensa-

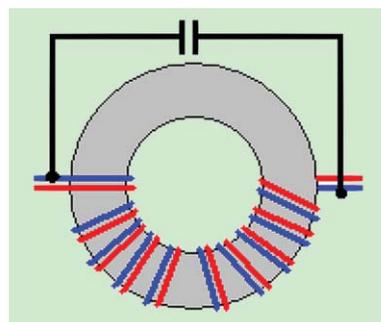


Bild 17: T²LT nach Potter

tor aus, um für beide Drähte die gewünschte Trennwirkung gegen Gleichtaktströme zu erreichen. Die Wirkung ist sehr stark, aber nur auf ein schmales Frequenzfenster beschränkt. Für den Aufbau im Bild eignen sich z.B. die 17-er Pulvereisenkerne von MicroMetals, z.B. T130-17, Kennfarbe blaugelb, hervorragend [18]. Das L/C-Verhältnis sollte groß sein.

SWR-Test:

Ein gutes Ergebnis wird erreicht, wenn die Impedanz der Leitung gleich groß wie die der Abschlusswiderstände gestaltet wird. Bei Verwendung von Kupferlackdraht wird die Impedanz durch den Abstand zwischen den Leitern eingestellt, in der Praxis durch den Verdrillungsfaktor. Teflonband aus der Sanitärinstallation dünn um einen der beiden 1-mm-CuL-Leiter gewickelt, dann beide miteinander verdrillen, ergibt etwa 50 Ω Impedanz. Verwendet man Koaxialkabel passender Impedanz, wird das SWR sehr gut sein. Der Kondensator wird mit dem Schirm verbunden.

Trenntest:

Fällt positiv aus, denn für die Gleichtaktströme bilden Wicklung und Kondensator einen Parallelschwingkreis mit sehr hoher Impedanz bei der Resonanzfrequenz. Wirkt nur in einem engen Frequenzfenster, dort aber sehr stark! Verwendung bei Einbandantennen.

Dreidraht-Balun nach DGØSA

Bild 18 zeigt das Schema. Die Zweidrahtleitung wird wie beim Balun nach Gerth als Spule auf einen Ferritringkern gewickelt. Auf einem zweiten Kern gleicher Permeabilität wird eine weitere Spule gleicher Windungszahl gewickelt, der von mir so benannte „dritte Draht“. Die Verringerung der Sperrwirkung gegen Gleichtaktströme durch die Parallelschaltung beider Spulen kann durch eine Erhöhung der Zahl der Windungen ausgeglichen werden. Die im Bild 18 links dargestellte obere Dipolhälfte ist über den blauen Draht mit dem Koaxialkabelschirm verbunden (rechts im Bild dargestellt). Der schwarze Draht verbindet die untere

Den Autor erreichen Sie unter: Wolfgang Wippermann, DGØSA
 Lerchenweg 10
 18311 Ribnitz-Damgarten
wwippermann@t-online.de

Dipolhälfte ebenfalls mit dem Koaxialkabelschirm.

Nimmt nun die Trennwirkung der Wickel gegen Gleichtaktströme ab, was zu tieferen Frequenzen hin der Fall ist, so werden beide Dipolhälften immer mehr bezüglich der Gleichtaktströme mit dem Koaxialkabelschirm verbunden („gegen Erde gezogen“), die Symmetrie (gegen Erde) bleibt dadurch erhalten.

Bei Antennen ist der „dritte Draht“ eher überflüssig, vielleicht sinnvoll zur Vermeidung statischer Aufladungen der Dipolhälfte, die mit dem Innenleiter des Koaxialkabels verbunden ist, zur Verhinderung eines Ladungsausgleichs im angeschlossenen Transceiver.

SWR-Test:

Ein gutes Ergebnis wird erreicht, wenn die Impedanz der Leitung gleich groß wie die der Abschlusswiderstände (Dipol, Koaxialkabel) gestaltet wird. Durch den „dritten Draht“ wird der Nutzbereich zu tieferen Frequenzen begrenzt.

Trenntest:

Fällt positiv aus.

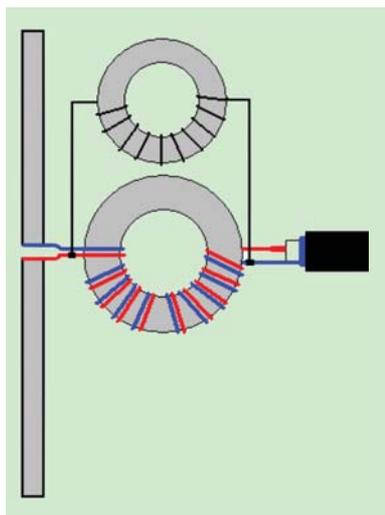


Bild 18
Dreidraht-Balun
nach DGØSA

Mess-Balun von DGØSA

Bild 19 zeigt das Schema. Ein Sonderfall: In einer Messbrücke gilt es, aus der symmetrischen Brückenmitte die Spannung auszukoppeln und an einen unsymmetrischen Ausgang zu führen. Dies geschieht durch ein sehr dünnes Koaxialkabel, auf das 22 Rippenkerne aufgefädelt sind. Der Schirm geht an den einen, die Seele an den anderen Anschluss der Brückenmitte. An der anderen Seite geht der Schirm an Masse und die Seele an den Innenleiter der koaxialen Buchse. Durch die Auskoppelung wird bei tieferen Frequenzen durch den zunehmenden Einfluss der Verbindung des einen Anschlusses der Brückenmitte zur Masse die Symmetrie



Bild 19: Mess-Balun 1:1 von DGØSA

der Brücke gestört. Deshalb wird eine weitere Verbindung vom anderen Anschluss der Brückenmitte zur Masse eingefügt. Diese Verbindung besteht aus einem Draht gleicher Dicke wie die Abschirmung des Koaxialkabels. Der Draht wird durch das andere Loch des Rippenkernes gesteckt. Durch das Einfügen des „dritten Drahtes“ wird die Symmetrie der Brücke auch bei tieferen Frequenzen erhalten.

Die Leitung von der Brückenmitte zum unsymmetrischen Ausgang muss der Impedanz des nachfolgenden Systems aus Leitung und Detektor entsprechen. Es ist möglich, Messbrücken mit einer guten Richtschärfe bis über 1 GHz unter Amateurbedingungen zu bauen [19].

Je mehr Kerne auf die Leitung gefädelt werden, um so tiefer werden die Frequenzbereiche sein, in der die Brücke noch zuverlässig arbeitet. Die Verwendung von Doppellochkernen (Rippenkerne, „Schweinenasen“) hat den Vorteil, dass die Induktivität der Messspannungsleitung, gemeint ist deren wirksame Induktivität, die die Gleichtaktströme unterbindet, als auch die Induktivität des Kompensationsdrahtes stets gleich ist, was bei der Methode mit sehr vielen einzelnen Ferritperlen nur mit großem messtechnischem Aufwand gelingt. Zur Funktion siehe auch Balun nach Maxwell.

Bequemer ist die Verwendung von verdrehter Leitung anstelle des Koaxialkabels, womit mehrere Durchfädungen pro Rippenkern möglich sind. Man kommt mit weniger Kernen aus, erreicht aber nicht die große Genauigkeit bei sehr hohen Frequenzen, weil die verdrehte Leitung von 50 Ω abweicht. Für die heute verbreiteten Netzwerktester bis 170 MHz reicht die Genauigkeit jedoch allemal. Zur Funktion siehe auch Balun nach Kellermann

Fazit der Messungen

Der Balun 1:1 auf einem Kern oder auf mehreren Kernen bringt gute Ergebnisse, wenn er nach dem Vorschlag von

Dr. Felix Gerth [4] hergestellt wird. Nach dem Vorschlag von Guanella [9] lassen sich Baluns für ein Übersetzungsverhältnis $1:2^2$ (zwei Kerne nötig), $1:3^2$ (drei Kerne nötig) usw. herstellen, wenn man die Leitungen an ihren Anfängen parallel und an ihren Enden in Serie schaltet.

Stellt man einen Balun 1:4 mit nur einem Kern oder einen Balun 1:9 auf nur zwei Kernen her, und sind bei diesen Aufbauten die Anschlüsse der Ausgangsseite mit Anschlüssen der Eingangsseite verbunden, so handelt es sich nicht mehr um Baluns, sondern um Leitungsübertrager ohne Trennwirkung gegenüber Gleichtaktströmen.

Für die Sicherstellung der Trennwirkung wird man einen solchen Leitungsübertrager immer mit einem Balun ergänzen müssen.

Ein vom Übersetzungsverhältnis 1:1 abweichender Balun benötigt immer mehr als nur einen Kern, wenn er sowohl ein gutes SWR über einen weiten Frequenzbereich, als auch eine gute Trennwirkung gegen Gleichtaktströme haben soll.

Im Ergebnis der Messungen ist aber auch festzustellen, dass eine Reihe Konstruktionen, die in den vergangenen Jahrzehnten vorgeschlagen wurden, keine Baluns sind. So sind u.a. die Vorschläge von Ruthroff und Turrin Fehlkonstruktionen, die keinesfalls das bewirken, was von ihnen erwartet wird. In vielen Fällen bewirkt der „dritte Draht“ mit dem irreführenden Namen „Magnetisierungswicklung“ genau das Gegenteil, er bewirkt eine Verringerung der wirksamen Induktivität. Je nach Wickelsinn des Drahtes zur Zweidrahtleitung oder dem Koaxialkabel, macht das Einfügen des „dritten Drahtes“ entweder das SWR oder die Trennwirkung gegen Gleichtaktströme kaputt. Nur wenn der „dritte Draht“ ein eigenständiges Magnetfeld ausprägen kann, er von der Zweidrahtleitung oder dem Koaxialkabel so getrennt ist, dass

es keine magnetische Kopplung gibt, dann ist der „dritte Draht“ bei einigen Anwendungen sinnvoll, bei Antennen meist überflüssig.

Schnelltest

Ob ein Balun auch als solcher funktioniert, macht auch folgender Test sichtbar, er kann von jedem Funkamateurliehaber ohne jegliche Hilfsmittel an seiner Station selbst vorgenommen werden.

An das antennen-seitige Ende des Speisekabels wird der Balun montiert. Im Empfänger darf jetzt nichts zu hören sein.

Dann wird ein Draht, z.B. ein Anschluss des Dipols, an einem seiner freien Anschlüsse montiert. Gibt der Empfänger nun sehr laute Signale von sich, so taugt der Balun nichts. Die Trennwirkung ist gering, die äußere Oberfläche des Koaxialkabel-Außenschirms fungiert als Bestandteil der Antenne. Da das Koaxialkabel tief in das häusliche Störfeld eintaucht, hört man diese Störsignale auch zumeist mit großen Pegeln. Erst mit dem Beschalten des

zweiten noch freien Anschlusses des Balun dürfen die Signale sehr laut und deutlich hörbar werden. Der Unterschied muss deutlich am S-Meter sichtbar werden.

Die Kernfrage

Bei einem Balun, der seine Trennwirkung durch die Induktivität des Wickels zwischen Ein- und Ausgangsanschlüssen realisiert, „geht die Energie über die Leitung“. Der Kern bekommt nur dann etwas zu tun, wenn er die durch Unsymmetrien im System Antenne-Leitungs-Umgebung verursachten Gleichtaktströme unterbinden soll. Es können so auch Kerne verwendet werden, die mäßig verlustbehaftet sind, denn die Leistung von Quelle zur Last geht ja nicht durch den Kern. Fällt die Wahl auf einen Kern hoher Permeabilität, so sollte ein Test zeigen, ob im interessierenden Frequenzbereich ausreichende Induktivität und damit auch Sperrwirkung erzielt wird. Allein aus einer Induktivitätsmessung sind keine sicheren Rückschlüsse zur Sperrwirkung gegen Gleichtaktströme möglich. Mit einer Probewicklung von zehn Windungen auf dem verwendeten, zu prüfenden Kern wird dessen Wirksamkeit im Bereich 1 MHz bis 50 MHz festgestellt.

Eine Spule, bestehend aus z.B. zehn Windungen auf dem zu prüfenden Kern, wird bei der Messfrequenz eine Induktivität L aufweisen. Eine von der Frequenz abhängige Permeabilität erkennt man leicht, wenn die Spule zwischen Messsender und Detektor in Reihe geschaltet wird. Die Kurve weicht dann vom zu erwartenden Verlauf ab, bei dem die Dämpfung eigentlich mit wachsender Frequenz stetig zunehmen sollte. Der Kern „macht bei höheren Frequenzen schlapp“ (**Bild 20**).

Für die Bewicklung reicht ein einzelner, isolierter Draht. Es ergibt sich das gleiche Verhalten wie für eine von Gleichtaktströmen durchflossene Mehrdrahtleitung oder ein Koaxialkabel, so wie es auch keinen Unterschied in der Induktivität einer Spule gibt, ob man Litze oder nur einen Kupferlackdraht verwendet. Alle Drähte einer Litze verhalten sich bei Gleichtaktströmen wie ein einziger Draht. Lediglich die Oberfläche ist größer, aber das ist bei dieser Betrachtung nicht von Belang. Ein Verlauf wie der Netzwerktester es im **Bild 21** zeigt, deutet auf einen brauchbaren Permeabilitätsverlauf hin,

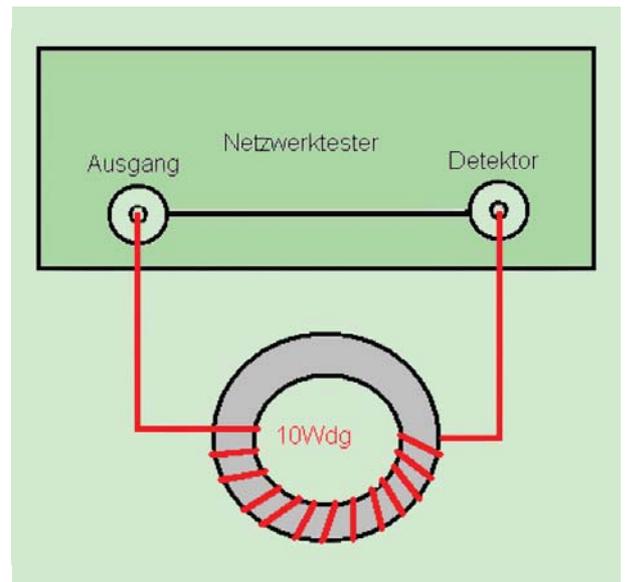


Bild 20:
Kerntest mit
Netzwerktester

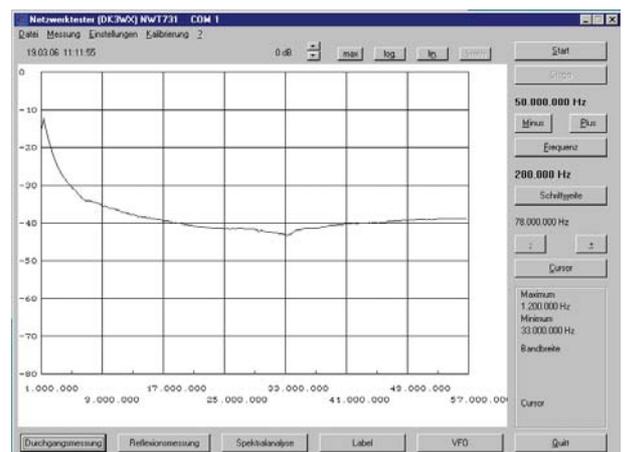
der Kern bleibt bis zu hohen Frequenzen hin wirksam. Es handelt sich hierbei um einen RK1 [20] mit 12 Windungen. Es ist mir noch kein anderes Material vorgekommen, das einen besseren Verlauf für eine Verwendung im gesamten Kurzwellenbereich aufweist. Schon früh wird eine deutliche Sperrwirkung erreicht.

Sie beträgt bei 1,8 MHz zwischen den beiden 50-Ω-Anschlüssen schon über 20 dB. Die Sperrwirkung erreicht schnell Werte besser als 30 dB und hält auch bis 50 MHz an. Mit der Darstellung der Sperrwirkung über die Frequenz kann man erkennen, ab welcher Windungszahl die Sperrwirkung durch Eigenresonanz der Spule (mit der Wicklungskapazität) wieder zu niedrigeren Werten abfällt. Beim RK1-Kern darf man im Kurzwellenbereich bis 18 Windungen aufbringen.

Was der Anbieter wohl nicht weiß: Der RK1 eignet sich ganz ausgezeichnet als Kern für einen Breitbandübertrager mit hoher Effizienz, obwohl er als „Breitbandabsorber NiZn“ gehandelt wird.

CQ DL

Bild 21:
Testergebnis
Ringkern RK1



Literatur und Bezugsquellen

- [8] Guanella G.: „Novel Matching Systems for High Frequencies“, Brown-Boverie Review, Vol 31, September 1944, Pages 327-329
- [9] Jerry Sevick, W2FMI: „Transmission Line Transformer“, 4st edition, ARRL, Newington, 2001, page 9-17, Fig. 9-9
- [10] Jerry Sevick, W2FMI: „Building and Using Baluns and Ununs“, CQ Communications, 1994, Inc., Hicksville, New York, page 43, Photo 4-D (links)
- [11] Jerry Sevick, W2FMI: „Building and Using Baluns and Ununs“, CQ Communications, 1994, Inc., Hicksville, New York, page 43, Photo 4-D (rechts)
- [12] E.T.Red, Reinhard Birchel, DJ9DV: „HF-Module in 50-Ω-Technik“ beam-Verlag 2003, S. 10
- [13] Das kleine Wunderding „MTFT Magnetic Balun“, www.wimo.de/download/mtft-berichte.pdf
- [14] Maxwell W.: „Some Aspects of the Balun Problem“, QST, March 1983, pp 38-40
- [15] Helmut Kellermann, DJ2IP, Karl H. Hille, DL1VU: „Der Kellermann-Balun“, FUNK 12/2001, S. 34-39
- [16] www.wolfgang-wippermann.de/bf0.htm
- [17] R.T. Potter: US 2,485,457 - 1944
- [18] www.micrometals.com/samples_index.html
- [19] www.qrpforum.de/thread.php?threadid=2005
- [20] http://darcverlagshop.de/_topseller.html