

# 50Ω-Hybrid-Balun-1:1-für-Dipole

von DF1BT, Ludger Schlotmann Dinklage

Hybrid-Baluns, also ein Spannungsbalun und ein Strombalun in Serie, sind für Dipolantennen kaum anzutreffen. Auch eine Suche zur käuflichen Erwerbung im Netz führt überwiegend ins Leere. Ist doch so eine Kombination z.B. mit einem Spannungsbalun 1:4..6 in einer Windomantenne alltäglich. Kommerziell wird diese Kombination für Windomantennen auch nicht gefertigt und muss von den Amateuren selbst zusammengestellt werden. Für den Strombalun wird dann oft der Einfachheit halber eine Form nach W2DU, Ferritrings auf dem Koaxkabel, genommen.

Einer der wohl bekanntesten Balunhersteller in Deutschland mit den Anfangsbuchstaben F.. hat die Amateurgemeinde und auch viele Kommerzielle jahrzehntelang verschaukelt. Hoffentlich aus eigener Unwissenheit wurde ein Strombalun (Mantelwellensperre) mit auf den Kern eines Spannungsbaluns (z.B. AMA Serie 83) gewickelt. In einer derartigen Verdrahtung ist die Mantelwellensperre vollkommen wirkungslos, man hatte nur eine mögliche zusätzliche Fehlerquelle durch eine verdrehte CuL-Leitung (nicht so spannungsfest) eingebaut. Das dies jahrelang so sein konnte, lag auch wohl daran, dass kaum ein Benutzer (Amateure wie Kommerzielle) den Unterschied zwischen einem Spannungs- u. Strombalun kannte. Ein Strombalun, also eine Mantelwellensperre, sitzt immer auf einen separaten Kern. In vielen Berichten, allen voran von DGØSA, kann sich heute jeder über die verschiedenen Wirkungsweisen dieser beiden Baluntypen im Netz informieren.

In wie vielen Antennenanlagen sitzt wohl ein Spannungsbalun, in dem von der Logik her ein Strombalun gehörte. Zu kaufen gab es immer schon beide Einzeltypen, aber um das Wissen über deren Wirkungsweise haperte es doch gewaltig. Das sollte in der heutigen Zeit der grenzenlosen Information nicht mehr der Fall sein.

Dipolantennen werden überwiegend von 160M bis 20M benutzt, darüber hinaus ist eine vernünftig aufgebaute Vertikale den Langdrähten, wie Windoms, Zepps usw., oftmals überlegen.

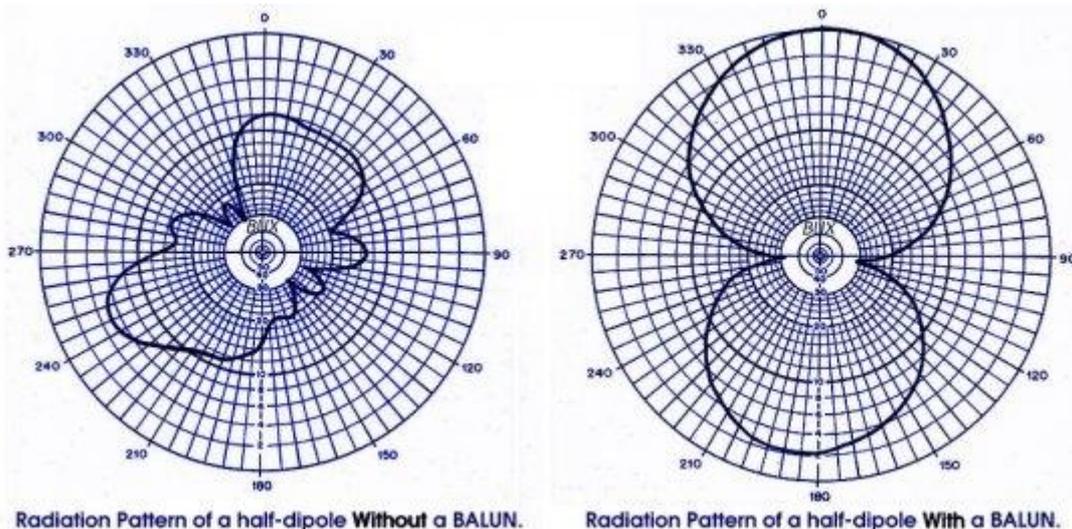


Bild von Buxcomm

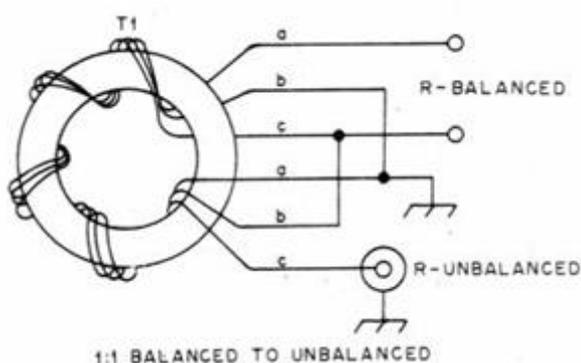
Viele Dipolantennen haben eine ungleiche kapazitive Schenkelbelastung, wenn sie nicht gerade auf der freien grünen Wiese aufgebaut sind. Wird eine symmetrische Dipolantenne dann noch mit einem unsymmetrischen Koaxkabel ohne Balun gespeist, bleibt oft von dem so schönen Dipol-Strahlungsdiagramm nicht viel übrig. Nicht nur das das Strahlungsdiagramm "verbogen" ist, zu allem Übel kann auch das Koaxkabel ein Teil der Antenne werden, mit all ihren negativen Folgen. Verläuft diese Koaxzuleitung zufällig durch

einen Störnebel, so werden die Störungen vom Kabel aufgenommen und addieren sich zum Nutzsignal. Nur ein Spannungsbalun 1:1 im Speisepunkt der Antenne bringt bei einer unsymmetrisch belasteten Dipolantenne kaum etwas. Ist doch der Spannungsbalun von Natur aus schon empfindlich auf Unsymmetrien. Ein Strombalun an dieser Stelle wäre schon vorteilhafter. Warum nicht beides in einer Kombination.

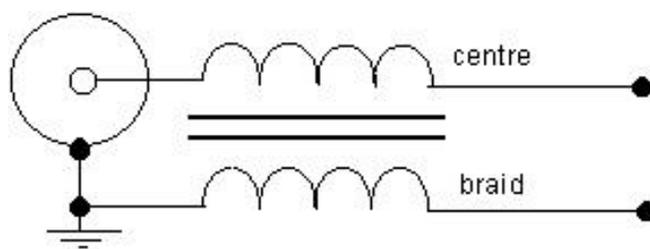
Welcher Durchschnittsamateur überprüft schon seine fertig aufgebaute Dipolantenne auf diese Kriterien. Arbeit geschafft, Dipol geht, fertig. Aber was wäre, wenn durch ein wenig Überlegung und Theorie die Antennenanlage effektiver wäre. Gleiche Arbeit, fast gleicher Aufwand, gleich eine bessere und vor allem störungsärmere Antenne, sowohl empfangs- wie auch sendeseitig.

Hier habe ich mal eine Balunkombination zusammengestellt, wo die Vorzüge eines Spannungsbaluns und die eines Strombaluns zusammengefasst sind.

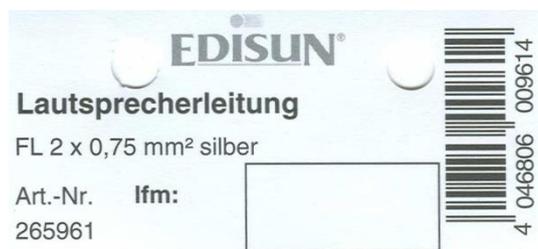
In dieser Kombination habe ich keine einzige Stelle im Netz gefunden wo so ein Hybrid-Balun angeboten wird. Was bleibt übrig, es ist Selbstbau angesagt.



Verdrahtung Spannungsbalun



Verdrahtung Strombalun



Für die Bewicklung der Kerne bis ca. 200W verwende ich versilberte L-Leitung 2x0,75qmm. Breite 4mm. Diese hat einen Wellenwiderstand von ca. 100Ω. In einigen Hage-Bau-Märkten erhältlich

DGØSA verwendet leichte Feldleitung der NVA LFL. Da diese etwas schmaler als die L-Leitung ist, kann man den RK3 Strombalun mit 2x12 Wdg. bewickeln.

### Der Strombalun 1:1 auf der Antennenseite



**Ein Strombalun sorgt für symmetrische Ströme.**  
**Ein Strombalun sperrt Mantelwellen.**

Beide Kriterien sind wichtig für einen ungleichmäßig belasteten Dipol.

Durch die Wickeltechnik nach DGØSA ist der Strombalun symmetrisch aufgebaut. An seinem Ausgang kommt die Antenne.

Der sym. Eingang des Strombaluns wird mit dem sym. Ausgang des Spannungsbaluns verbunden.

Oft mit Koax bewickelte Strombaluns sind an dieser Stelle nicht zu empfehlen, wegen der Unsymmetrie.

## Der Spannungsbalun 1:1 auf der Koax-Eingangsseite



Spannungsbalun nach DF1BT

**Ein Spannungsbalun sorgt für sym. Spannungen.**

Also Eingang 50Ω unsym. auf Ausgang 50Ω sym.

Von Natur aus ist ein Spannungsbalun empfindlich auf eine unsymmetrische Belastung. Für eine sym. Belastung sorgt nun der Strombalun zur Antenne.

Wickeltechnik nach DF1BT mit zwei parallelen versilberten 100Ω L-Leitungen. Dazwischen eine Einzelader als Symmetriewicklung.

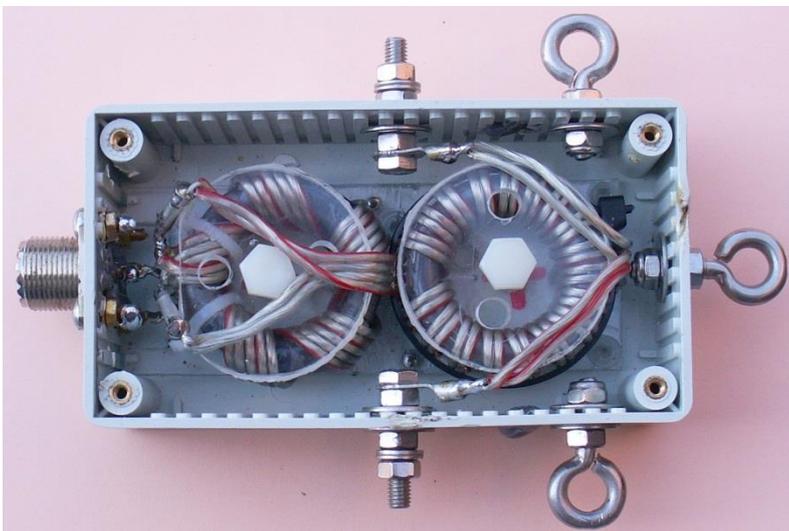
Nicht zu unterschätzen ist auch die Eigenart eines Spannungsbaluns durch seine Verdrahtungsart, dass er alle Ein- u. Ausgänge galvanisch mit einander verbindet. Somit werden statische Aufladungen auf beiden Dipolschenkeln niederohmig unterbunden, sofern die Abschirmung des Koaxkabels über das angeschlossene Gerät geerdet ist.

Dämpfungsverhalten von NYFAZ L-Leitung o. LFL Toleranz +/- 20%	$f$ [MHz]	$a$ [dB/m]	Hybrid-Balun 2xRK3/0,85m	Hybrid-Balun 2xRK1/1,20m
Das Parallelschalten von zwei Leitungen erhöht die Dämpfung nicht.	1,8	0,043	0,037 dB	0,051 dB
Näherungswerte	3,6	0,070	0,059 dB	0,08 dB
	7	0,11	0,09 dB	0,13 dB
	14	0,17	0,15 dB	0,20 dB
	21	0,23	0,20 dB	0,27 dB
	29	0,29	0,25 dB	0,35 dB

Daten aus Funkamateurliteratur (WARC-Bänder liegen dazwischen)

Die versilberte NYFAZ dürfte die Verluste auf den höheren Bändern nach unten korrigieren. Wem die Verluste auf den höheren Bändern trotzdem mit vers. NYFAZ-Litze zu hoch sind, kann dafür 1 bzw. 2 qmm Teflonlitze (z.B. DX-Wire) nehmen.

## Version ORP bis max. 100W mit 2xRK3 Kernen



**Kern Spannungsbalun**

Würth Nr. 7427015 oder DARC RK3

2 x 5 Wdg. vers. L-Leitung 100Ω parallel mit 1 x 5 Wdg. vers. Einzelader dazwischen.

Diese Einzelader ist die Symmetriewicklung  
Wickeltechnik nach DF1BT

**Kern Strombalun**

Würth Nr. 7427015 oder DARC RK3

2 x 9 Wdg. vers. L-Leitung 100Ω parallel  
Wickeltechnik nach DGØSA

Mit LFL-Leitung würden 2x12Wdg. auf den RK3 gehen. Sperrtiefe auf 160M dann auch unter 20dB. Mit 2x9Wdg. auf 160M ca. 15dB.

Die beiden Kerne dürfen nicht aufeinander gelegt werden. Ideal wäre eine Anordnung untereinander. Wo das nicht möglich ist, mind. eine Kerndicke Abstand halten.

SWR-Messung mit Vectrinics Model SWR584B u. Koaxverbindungskabel

SWR-Messung am Spannungsbalun 1:1 RK3 mit 50Ω Abschluss.

1,8MHz	3,5MHz	7MHz	10MHz	14MHz	18MHz	21MHz	24MHz	28MHz
1:1	1:1	1:1	1:15	1:1,2	1:1,25	1:1,3	1:1,35	1:1,4
X=1	X=1	X=0	X=0	X=0	X=3	X=6	X=9	X=10
50Ω	51Ω	53Ω	55Ω	58Ω	58Ω	58Ω	55Ω	51Ω

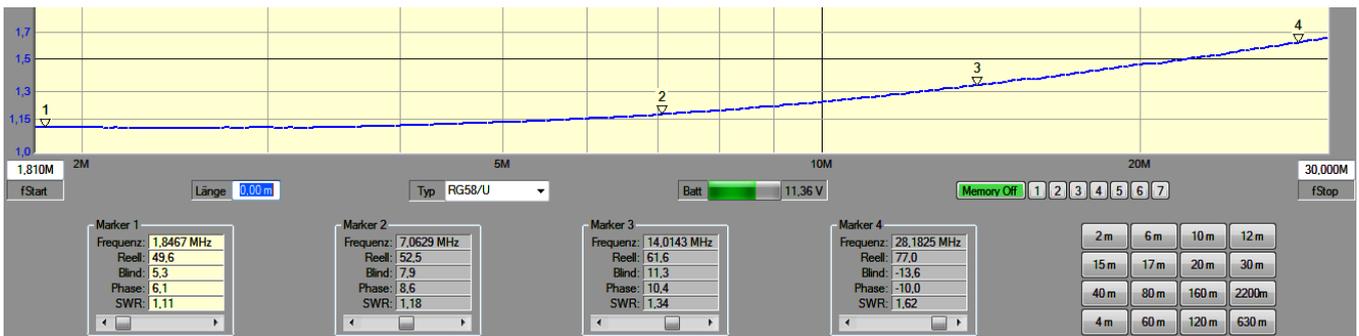
SWR-Messung am fertig aufgebauten Hybridbalun 1:1 2xRK3 mit 50Ω Abschluss.

1,8MHz	3,5MHz	7MHz	10MHz	14MHz	18MHz	21MHz	24MHz	28MHz
1:1,05	1:1	1:1	1:1,05	1:1,1	1:1,18	1:1,2	1:1,2	1:1,3
X=1	X=0	X=1	X=1	X=2	X=0	X=0	X=0	X=0
49Ω	49Ω	50Ω	51Ω	52Ω	54Ω	56Ω	52Ω	58Ω

Folgende Messungen an einem 50Ω Widerstand ohne Kabel

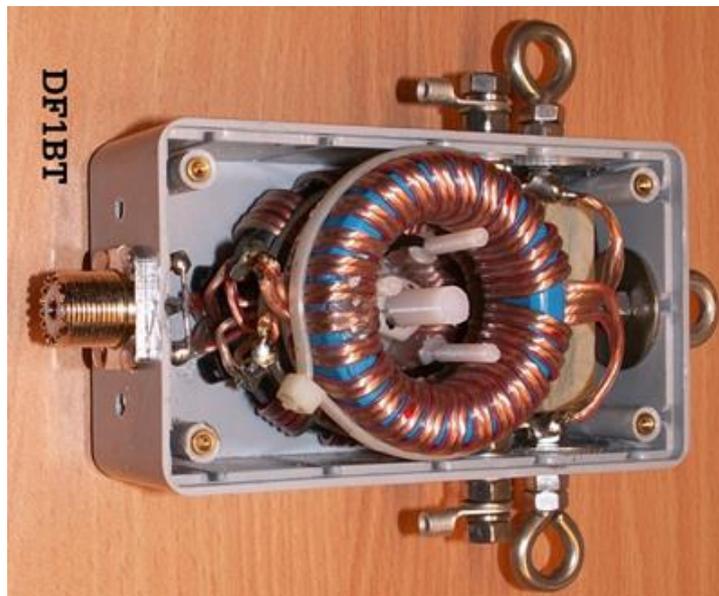


Wirk- & Blindwiderstand als Funktion der Frequenz (FA-VA3 DL1SNG)



Stehwellenverhältnis als Funktion der Frequenz (FA-VA3 DL1SNG)

Version 300W mit 2xRK1 Kernen



### Kern Spannungsbalun:

Würth Nr. 74270097 oder DARC RK1

2 x 6 Wdg. vers. L-Leitung 100Ω parallel mit 1 x 6 Wdg. vers. Einzelader dazwischen.

Diese Einzelader ist die Symmetriewicklung

Wickeltechnik nach DF1BT

### Kern Strombalun:

Würth Nr. 74270097 oder DARC RK1

2 x 12 Wdg. vers. L-Leitung 100Ω parallel

Wickeltechnik nach DGØSA

Sperrtiefe RK1 auf 160M schon unter 20dB

Wer viel auf 160m experimentiert kann auch für den Strombalun den Epcos R58 nehmen. Dieser hat einen höheren AL-Wert. (s.Bild)

Die beiden Kerne dürfen nicht aufeinander gelegt werden. Ideal wäre eine Anordnung untereinander. Wo das nicht möglich ist, mind. eine Kerndicke Abstand halten.

Bei höheren Leistungen unbedingt 1,5qmm Teflonlitze verwenden. (z.B. DX-Wire)

SWR-Messung mit Vectrinics Model SWR584B u. Koaxverbindungskabel

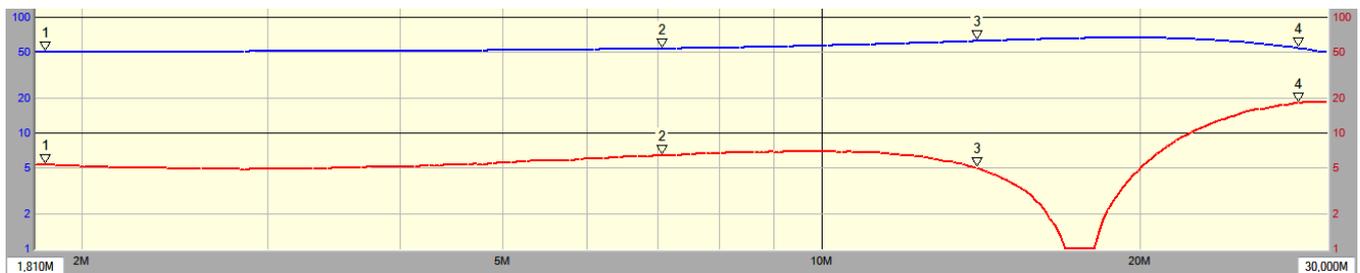
SWR-Messung am Spannungsbalun 1:1 RK1 mit 6 Wdg. u.50Ω Abschluss.

1,8MHz	3,5MHz	7MHz	10MHz	14MHz	18MHz	21MHz	24MHz	28MHz
1:1	1:1,08	1:1,1	1:1,2	1:1,25	1:1,3	1:1,4	1:1,45	1:1,5
X=2	X=1	X=0	X=0	X=0	X=4	X=7	X=10	X=11

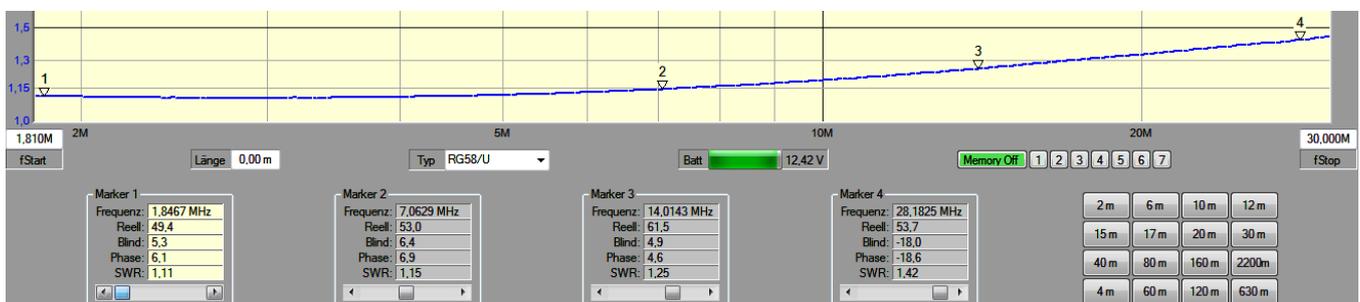
SWR-Messung am fertig aufgebauten Hybridbalun 1:1 RK1+R58 mit 50Ω Abschluss.

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

Folgende Messungen an einem 50Ω Widerstand ohne Kabel



Wirk- & Blindwiderstand als Funktion der Frequenz (FA-VA3 DL1SNG)



Stehwellenverhältnis als Funktion der Frequenz (FA-VA3 DL1SNG)

**Andere Version mit Amidon-Kern FT240-61 als Spannungsbalun**  
 SWR-Messung mit Vectrinics Model SWR584B u. Koaxverbindungskabel

SWR-Messung am Spannungsbalun 1:1 FT240-61 mit 2x9 Wdg. + 1x9Wdg. u. 50Ω Abschluss.

1,8MHz	3,5MHz	7MHz	10MHz	14MHz	18MHz	21MHz	24MHz	28MHz
1:1	1:1,05	1:1,05	1:1,5	1:1,2	1:1,2	1:1,2	1:1,2	1:1,2
X=2	X=1	X=0	X=0	X=0	X=3	X=5	X=6	X=6
51Ω	51Ω	53Ω	55Ω	56Ω	56Ω	55Ω	52Ω	49Ω

SWR-Messung am Strombalun 1:1 Epcos R58 mit 2x13Wdg. L-Leitung u. 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	1:1,1	1:1,15
X=0	X=0	X=0	X=0	X=0	X=1	X=1	X=0	X=3
50Ω	51Ω	52Ω	53Ω	52Ω	51Ω	49Ω	47Ω	47Ω

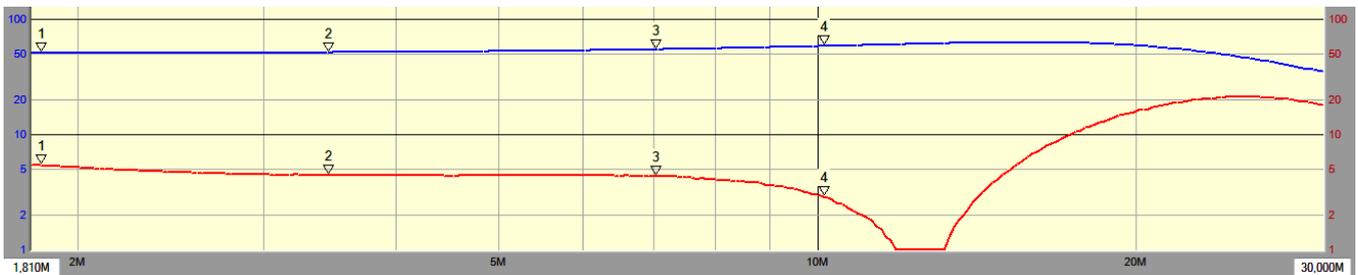
SWR-Messung am fertig aufgebauten Hybridbalun 1:1 Spannungsbalun FT240-61 mit 9Wdg. und Strombalun Epcos R58 mit 13Wdg. u. 50Ω Abschluss.

1,8MHz	3,5MHz	7MHz	10MHz	14MHz	18MHz	21MHz	24MHz	28MHz
1:1,1	1:1	1:1	1:1,05	1:1,1	1:1,2	1:1,2	1:1,3	1:1,5
X=1	X=0	X=0	X=0	X=1	X=5	X=7	X=9	X=9
52Ω	52Ω	51Ω	52Ω	51Ω	51Ω	50Ω	48Ω	44Ω

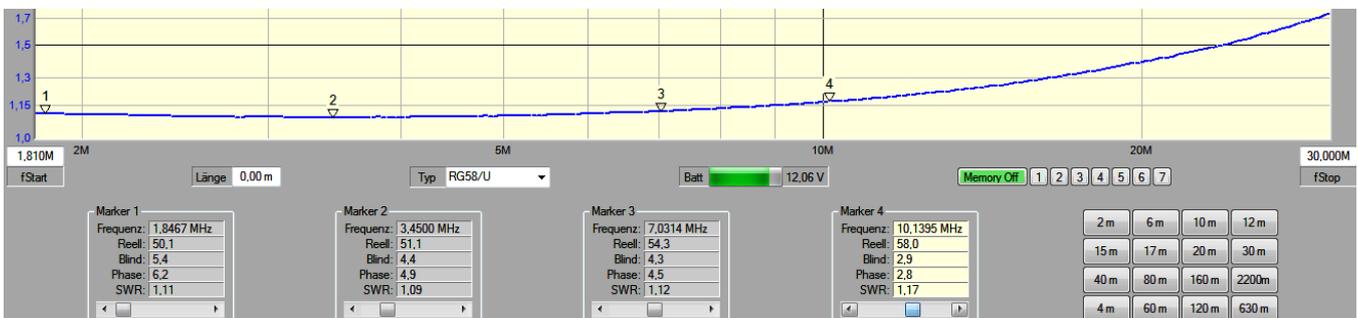
Für normale Dipolantennen lohnt der Einsatz eines teuren Amidon-Kernes (15,-€) nicht. Lediglich bei der Anpassung von stromgespeisten Hühnerleitern, mag der FT240-61 etwas verlustärmer bei der Übertragung von hohen Reaktanzen infolge eines hohen SWR's sein.

**Noch ein Hinweis zu den Würth-Kernen:** Auch der DARC-RK1-Kern unterliegt einer großen Fertigungstoleranz. Eine Selektion ist deshalb angebracht. Kerne mit AL-Werten um 300 eignen sich gut für Spannungsbaluns. Kerne mit hohen AL-Werten sind deshalb für Strombaluns = Mantelwellensperren zu bevorzugen.

Folgende Messungen an einem 50Ω Widerstand ohne Kabel



Wirk- & Blindwiderstand als Funktion der Frequenz (FA-VA3 DL1SNG)



Stehwellenverhältnis als Funktion der Frequenz (FA-VA3 DL1SNG)

Somit sind alle erstellten Hybridbaluns sehr gut für die unteren KW-Bänder 160/80/40/30m geeignet. Hybridbaluns für die oberen Bänder benötigen Teflonlitze und weniger Windungen. Der Kern für den Strombalun sollte auf den oberen Bändern auf jeden Fall ein RK1 sein.

**Noch ein Wort zur Größe eines Kernes.** Anderorts wird ein RK3 Kern für 200W als Strombalun angeboten. Wenn keine Mantelwellen vorhanden sind, z.B. am Dummyload, kann der Kern eines Strombaluns noch so klein sein, und die Leistung noch so groß, der Kern wird nicht warm werden. Die Leistung geht hier nur über die aufgewickelte Leitung und nicht über den Kern. Die Magnetfelder heben sich auf und der Kern wird nicht magnetisiert. Dielektrische Verluste können die Leitung aufheizen und diese erwärmt dann eventuell den Kern, was man bedenken sollte.

Völlig andere Verhältnisse herrschen an einem Spannungsbalun. Bedingt durch seine Verdrahtung wird der Kern magnetisiert und die volle Leistung geht über den Kern. Ist der Kern zu klein führt dies zu Nicht-Linearitäten, die wiederherum selbst Störungen verursachen können. Diese sind dann schwer zu lokalisieren. Am Schluss wird der Kern unbrauchbar. Ein Ferritkern der zu heiß und in der Sättigung war, darf man getrost entsorgen. Ein Eisenpulverkern ist da nicht so empfindlich.

Dies sollte man bei einem Spannungsbalun immer bedenken. Wird der Kern mit rein ohmscher Belastung oder sauber angepasster Antenne betrieben, so mag ein RK3 auch für 100W geeignet sein. Aber wie so oft auf Fielddays oder im schnellen Portabelbetrieb sind Antennen mit einem SWR von 3 oder höher in Betrieb. Bei der Übertragung solch hoher Reaktanzen ist ein RK3 m.E. für 100W schlichtweg zu klein. Für QRP sowieso und für kleine PA's bis 50W sollte er aber in Ordnung sein.

Hier liegt auch der Grund fast aller käuflichen Windomantennen. Diese werden durchweg ohne Mantelwellensperre und mit einem kleinen Spannungsbalun 1:6 (Kern: FT140 o.ä.) ausgeliefert. Bei OCF-Antennen entstehen ohne besondere Maßnahmen immer Mantelwellen auf der Ableitung. Ein Spannungsbalun von 1:4 wäre bei Höhen bis 12M auch günstiger. Somit hat eine Windom systembedingt auf einigen Bändern ein sehr hohes SWR. Ein zu kleiner Spannungsbalun und ohne Mantelwellensperre, kein Wunder das Windomantennen immer noch als "bundesdeutsche" Oberwellenschleuder gelten. Ärger ist vorprogrammiert.

Fachgerecht aufgebaut, sollte eine Windom nicht gerade zwischen Häusern hängen, aber ansonsten ist es keine schlechte Antenne für den Mehrbandbetrieb.

Diese Baluneinheit ist auch gut für den Fieldday-Einsatz in der eingeschränkten Klasse, z.B. für einen Mehrband-Dipol nutzbar.

Für den **Kilowatt-Bereich** sollten je 2 Stück RK1 gestapelt und zusammengeklebt bzw. der dicke Würth-Nr. 74270191 oder DARC RK4 genommen werden. Dieser Kern hat keine abgerundeten Ecken. Die scharfen Kanten können aber mit einem Schleifstein bearbeitet werden. Achtung, dabei niemals den Kern einspannen, er ist zu zerbrechlich. Bohrmaschine mit Schleifstein einspannen und den Kern in der Hand halten. Staub mit Staubsauger beim Schleifen absaugen. Für den Kilowatt-Bereich sind die Kerne dann unbedingt mit 2 o. 3 qmm Teflonlitze (DX-Wire) zu bewickeln.

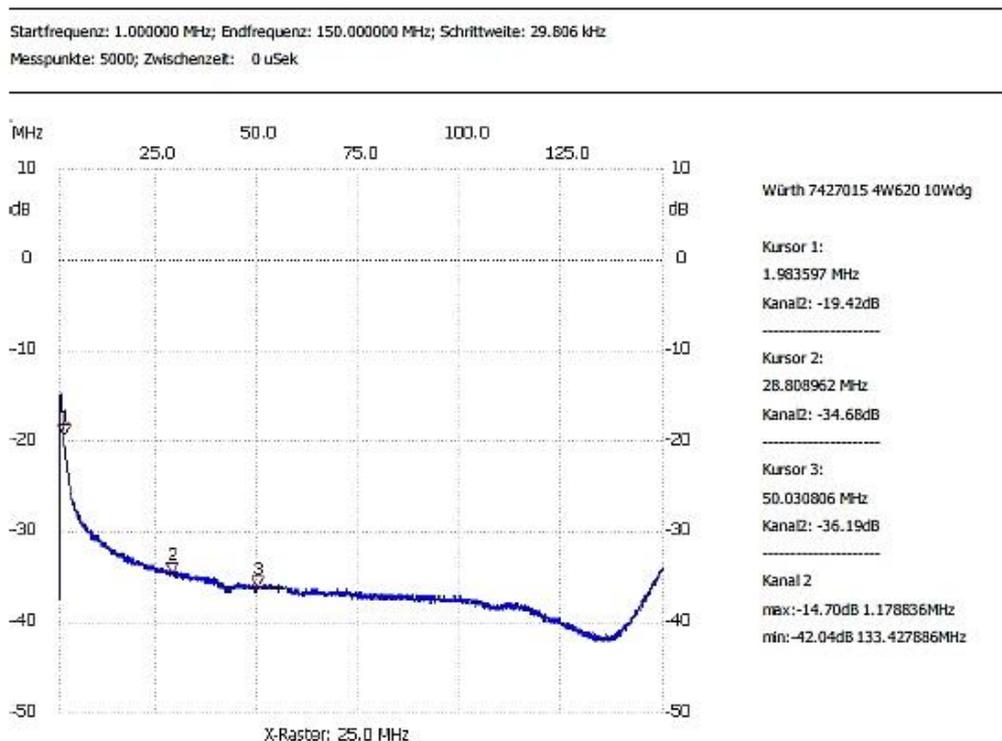
PL-Stecher und Buchsen bitte nur von Conrad o.ä. verwenden. Die von Rei... sind Schrott.

**Noch ein Hinweis zum Schluss:** Am Ende der Koaxzuleitung, also direkt vor dem Gerät, sollte ebenfalls eine Mantelwellensperre eingefügt werden. Beim RK1 kann RG58 bzw. Teflon RG142 und beim RK3 Teflon RG188 genommen werden oder Ferritrings z.B. CST19/11/12-3S4 nach W2DU auf einem RG213 Koaxkabel. Außerdem ist darauf zu achten, dass diese Mantelwellensperre nicht durch irgendwelche Erdungsmaßnahmen überbrückt wird.

Für die Würth oder DARC Kerne können auch andere Kerne benutzt werden, die aber oftmals wesentlich teurer sind. Die Windungszahlen können je nach Typ variieren.

Ersatz Strombalun RK3	FT140-77, FT140-43, FT140-K, 2xEpcos R34, 2x T36/26/15-3S4
Ersatz Spannungsbalun RK3	FT140-61, FT140-K, TX36/23/15-4C65, T39/23/15-250 DX-Wire
Ersatz Strombalun RK1	FT240-77, FT240-43, FT240-K, Epcos R58, 2xFT140-77/43
Ersatz Spannungsbalun RK1	FT240-61, FT240-K, TX58/41/18-4C65 DX-Wire

Sehr gut lässt sich dieser 50Ω 1:1 Hybrid-Balun auch vor ein symmetrisches Anpassgerät (Doppel-L-Glied) zur Anpassung von Hühnerleitern setzen. Der Strombalun funktioniert als Mantelwellensperre und der Spannungsbalun sorgt für eine symmetrische Ansteuerung und dafür, dass beide Feederleitungen galvanisch auf Masse liegen. Statische Aufladen werden dadurch verhindert.



Mantelwellensperre: Sperrtiefe eines RK3-Kernes mit 10 Windungen  
Um Transformationseffekte auszuschließen, sollte das Koaxzuleitungskabel  
auf dem niedrigsten Band  $\lambda/2 \cdot V \cdot n$  lang sein.

Für das 80M Band und höher sind dies ca. 27m RG213 oder RG58.

Eine so aufgebaute Dipolantenne sollte dem Benutzer gute Dienste tun.

**Allzeit viele nette QSO's wünscht DF1BT.**

Diese Dokumentation beruht auf Arbeiten von DGØSA, DJ1ZB, G8JNJ, DK4AS, G3TXQ, DL4KCJ, VK1OD und vielen anderen OM's im Netz. Siehe auch Balun-DVD von DF1BT.

PS. Für einen kleinen Obolus würde ich beim Zusammenbau behilflich sein.  
Anfrage bitte per E.-Mail [schlotmannludger@freenet.de](mailto:schlotmannludger@freenet.de) oder [DF1BT@darcd.de](mailto:DF1BT@darcd.de)

#### Materialliste Version RK1 mit Preisangabe

1 Stück	Gehäuse 120x80x57	12,00 €
2 Stück	Kern RK1	9,00 €
1 Stück	Buchse SO239	2,00 €
3m	versilberte L-Leitung	3,00 €
1 Stück	VA Ösen und Schrauben	5,00 €
	Material gesamt	<b>31,- €</b>

Version RK3 ca. 27,-€ gesamt

Version FT240-61 ca. 40,-€