

# **Balune für Kurzwellen**

## **Teil 2**

**Mitteilungen aus dem Institut  
für Umwelttechnik  
Nonnweiler-Saar  
Dr. Schau  
DL3LH**

In dem Beitrag „Wohin mit dem verlustbehafteten Balun“ wurde die Frage beantwortet ob der Balun direkt am Senderausgang oder hinter dem Anpassnetzwerk angeordnet werden sollte. Mit wenigen Ausnahmen ist der Balun hinter dem Anpassnetzwerk, also zwischen Anpassnetzwerk und Eingang der Speiseleitung anzuordnen, will man größere Leistungsverluste meiden. Das hat den weiteren Vorteil, dass das Anpassnetzwerk unsymmetrisch gegen Masse aufgebaut werden kann und den Nachteil, dass eine Zweidrahtleitung anstatt eines Koaxkabels verwendet werden muss. In Teil 1 haben wir Balune für ein KW-Band berechnet und optimiert. Bleibt die offene Frage: Welchen **Induktivitätswert** muss ein Balun haben, wenn er für den gesamten KW-Bereich minimale Verluste haben soll? Dabei haben wir die Auswahl zwischen einem 1:1 oder 1:4 Balun und bei Langdrahtantennen den 1:9 Balun, geschaltet

als Spartransformator oder mit getrennten Wicklungen.

Aus Teil 1 wurde ersichtlich, dass es für jedes Amateurband einen optimalen Induktivitätswert des Balun gibt, damit die Verluste im Balun gering bleiben. Für jedes Band einen eigens für dieses Band optimierten Balun wäre die Lösung, was ja technisch kein Problem ist. Wollen wir einen Balun für den gesamten Kurzwellenbereich auf geringste Verluste dimensionieren haben wir die Mammut-Aufgabe zu lösen, für alle Frequenzen die Verluste zu berechnen und dann jeweils das Minimum für alle Bänder zu ermitteln. Da für das 10 und 15 m Band sowieso meistens Richtantennen verwendet werden, liegt das Augenmerk auf die unteren Bänder. Eine echte Aufgabe für einen Rechner. Wir berechnen vergleichsweise KW-Antennenanlagen mit Dipol und Langdraht.

### Für die Berechnungen gelten folgende gemeinsamen Werte:

Hühnerleiter 600  $\Omega$ ,  $l = 15$  m

Koaxkabel RG 213,  $l = 15$  m

Balun 1:1  $Q_L = 50$ , Koppelfaktor  $k = 0,9$

Balun 1:4  $Q_L = 50$ , Koppelfaktor  $k = 0,9$

Balun 1:9  $Q_L = 50$ , Koppelfaktor  $k = 0,9$ , Sparbalun mit 3 Wicklungen galvanisch verbunden,

Balun 1:9  $Q_L = 50$ , Koppelfaktor  $k = 0,9$ , Normalbalun mit 2 galvanisch getrennten Wicklungen,

LC-Anpassnetzwerk  $Q_L = 50$ ,  $Q_c = 500$

Dipol  $h = 12$  m über leitendem Grund mit Verlusten, Kupfer Draht Durchmesser  $D = 2$  mm

Langdraht  $h = 12$  m über leitendem Grund mit Verlusten, Kupfer Draht Durchmesser  $D = 2$  mm

Rot gekennzeichnete Felder weisen darauf hin, dass hier der CC Koppler eingesetzt werden kann

### Dipol 2 x 27 m, Balun 1: 1, $L_{1opt} = 18 \mu\text{H}$

Frequenz MHz	Impedanz Antenne $\Omega$	Impedanz Eingang Hühnerleiter	Verlust Hühner- leiter dB	Verlust Balun Optimiert 1 : 1 dB	Verlust LC	Gesamt Verlust dB
1,9	194 + j 211	530 + j 752	0,024	1,05	0,62	1,694
3,6	136 + j 773	446 - j 1622	0,018	0,96	1,11	2,088
7,15	145 - j 689	5650 - j 302	0,133	0,71	1,09	1,933
14,15	194 + j 212	596 - j 795	0,056	0,34	0,47	0,866
21,2	1402 + j 1275	283 - j 586	0,091	1,12	0,29	1,501
29,5	183 - j 497	110 - j 37	0,152	3,69	0,62	4,462

Tab. 1

### Dipol 2 x 27 m, Balun 1:4, $L_{1opt} = 6,3\mu\text{H}$

Frequenz MHz	Impedanz Antenne $\Omega$	Impedanz Eingang Hühnerleiter	Verlust Hühnerleiter dB	Verlust Balun Optimiert 1:4 dB	Verlust LC dB	Gesamt Verlust dB	$L_{opt}$ Balun Verlust
1,9	194 + j 211	530 + j 752	0,024	0,89	0,42	1,244	16 $\mu\text{H}$ / 0,74 dB
3,6	136 + j 773	446 - j 1622	0,018	0,62	0,14	0,778	
7,15	145 - j 689	5650 - j 302	0,133	0,53	0,57	1,233	
14,15	194 + j 212	596 - j 795	0,056	0,50	0,22	0,776	
21,2	1402 + j 1275	283 - j 586	0,091	1,58	0,27	1,941	0,8 $\mu\text{H}$ / 0,28 dB
29,5	183 - j 497	110 - j 37	0,152	4,60	0,41	5,162	0,1 $\mu\text{H}$ / 0,23 dB

Tab. 2

### Langdrahtantenne mit 1: 9 Sparbalun, $L_{1opt} = 2,8 \mu\text{H}$

Länge Antenne	Impedanz $\Omega$	Verlust Sparbalun 1:9 Optimierte Induktivität $L_1 = 2,8 \mu\text{H}$ dB	Verlust Koaxkabel RG 213 15 m dB	Verluste LC-Anpassnetzwerk dB	Gesamtverluste dB
1,9	11 - j 417	0,35	0,345	1,35	2,045
3,6	250 - j 1202	0,29	0,953	0,71	1,953
7,15	106 - j 152	0,43	0,447	0,13	1,007
14,15	1527 + j 1318	0,26	1,232	0,20	1,692
21,2	252 - j 794	0,42	1,035	0,26	1,715
29,5	2917 + j 256	0,14	1,837	0,28	2,257

Tab. 3

### Langdrahtantenne mit 1:9 Normalbalun, $L_{1opt} = 3 \mu\text{H}$

Länge Antenne	Impedanz $\Omega$	Verlust Balun 1:9 Optimierte Induktivität $L_1 = 3\mu\text{H}$ dB	Verlust Koaxkabel RG 213 15 m dB	Verluste LC Anpass-Netzwerk dB	Gesamtverluste dB
1,9	11 - j 417	2,18	0,208	0,94	3,328
3,6	250 - j 1202	0,56	0,892	0,62	2,072
7,15	106 - j 152	1,60	0,438	0,02	2,058
14,15	1527 + j 1318	0,57	1,521	0,22	2,311
21,2	252 - j 794	1,78	0,488	0,05	2,318
29,5	2917 + j 256	0,40	2,176	0,32	2,896

Tab.4

## Fazit:

In Teil 2 „Balune für Kurzwellen“ wurden die oben genannten Balun Arten auf minimale Verluste für den gesamten Kurzwellenbereich optimiert. Betrachtet man die Tab. genauer, dann zeigt sich, dass der 1:9 Sparbalun an einer Langdrahtantenne und der 1:4 Balun an der Einspeisung zur Hühnerleiter, also hinter der Anpassschaltung, die besseren Ergebnisse bringt.

Bei der Optimierung einer Antennenanlage ist die einzig feste Größe die Antennenimpedanz, wenn die Länge der Antenne durch die Größe des Grundstücks begrenzt wird. Wird der Balun am Antennenspeisepunkt (Langdraht) angeordnet ist der Verlust des Balun abhängig von diesen Antennenimpedanzen, die vom Balun auf ein anderes Impedanzniveau verändert werden. Diese Impedanzen wiederum und die Länge der Koax-Zuleitung bestimmen die Impedanzen am Eingang und die Verluste auf der Zuleitung. Je nachdem ob der Transceiver diese Impedanzen verkraftet oder nicht muss zusätzlich am Kabeingang ein Anpassnetzwerk eingeschaltet werden.

Wird die KW Antennenanlage mit einer Hühnerleiter betrieben so sind die Verluste auf der Zweidrahtleitung, auch bei Mehrbandbetrieb, moderat. Die Länge der Zweidrahtleitung bestimmt die Verluste und die Impedanzen am Einspeisepunkt. Hier folgt der Balun entweder 1:1 oder 1:4 und nachfolgend das Anpassnetzwerk zur Systemimpedanz des Transceivers. Die Impedanzen die sich am Eingang der Hühnerleiter als Funktion der Länge und des Dämpfungswertes ergeben, bestimmen die Verluste des gewählten Balun, der auf ein anderes Impedanzniveau umsetzt. Die Verluste im Anpassnetzwerk sind außer von den Güten der Bauteile (L und C) abhängig von diesen Impedanzen. Je weniger ein Anpassnetzwerk „arbeitet“ und je weniger Induktivitäten verwendet werden, umso geringer sind die Verluste. Verlustbringer sind immer die Induktivitäten, deren Güte kaum mehr als 100 beträgt, während die Güte der Kondensatoren meist oberhalb von 500 liegt und deren Verluste in der Größenordnung von 1 Promille liegen – also vernachlässigt werden können.

Diese gegenseitigen Abhängigkeiten bestimmen die Gesamtverluste einer KW-Antennenanlage, die immer als Gesamtes optimiert und berechnet werden sollte. Das weiterhin den Vorteil, dass sich daraus in einfacher Weise die „heiß geliebte“ Selbsterklärung ergibt.

Mit Blick auf Tab. 2 wird ersichtlich, dass diese Antennenanlage optimal ist. Wird im 160, 15 und 10 m Band ein speziell auf dieses Band optimierter Balun verwendet, können die Verluste im 1:4 Balun bei diesen Bänder erheblich reduziert werden. (Spalte 8, Tab. 2). Dann kann diese Antennenanlage über den gesamten Kurzwellenbereich von 160 – 10 m mit geringen Verlusten betrieben werden. 1dB entspricht einem Verlust von ca. 20 % der teuer erzeugten Sendeleistung.

DL3LH, Walter  
[wa-schau@t-online.de](mailto:wa-schau@t-online.de)  
[dl3lh@gmx.de](mailto:dl3lh@gmx.de)

## Literatur:

- /1/ The ARRL Antenna Book
- /2/ Kurze Antennen, Gerd Janzen, Frankh'sche Verlagshandlung, Stuttgart
- /3/ Passive Netzwerke zur Anpassung in hochfrequenten Schaltungen, W. Schau, DL3LH
- /4/ Pi-Filter mit Verlusten Dr. Schau, DL3LH
- /5/ Die Antenne macht die Musik, Dr. Schau, DL3LH
- /6/ Die T-Anpassung, W. Schau, DL3LH
- /7/ Antennenmesstechnik I - IV, W. Schau, DL3LH
- /8/ Endkapazitäten für verkürzte Dipole, DK5XX
- /9/ Die Antenne macht die Musik, W. Schau, DL3LH
- /10/ Langdrahtantennen für den KW-Bereich, W. Schau, DL3LH



This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.  
This page will not be added after purchasing Win2PDF.