

Alternative Optimierungsmethode für Doppelzepps

Die Doppelzepp ist unter Funkamateuren besonders beliebt, und sie kann auch ohne einen teuren ferngesteuerten ATU betrieben werden.

Zur Symmetrierung wird dann meist ein so genannter "Balun für undefinierte Impedanzen" eingesetzt, die damit verbundenen etwas höheren Verluste nimmt man in Kauf.

Im Folgenden sollen zwei computergestützte Optimierungsmethoden gegenübergestellt werden deren Ziel es ist, eine solche Antenne auf möglichst vielen KW-Bändern mit akzeptablem Wirkungsgrad zu betreiben.

1. Die klassische Methode: Suche nach dem besten SWR

Multiresonante Doppelzepps, wie z.B. die bekannte [ZS6BKW](#), sind das Ergebnis folgender Aufgabenstellung:

Suche eine bestimmte Kombination von Feeder- und Dipollänge die auf möglichst vielen AFU-Bändern ein senderseitige SWR nahe Eins ergibt, sodass i.d.R. auf einen Antennentuner verzichtet werden kann.

Der in den JWD-Tools enthaltene klassische [MultiResonanzFinder](#) (MRF) arbeitet genau nach diesem Prinzip indem er innerhalb von Sekunden für Millionen möglicher Konfigurationen das SWR zwischen Senderaus- und Antenneneingang berechnet.

Die folgende Abbildung zeigt das am Beispiel der ZS6BKW:

Multi-Resonanz-Finder MRF 2.0

Feeder

Min. Länge(m)	Max. Länge(m)	Schrittweite(m)	Zw(Ohm)	VF	a(dB/100m)	@ f(MHz)
5	15	0,1	392	0,89	0,74	10

Dipol

Min. Länge(m)	Max. Länge(m)	Schrittweite(m)	Durchmesser(mm)	Speisepunkte
20	30	0,1	1,5	1

Resonanzen

SWRmax	SWRbis	Nmin	Treffer	Schleifenzahl
2	10	5	13	10201

1:1 Balun zwischen PA und Feedereingang

Länge(m)	Zw(Ohm)	VF	a(dB/100m)	@ f(MHz)
0,5	50	0,7	8,5	10

Gleichtakt drossel zwischen Feedereingang und Dipol

Länge(m)	Zw(Ohm)	VF	a(dB/100m)	@ f(MHz)
0	0	0	0	0

Start **Abbrechen**

F(MHz)

160m	80m	60m	40m	30m	20m	17m	15m	12m	10m	6m
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
1,82	3,65	5,36	7,1	10,1	14,15	18,1	21,1	24,9	28,5	50

N_Res	I_Dipol	OCF	I_1	I_Feeder	SWR_160	SWR_80	SWR_60	SWR_40	SWR_30	SWR_20	SWR_17	SWR_15	SWR_12	SWR_10	SWR_6
5	27,8	0,5	13,9	12,5		7,48		1,15		1,18	3,05		1,24	1,6	1,83
5	27,9	0,5	13,95	12,4		7,15		1,07		1,2	2,64		1,19	1,73	1,93
5	27,9	0,5	13,95	12,5		7,61		1,22		1,25	3,4		1,45	1,49	1,8
5	28	0,5	14	12,4		7,27		1,14		1,15	2,94		1,24	1,5	1,6
5	28,1	0,5	14,05	12,3		6,93		1,07		1,19	2,51		1,25	1,71	1,91
5	28,1	0,5	14,05	12,4		7,38		1,21		1,2	3,27		1,44	1,37	1,55
5	28,2	0,5	14,1	12,3		7,05		1,13		1,11	2,79		1,29	1,47	1,53

18 DL1JWD ☒ Fenster oben Info

Der klassische [Doppelzepprechner](#) (DZR) bestätigt die Ergebnisse des MRF (siehe folgende Abbildung).

Die Bänder 40m, 20m, 17m, 12m und evtl. 10m können bei einer exakt abgeglichenen ZS6BKW durchaus auch ohne ATU gearbeitet werden, für das 80m Band ist immer ein ATU erforderlich!

Wie man sieht, ist die ZS6BKW für die Bänder 60m, 30m und 15m nicht geeignet:

Doppelzepprechner DZR 4.1

Datei Bauteile Hilfe

Name: 01_ZS6BKW.dzr
 Bemerkung:

Tuner: Ohne Tuner
 Balun: RG316U
 Feeder: CQ553

☒ 1:1 ☐ 1:4 ☐ ohne

Tuner-Einstellungen					Eingangsimpedanz von Balun/Feeder		Eingangsimpedanz des Dipols		Transmission		Verlust
F(MHz)	SWV	C1(pF)	L(μH)	C2(pF)	Re(Ω)	Xe(Ω)	Ra(Ω)	Xa(Ω)	Wirkungsgrad	%	dB
1,82	264,75				8,87	-338,93	5,18	-1761,42		0,06	32,32
3,65	7,02				13,59	46,72	25,71	-565,64		29,77	5,26
5,36	36,72				171,73	-532,51	69,43	12,99		8,54	10,69
7,1	1,17				51,54	-7,62	182,24	623,66		91,33	0,39
10,1	87,46				38,04	-403,02	3966,89	5000		1,99	17,01
14,15	1,28				40,29	-5,47	144,65	-643,14		86,63	0,62
18,1	1,97				92,33	20,6	237,18	636,95		80,88	0,92
21,1	71,67				7,97	-161,29	5000	5000		1,97	17,06
24,9	1,38				45,5	-14,73	215,73	-670,96		85,88	0,66
28,5	2,82				36,09	-43,8	197,4	427,11		69,86	1,56
50	4,09				17,93	-32,62	188,93	310,73		55,3	2,57

Ändere die Länge des Feeders
 Schrittweite(m): 0,5 Länge(m): 12,5
 < > < >
 Berechnung starten
 Änderungen rückgängig Ergebnisse löschen

Schaltbild Freier Dipol Feeder-Eingangsimpedanz Dipol-Eingangsimpedanz

☐ Fenster immer oben

10 DL1JWD

2. Die alternative Methode: Suche nach dem besten Wirkungsgrad

Aus gutem Grund wird beim Betrieb der ZS6BKW empfohlen, das Anschlusskabel zwischen PA und dem 1:1 Balun am Feedereingang möglichst kurz zu halten, denn dieses Kabel kann zu hohen SWR-bedingten Zusatzverlusten führen, bei der ZS6BKW betrifft dies vor allem das 80m-Band.

Diese und andere Überlegungen führen zu einer völlig anderen Aufgabenstellung, bei der das senderseitige SWR keine entscheidende Rolle mehr spielt:

Suche eine bestimmte Kombination von Feeder- und Dipollänge die bei vorgegebener Länge des Anschlusskabels zwischen ATU und Balun auf möglichst vielen AFU-Bändern einen bestmöglichen Wirkungsgrad erzielt.

Da in den klassischen Versionen von MRF und DZR das Verbindungskabel quasi die Länge null hat und ein durch den ATU erreichbares senderseitiges SWR=1 nicht immer der Garant für maximalen Wirkungsgrad eines Antennensystems ist, machte sich eine grundlegende Überarbeitung beider Programme erforderlich, die zur Entwicklung der Versionen MRF 3.0 und DZR 5.0 führte.

Der im neuen MRF 3.0 implementierte Suchalgorithmus setzt voraus, dass ein idealer (verlustfreier) Antennentuner (ATU) das senderseitige SWR immer auf 1,0 abgleichen kann.

Die Korrektur der Ergebnisse erfolgt später mit dem DZR unter Einbeziehung eines realen ATU.

Wird zum Beispiel nach einer mit der ZS6BKW vergleichbaren Antenne gesucht, die über ein 3m langes Kabel mit dem TRX verbunden ist, so liefert der MRF 3.0 folgende Ergebnisse:

Multi-Resonanz-Finder MRF 3.0

Feeder

Min. Länge(m)	Max. Länge(m)	Schrittweite(m)	Zw(Ohm)	VF	a(dB/100m)	@ f(MHz)
5	20	0,1	392	0,89	0,74	10

Dipol

Min. Länge(m)	Max. Länge(m)	Schrittweite(m)	Durchmesser(mm)	VF	Speisepunkte
20	30	0,1	1,5	0,97	10

Einstellungen

dBmax	dBbis	Nmin
2	10	7

SWRmax: 20

Anschlusskabel

Länge(m)	Zw(Ohm)	VF	a(dB/100m)	@ f(MHz)
3	50	0,66	5	10

1:1 Strombalun am Feedereingang

Länge(m)	Zw(Ohm)	VF	a(dB/100m)	@ f(MHz)
0,5	50	0,7	8	10

Treffer: 909 **Schleifenzahl**: 152510

F(MHz)

160m	80m	60m	40m	30m	20m	17m	15m	12m	10m	6m
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
1,82	3,65	5,36	7,1	10,1	14,15	18,1	21,1	24,9	28,5	50,1

N_Res	L_Dipol	OCF	L_1	L_Feeder	dB_160	dB_80	dB_60	dB_40	dB_30	dB_20	dB_17	dB_15	dB_12	dB_10	dB_6
8	25,8	0,3	7,74	13,8		1,99	1,72	1,99	1,55	1,9		1,63		0,87	1,46
8	27,1	0,2	5,42	12		1,87	0,82	1,54	1,82	1,32		1,93		1,38	1,52
8	27,1	0,2	5,42	12,1		1,84	0,81	1,6	1,76	1,24		1,96		1,64	1,23
8	27,1	0,2	5,42	12,2		1,81	0,8	1,66	1,69	1,16		1,98		1,93	1,2
8	27,2	0,2	5,44	12		1,82	0,81	1,53	1,7	1,21		1,74		1,36	1,54
8	27,2	0,2	5,44	12,1		1,79	0,8	1,59	1,63	1,13		1,78		1,62	1,27
8	27,2	0,2	5,44	12,2		1,77	0,79	1,65	1,56	1,06		1,8		1,9	1,29
8	27,3	0,2	5,46	12		1,76	0,8	1,54	1,57	1,11		1,6		1,36	1,57

18 DL1JWD

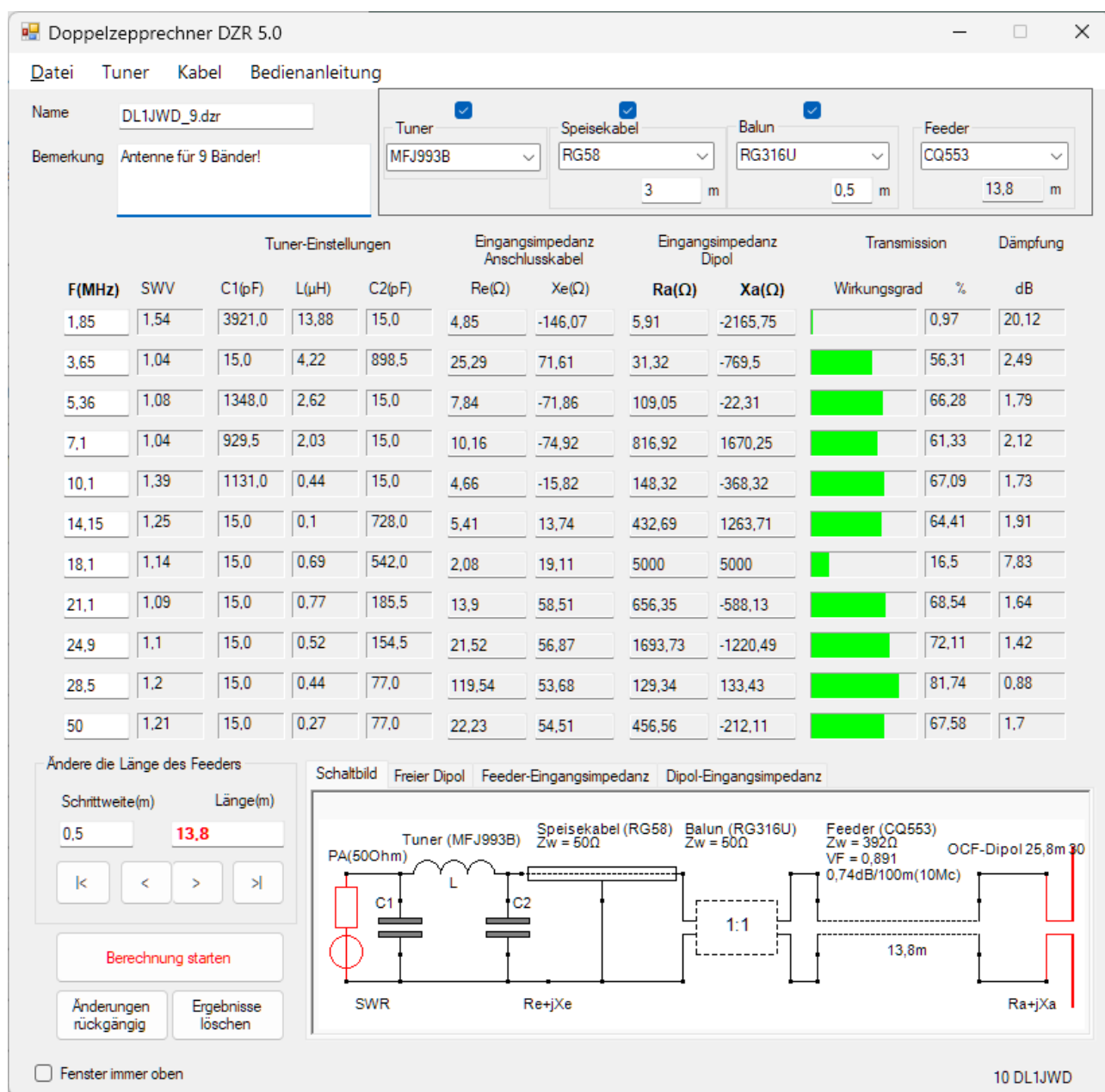
Start **Abbrechen** ☐ Fenster oben **Info**

Die erste Ergebniszeile in zeigt einen nur 25,8m langen OCVF-Dipol der bei 30% seiner Spannweite über einen 13,8m langen Feeder (Bandkabel CQ553) eingespeist wird. Das 3m lange Anschlusskabel (RG58) verbindet ATU und Balun (0,7m RG316U).

Wichtigste Unterschiede zur klassischen Version des MRF sind:

- Anstatt *SWRmax* und *SWRbis* müssen die Werte für die maximal zulässige und als Treffer zu wertende Übertragungsdämpfung (*dBmax*), die darüber hinaus noch anzuzeigende Übertragungsdämpfung (*dBbis*) eingegeben werden.
- In das Feld *SWRmax* ist der Wert für das maximal noch zulässige senderseitige SWR einzutragen, dies kann durchaus ein ziemlich großer Wert sein, hier z.B. 20 (hängt davon ab was man dem ATU zumuten kann).
- Neu sind die Eingabefelder für die Daten des Anschlusskabels.
- Außerdem entfällt, im Unterschied zum klassischen MRF, eine Gleichtaktdrossel zwischen Feederaus- und Dipoleingang, da diese in der Praxis nur selten eingesetzt wird.

Nun können wir diese Antenne im neuen Doppelzepprechner (DZR 5.0) weiter optimieren, hier z.B. unter Einsatz des Antennenkopplers MFJ 993:



Die Bedienung der Version 5.0 des DZR unterscheidet sich kaum von der Version 4 bzw. 4.1 (siehe zugehörige Info-Dateien *DZR.pdf* und *DZR_41.pdf*).

Man erkennt, dass die Antenne auf fast allen KW-Bändern (außer 17m und 160m) tatsächlich einen Wirkungsgrad von über 60% erzielt.

Gegenüber der ZS6BKW ergeben sich zumindest folgende Vorteile:

- zusätzlich sind auch die Bänder 60/30/15m verfügbar
- Strahler 1,5m kürzer

Der auf einigen Bändern etwas geringere Wirkungsgrad und der 1,3m längere Feeder fallen praktisch nicht ins Gewicht.

Wo genau die Verluste entstehen (Tuner, Anschlusskabel, Balun, Feeder) kann man detailliert mit dem Tool [14 Kleiner Netzwerkanalysator](#) erkunden.