

## DipolFinder

### Bestimmung der Dipolabmessungen aus der Eingangsimpedanz der Antennenzuleitung

Mein Freund Urs (HB9MPN), der oft und gern mit dem KNWA-Tool (Kleiner Netzwerkanalysator) experimentiert, brachte mich auf die hochinteressante Idee, aus der Messung der Eingangsimpedanz der Antennenzuleitung nicht nur die Fußpunktimpedanz eines Dipols, sondern gleich auch noch dessen geometrische Abmessungen zu berechnen.

Der *DipolFinder* beweist, dass dies in den meisten Fällen mit für Amateurzwecke ausreichender Genauigkeit möglich ist, obwohl sich der implementierte Berechnungsalgorithmus auf einen idealisierten Dipol unter Freiraumbedingungen bezieht.

Um Mehrfachlösungen zu vermeiden sind allerdings i.d.R. zwei Messungen bei verschiedenen Frequenzen erforderlich.

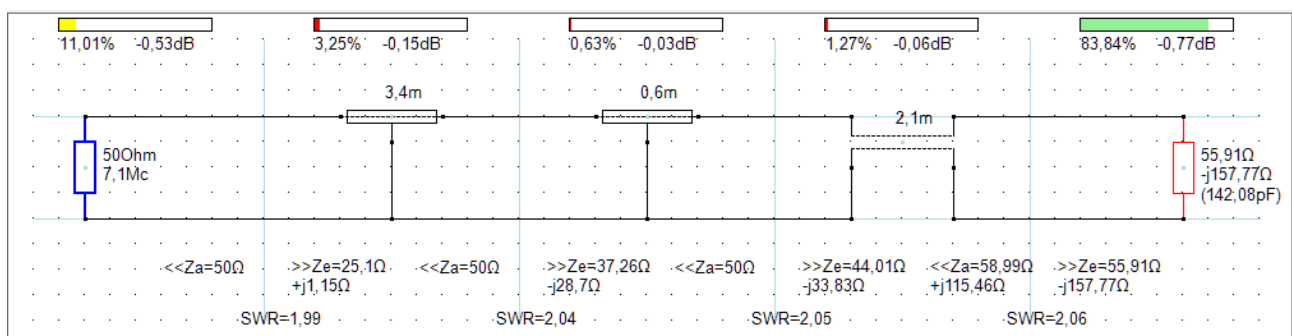
### Beispiel 1 Asymmetrisch gespeiste Doppelzepp für 40/20/10m

Der gesuchte Dipol wird über einen 2,1m langen Feeder aus 300Ohm-Bandkabel gespeist. Die senderseitig notwendige Symmetrierung erfolgt über einen 1:1-Strombalun der dann über ein 3,4m langes Koaxkabel direkt zum PA-Ausgang führt.

#### Erste Etappe: [KNWA](#)

Das Antennensystem muss mit dem KNWA (unter Verwendung des blauen VNA-Bauelements) modelliert werden (siehe dazu auch *Beispiel 1 vna* in der Bedienanleitung des KNWA).

Ganz rechts kann die Eingangsimpedanz des Dipols abgelesen werden (hier für 7,1MHz):



Die berechneten Impedanzen z.B. bei 7,1MHz und 14,2MHz (alle Werte gerundet):

Frequenz (MHz)	VNA-Messung		Dipol-Eingangsimpedanz	
	RE(Ohm)	jXE(Ohm)	RA(Ohm)	jXA(Ohm)
7,1	25,1	1,15	56	-158
14,2	55,43	5,23	93,3	-286

#### Zweite Etappe: DipolFinder

Nun überträgt man die gefundenen Werte der Dipol-Eingangsimpedanz in den *DipolFinder*.

**Hinweis:** Um die Eingabemaske für die zweite Frequenz zu aktivieren, ist das Häkchen in der rechten oberen Ecke zu setzen.

Ähnlich wie z.B. beim [MultiResonanzFinder](#) sind im Bereich **Dipoldaten** der zu durchsuchende **Längenbereich** des Dipols, der **Drahtdurchmesser** und die **Änderungsschrittweite** anzugeben.

Weiterhin ist die Anzahl der möglichen **Speisepunkte** einzutragen.

Der Wert 1 bedeutet, dass nur Dipole mit Mittenspeisung (50% der Gesamtlänge) untersucht werden.

Ist der Wert größer 1, so werden auch Dipole mit asymmetrische Speisung untersucht, der Wert 10 bedeutet z.B., dass die Einspeisung an 10 verschiedenen Stellen, also bei 5%; 10%; 15%; ... 0,45%; 50% der Gesamtlänge betrachtet wird.

Der Wert für die **Toleranz** bezieht sich auf die Impedanzwerte und verlangt etwas Fingerspitzengefühl, denn man muss sich gewissermaßen an die Lösung herantasten, alles andere würde zu endlosen Rechenzeiten führen.

Nach dem *Try and Error-Prinzip* sind solange verschiedene Prozentwerte zu probieren, bis im Anzeigegitter mindestens ein Treffer bzw. nur noch wenige und sich nur noch gering unterscheidende Dipolvarianten zu sehen sind:

DipolFinder 1.0 (Testversion)

**Dipolimpedanz1**

Frequenz1(MHz)	RA1(Ohm)	XA1(Ohm)
7,1	56	-158

**Dipolimpedanz2** ☒

Frequenz2(MHz)	RA2(Ohm)	XA2(Ohm)
14,2	93,3	-286

**Dipoldaten**

Min. Länge(m)	Max. Länge(m)	Schrittweite(m)
10	50	0,1

Durchmesser(mm): 1,5      Speisepunkte: 10

Toleranz(%) **60**

**Table:**

I_Dipol	OCF	I_1	I_2
19	0,3	5,7	13,3
19,1	0,3	5,73	13,37

**Buttons:** CANCEL, START, Info

**Status:** Anzahl Schleifen: 4010      Anzahl Treffer: 2      Fenster oben      27 DL1JWD

**Ergebnis:** der Dipol ist ca. 19m lang und wird bei 30% der Gesamtlänge asymmetrisch gespeist.

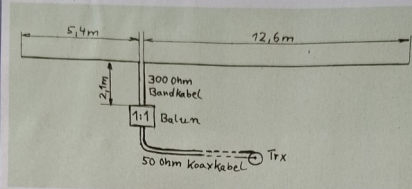
Es handelt sich hierbei (nicht ganz zufällig ;-)) um meine in CQ DL 4-2023, S.28 veröffentlichte JWD-CityZepp:

Für 40/20/10 m

## Erweiterungsfähige Multibandantenne

Walter Doberenz, DL1JWD

Nicht nur für SOTA- und andere Outdoor-Aktivitäten wünscht man sich eine leichte, verlustarme und einfach aufzubauende Antenne ohne Spulen oder Traps. Die Eigenresonanzen sollten idealerweise so gut liegen, dass die Antenne (zumindest in Bandmitte) auch ohne Matchbox betrieben werden kann.



Das Aufmacherbild zeigt eine asymmetrisch gespeiste (OCF = Out of Center Fed) Doppelzepp mit Eigenresonanzen auf den Bändern 40, 20 und 10 m. Der 18 m lange Dipol wird bei 30 % seiner Gesamtlänge über eine nur 2,1 m lange Transformationsleitung (Feeder) aus handelsüblichem 300- $\Omega$ -Bandkabel angepasst (die halboffene Bandleitung CQ-562 hat ähnliche Parameter [2]). Die Wicklung des zur Symmetrierung eingesetzten 1:1-Strombaluns nach WJR besteht aus 1 m 50- $\Omega$ -Kabel RG-316 auf



Bild 1: Messung der Durchgangsdämpfung (S21) des 1:1-Baluns im Bereich 1...30 MHz mit dem NanoVNA

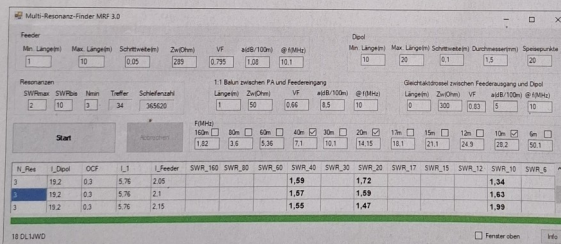


Bild 2: Die 3-Band-Antenne im Multiresonanz-Finder (MRF) [1]. Wichtig ist die exakte Eingabe von Wellenwiderstand, Verkürzungsfaktor und Dämpfung des Feeders, nach [2] sind dies 289  $\Omega$ , 0,795 und 1,08 dB/100 m @ 10,1 MHz

einem Ferritringkern FT140-43 (2 x 6 Wdg.). Bezogen auf ein 50- $\Omega$ -System kann die Sperrdämpfung im interessierenden Frequenzbereich bis zu 40 dB erreichen (Bild 1). Mit nur 2 x 6 Wdg. ist dieser Balun aber ebenfalls einsetzbar. Die Länge des vom Trx zum Balun führenden 50- $\Omega$ -Speisekabels ist in weiten Grenzen unkritisch. „Entdeckt“ wurde diese Antenne mit dem MRF-Tool (Bild 2). Die Feederlänge 2,1 m kommt auf keinem der drei Bänder in die 1:1 transformierende Nähe von  $\lambda/2$  [3].

### Praktischer Aufbau

Da sich die vom MRF ermittelten Abmessungen immer auf einen horizontalen gestreckten Dipol im Freiraum beziehen, können diese Werte nur zur Groborientierung dienen. Unter realen Bedingungen

### Literatur und Bezugsquellen

- [1] Walter Doberenz, DL1JWD: „Mit dem Multiresonanz-Finder auf Jagd nach der Wunderantenne“, FUNKAMATEUR 7/20, S. 604-605
- [2] Uwe Neibig, DL4AAE: „Dämpfung und Verkürzungsfaktor von Zweidrahtleitungen“, FUNKAMATEUR 11/16, S. 1034-1039
- [3] Wolfgang Wippermann, DG0SA†: „Probleme außer der Mitte gespeister Antennen“, www.dg0sa.de/aga.pdf
- [4] Walter Doberenz, DL1JWD: „SWR gut – alles gut?“, CQ DL 4/19, S. 28-29
- [5] Thilo Sauer, DL9NB3: „ZS6BKW Antenne – Wunderantenne für 5 Bänder ohne Traps“, dl9nbj.de/wordpress/zs6bkw-antenne/
- [6] EZNEC User Manual: „Modeling Coax Cable“, S. 86

## Bemerkungen

Im Unterschied zum CQ DL - Artikel bilden bei dieser im Home-QTH in ca. 7m Höhe aufgehängten Antenne beide Dipolschenkel einen spitzen Winkel<sup>1</sup>, was zu einer sehr deutlichen Abweichung der Eingangsimpedanzen im Vergleich zum gestreckten Dipol im Freiraum führt.

Unter diesen Umständen ist die erzielte Genauigkeit der Lösung durchaus beachtlich und bestätigt die Brauchbarkeit der dem *DipolFinder* zugrundeliegenden iterativen **2-Frequenz-Methode**.

Wurde für die Impedanzwerte der ersten Frequenz ein passender Dipol gefunden, so wird untersucht, ob dieser Dipol innerhalb der gesetzten Toleranzgrenzen auch die Messwerte für die zweite Frequenz bestätigt.

In einer verschachtelten Schleife werden auf diese Weise alle möglichen Lösungen abgearbeitet. Durch schrittweise Herabsetzung der Toleranzgrenze kann die Anzahl gefundener Dipole vom Anwender auf ein überschaubares Maß eingegrenzt werden.

Das führt i.d.R. dazu, dass die Genauigkeit der ermittelten Dipollänge (hier 5%) deutlich besser ist als die für den zu durchsuchenden Impedanzbereich vorgegebene Toleranz (hier 60%).

1 ... aufgrund beengter Platzverhältnisse (Reihenmittelhaus)

## Beispiel 2 Langer symmetrischer Dipol

Der *DipolFinder* ermittelt die Eingangsimpedanz eines gestreckten Dipols unter Freiraumbedingungen auf der gleichen Basis wie z.B. der [Doppelzepprechner](#).

In diesem Beispiel wird ein 82m langer, in 10m Höhe über realem Grund aufgehängter gestreckter, symmetrisch gespeister Dipol untersucht.

Diesmal benötigen wir keine VNA-Messung, denn es soll lediglich die Brauchbarkeit der iterativen Berechnungsmethode des *DipolFinder* getestet werden.

Für z.B. 3,65MHz und 7,1MHz werden die Eingangsimpedanzen mit EZNEC ermittelt und mit den Berechnungsergebnissen für den Freiraum verglichen (siehe Tabelle unten):

DipolFinder 1.0 (Testversion)

Dipolimpedanz1

Frequenz1(MHz)	RA1(Ohm)	XA1(Ohm)
3,65	3480	-5700

Dipolimpedanz2 ☒

Frequenz2(MHz)	RA2(Ohm)	XA2(Ohm)
7,1	4461	-1087

I_Dipol	OCF	I_1	I_2
86,2	0,5	43,1	43,1
86,3	0,5	43,15	43,15
86,4	0,5	43,2	43,2

Dipoldaten

Min. Länge(m)	Max. Länge(m)	Schrittweite(m)
10	100	0,1

Durchmesser(mm) 1,5    Speisepunkte 1

Toleranz(%) 60

CANCEL    START

Anzahl Schleifen 901    Anzahl Treffer 3

Info    ☐ Fenster oben    27 DL1JWD

Da hier die Anzahl der Speisepunkte Eins ist, untersucht das Programm nur symmetrische Dipole.

Zwar ist der gefundene Dipol mit ca. 86m um 4m länger als er lt. EZNEC sein müsste, aber immerhin sind das nur ca. 5% Abweichung.

Wenn man nur eine Frequenz berücksichtigt (Häkchen bei der Eingabemaske oben rechts entfernen), sieht man wie dadurch die Lösungsmenge deutlich ansteigt (53 Treffer).

Es ist interessant, mit weiteren Impedanzwerten der folgenden Tabelle zu experimentieren um zu sehen, inwieweit die Lösungen dem realen Dipol (82m, symm.) nahe kommen.

## Dipol-Impedanzen (82m; symmetrisch gespeist; 1,5mm Drahtdicke)

F(MHz)	Doppelzepprechner		EZNEC Free Space		EZNEC real 10m über Grund	
	RA(Ohm)	jXA(Ohm)	RA(Ohm)	jXA(Ohm)	RA(Ohm)	jXA(Ohm)
1,82	71,99	32,67	76,49	35,76	21,54	44,08
3,65	5000	5000	4809	-3248	3480	-5702
5,36	96,08	-83,17	99,26	-73,91	79,43	-28,51
7,1	5000	5000	4564	484,7	4461	-1087
10,1	559,67	1425,37	705,7	1224	885,9	1239
14,15	1989,14	3297,71	2224	1161	2033	1223
18,1	5000	5000	2423	-261,3	2397	-167,6
21,1	694,32	1446,31	932	1101	876,5	1060
24,9	1046,07	1893,94	1247	1153	1241	1071
28,5	912,3	1673,69	1097	1066	1047	1010
50	370,61	699,05	487	587	475,2	595,9