

## OCF-Dipol-Calculator

OCF bedeutet, "Out of Center Feded", also außerhalb der Mitte gespeist.

Das Programm zeigt für maximal neun verschiedene Frequenzen die idealisierten Stromverteilungen eines solchen allgemeinen Dipols, hilft bei der Wahl eines optimalen Speisepunkts für den Mehrbandbetrieb und berechnet die entsprechenden Eingangsimpedanzen auf Basis von Integralen der Antennentheorie.

Natürlich sind in einem OCF-Dipol sowohl symmetrische als auch resonante Strahler als Sonderfälle enthalten.

Die Ergebnisse eignen sich als Ausgangsbasis für alle amateurmäßigen Berechnungen, bei denen die Eingangsimpedanz des Strahlers gefragt ist (z.B. für den [Kabelrechner](#) oder den [Doppelzepp-Rechner](#)). Die Kenntnis der Lage der Strommaxima (Strombäuche) erlaubt auch eine grobe Abschätzung des Strahlungsdiagramms ("Strom strahlt").

Die Bedienung ist selbsterklärend, lediglich drei Besonderheiten sind zu beachten:

- Wenn Sie die Farbe einer Stromkurve ändern wollen, dann hilft ein **Rechtsklick** mit der Maus auf den entsprechenden Farbeintrag (obere Reihe).
- Eine besonders feinfühligte Verschiebung des Speisepunkts gelingt mit den Pfeiltasten der Tastatur oder mit dem Mausehrädchen.
- Zur *OCF\_Dipol.exe* gehört die Konfigurationsdatei *OCF.cfg*, die dafür sorgt, dass die vorgenommenen Einstellungen nicht wieder verlorengehen.

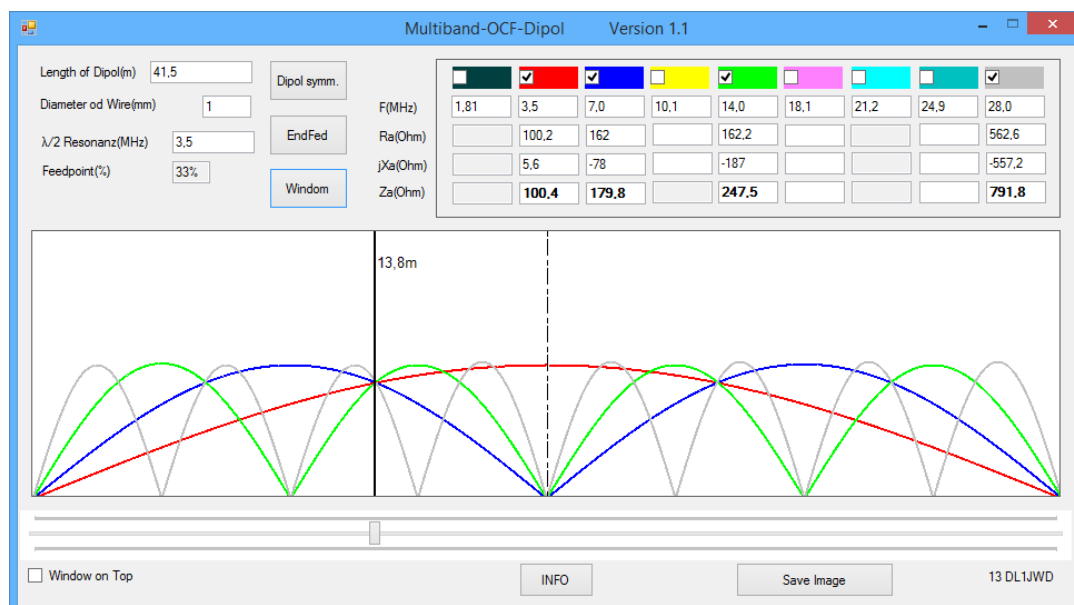
### Beispiel 1: FD4-Antenne

Unter den außermittig gespeisten resonanten Dipolen hat die so genannte "Stromsummen- oder Windom-Antenne" eine besondere Bedeutung. Ziel war es, einen Einspeisepunkt zu finden, der den Betrieb auf mehreren Amateurfunkbändern ermöglicht.

Die am meisten verbreitete Variante, die um 1970 von Kurt Fritzel, DJ2XH, entwickelte FD4 mit einer Länge von 41,5 Meter, wollen wir unter die Lupe nehmen.

Mit dem Schieberegler (unterhalb des Diagramms) ändern wir den Speisepunkt.

Ein Klick auf den Button "Windom" erspart uns diese Arbeit:



Man erkennt, dass sich bei 13,8m Entfernung alle vier Stromkurven in einem Punkt überschneiden. Das bedeutet aber nicht, dass die Eingangsimpedanzen  $Z_a = R_a + jX_a$  des Dipols in diesem Punkt alle gleichgroß sind, der Absolutbetrag von  $Z_a$  bewegt sich aber in derselben Größenordnung (einige hundert Ohm), sodass die Anpassung an die 50Ohm-PA kein Problem sein sollte.

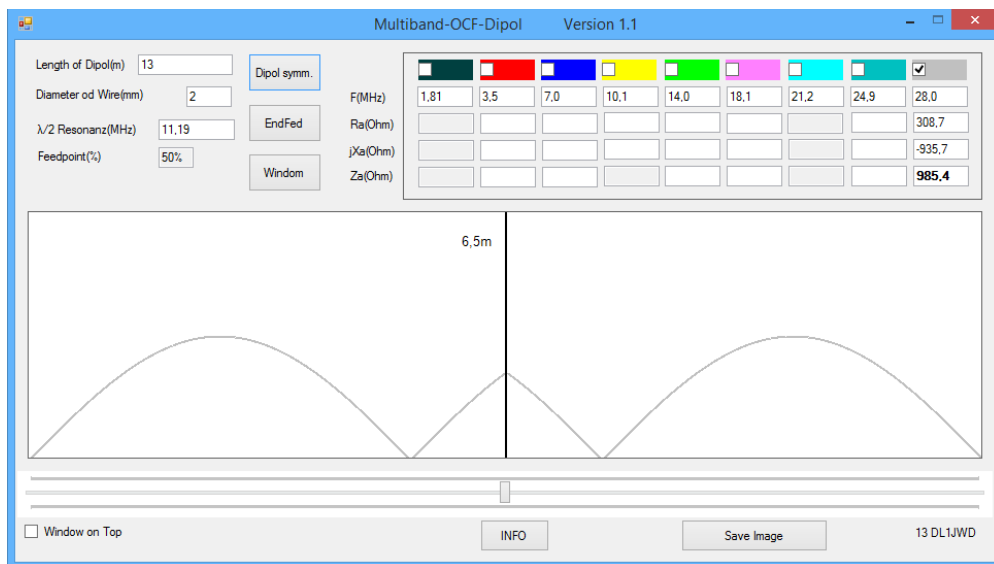
Außer auf 3,5/7/14/28 MHz kann man diese Antenne auch auf 18,1 und 24,9MHz verwenden, hingegen nicht auf 21MHz (Stromknoten), probieren Sie es einfach mal aus!

## Beispiel 2: Nichtresonanter 13m-Dipol

Jeder OM kennt das Mantra "Strom strahlt". Der OCF-Dipol-Calculator hilft dabei, die "wertvollen" Strombäuche auf der Antenne festzustellen, um dadurch zumindest tendenziell eine annähernde Vorstellung vom zu erwartenden Strahlungsdiagramm zu gewinnen.

Als Beispiel soll ein nichtresonanter 2x6,5m Dipol dienen, der auf 28MHz betrieben wird und den wir zunächst symmetrisch speisen wollen.

Dazu versetzen wir mit dem Button "Dipol symm." den Speisepunkt exakt in die Mitte:

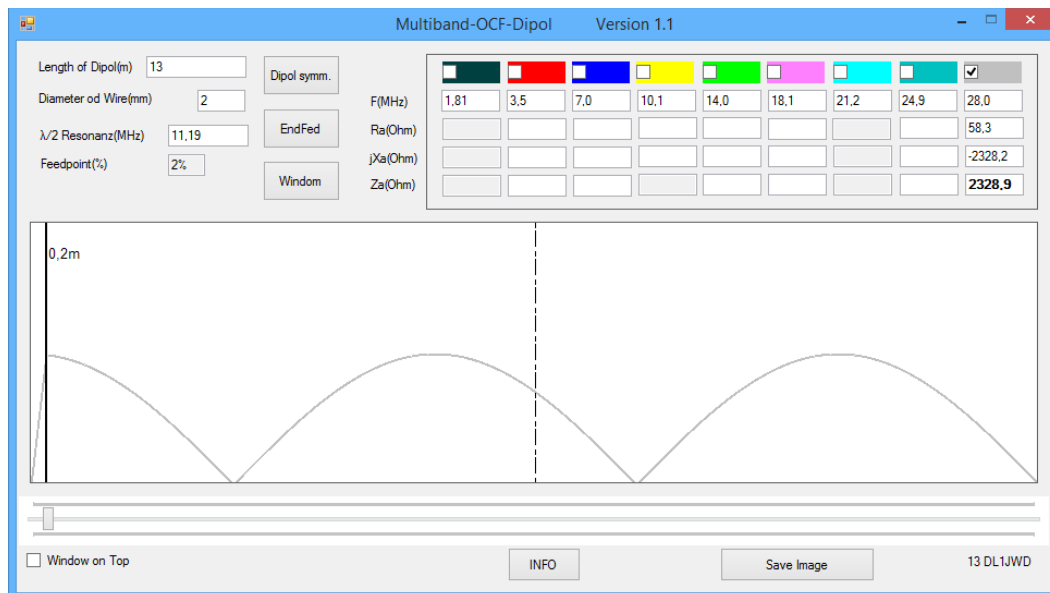


Wir erkennen: Die Stromverteilung hat zwei Maxima (jeweils Lambda/4-Abstand vom Anfang bzw. Ende). Bei 28MHz gilt für die Eingangsimpedanz  $Z_e(\text{Ohm}) = 308,7 - j935,7$ , was einem Absolutwert (Betrag) von ca. 1kOhm entspricht.

Vergleichsweise wollen wir nun den Strahler an einem seiner beiden Enden speisen. Dazu ziehen wir entweder den Schieberegler ganz nach links oder wir klicken den Button "EndFed".

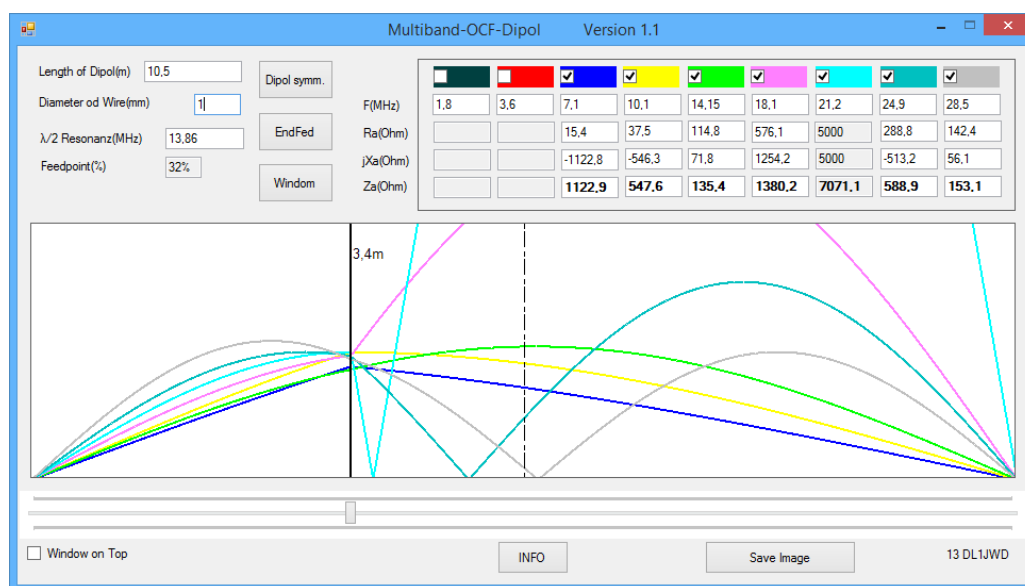
Danach verschieben wir den Speisepunkt um ca. 20cm nach rechts, warum?

Die Antwort: Rein theoretisch kann ein endgespeister Strahler aufgrund des fehlenden Gegengewichts nicht funktionieren. Um einigermaßen reale Werte zu erhalten, muss deshalb den Regler ein wenig nach rechts gerückt werden (im Beispiel entspräche das einem 20cm-Radial).



### Beispiel 3: Kurze aperiodische Antenne für 10m bis 40m

Der in /7/ von DK7ZB beschriebene asymmetrische Dipol ist 10,5m lang und hat die Schenkellängen 3,4m und 7,1m.



OM Martin hat die Impedanzen im Speisepunkt seines Dipols gemessen (Tabelle 2 seines Beitrags) und ermöglichte mir damit folgenden Vergleich:

	gemessen (DK7ZB)	berechnet (DL1JWD)
Frequenz(MHz)	Impedanz (Ohm)	Impedanz (Ohm)
28,50	139 + j38	142,4 + j56,1
24,90	174 - j537	288,8 - j513,2
21,20	2195 - j1930	Za > 5000

18,10	581 + j 970	576,1 + j1254,2
14,15	128 + j 34	114,8 + j71,8
10,10	52 - j548	37,5 - j546,3
7,10	25 - j1117	15,4 - j1122,8

Bis auf das 15m-Band sind relativ gute Übereinstimmungen festzustellen. Dabei ist zu beachten, dass die von mir implementierten Formeln nur für gestreckte asymmetrische Dipole unter den idealen Bedingungen des Freiraums gelten /4/.

Aufbauhöhe, die Aufhängung als Inverted V und Strahlungskopplung aufgrund einer nicht rechtwinklig abgehenden Speiseleitung sind nicht berücksichtigt und dürften hauptverantwortlich für die Abweichungen sein.

#### **Hinweise:**

- Die Stromkurven meines Programms zeigen keinesfalls die tatsächlichen, sondern nur die tendenziellen Absolutwerte (untere Hälfte nach oben geklappt).
- Besonders diffizil ist die Simulation einer extrem hochohmigen Einspeisung in einen Stromknoten (z.B. bei endgespeisten Antennen), Sie erkennen das an den unverhältnismäßig starken Ausschlägen der Stromkurve an diesen kritischen Stellen, hier entfernt sich die Theorie mehr und mehr von der Praxis.
- Um Praxixnähe einigermaßen zu gewährleisten, habe ich die maximalen Impedanzwerte auf 5kOhm begrenzt.

#### **Zur Theorie**

Zum amateurgerechten Verständnis von Windom- und Stromsummen-Antennen gibt es bereits eine umfassende Literatur (/1/, /2/,/3/), was fehlt sind verwertbare Aussagen über die zu erwartenden Eingangsimpedanzen im Speisepunkt.

Kein Weg führt also an der genauen Kenntnis von Real- und Blindanteil der Fußpunktimpedanz  $Z_a$  des Strahlers vorbei, denn nur so sind Berechnungen zur optimalen Länge der Speiseleitung oder zu den Elementen der Anpass-Schaltung durchführbar.

**Diese Lücke soll der *OCF-Dipol-Calculator* schließen.**

Für die grafische Darstellung der Stromkurven habe ich drei Bedingungen implementiert, die (zumindest bis zu nicht extrem hochohmigen Impedanzen) die Realität in recht guter Näherung abbilden:

1. an beiden Enden der Antenne ist der Strom null
2. im Speisepunkt fließt der gleiche Strom rein und raus (keine Stromsprünge)
3. alle Ströme sind sinusförmig

Wer sich die Mühe machen will kann sich selbst davon überzeugen, dass die erzeugten Diagramme in ihrem prinzipiellen Verlauf den Simulationsergebnissen mit EZNEC oder MMANA-GAL (Dipol im Freiraum) recht nahe kommen.

Als Grundlage für die Berechnungen der Eingangsimpedanzen dienen mir die Integralformeln einer dünnen Linearantenne, wie sie der mathematisch interessierte OM z.B. in /4/ nachlesen kann und wie ich sie z.B. auch im [DZR](#) und im [Dipol-GP-Rechner](#) implementiert habe.

Aus /5/ stammt die Idee, dass man die Eingangsimpedanz einer unsymmetrisch gespeisten Antenne näherungsweise als die Summe der Eingangsimpedanzen ungleich langer Monopolantennen angeben kann.

Einen umfassenden praxisorientierten Beitrag zu endgespeisten Antennen und zur optimalen Länge der (strahlenden) Speiseleitung und Möglichkeiten zur Strom-Messung auf deren Außenschirm finden Sie in /6/.

## **Literatur**

/1/ Warsow, K., DG0KW: Windom- und Stromsummen-Antennen und deren Erweiterung zur Allband-Antenne, <http://www.dl0hst.de/dateien/technik/windom-stromsummen-antenne.pdf>

/2/ Wippermann, W. DG0SA Probleme außer der Mitte gespeister Antennen, <http://www.wolfgang-wippermann.de/aga.pdf>

/3/ Karl H.Hille, DL1VU: Windom- und Stromsummen-Antennen, Funkamateurbibliothek 15

/4/ Kark, K.: Antennen und Strahlungsfelder. Friedr. Vieweg & Sohn Verlag, Wiesbaden 2004

/5/ Janzen, G., DF6SJ: Kurze Antennen. Franckh'sche Verlagshandlung Stuttgart 1986

/6/ Schnorrenberg, W., DC4KU: Optimaler Betrieb einer endgespeisten Halbwellenantenne. FUNKAMATEUR 4/19, S.341-345

/7/ Steyer, M., DK7ZB: Kurze aperiodische Antenne für 10 m bis 40 m. FUNKAMATEUR 8/19, S.742-743