

Der neue Kabelrechner

Diesen Kabelrechner kannst Du nicht nur als "Allzweckwaffe" benutzen, wenn es um Ein- und Ausgangsimpedanz verlustbehafteter Speiseleitungen geht, sondern er erleichtert auch bereits im Vorfeld eine Entscheidung darüber, ob trotz eines idealen senderseitigen SWV=1,0 eine bestimmte Antenne überhaupt sinnvoll betrieben werden kann.

Ab der Version 2.3 wurde die Eingabe der Kabeldämpfung vereinfacht und die Verlustanalyse so erweitert, dass nunmehr zwei Extremfälle analysiert werden können, zwischen denen man sich in der Praxis bewegt:

- Ideale Anpassung PA an Feeder (verlustfreier Tuner)
- PA ist direkt mit Feeder verbunden (kein Tuner)

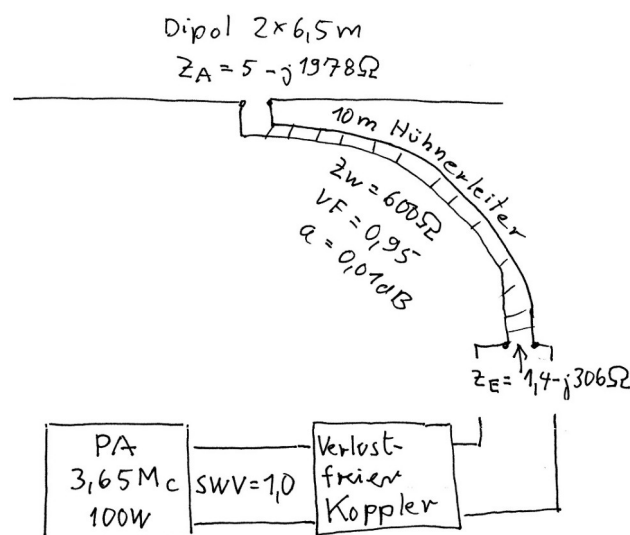
In der aktuellen Version 2.4 gibt es lediglich eine kleine Ergänzung, die allerdings in den nachfolgenden Screenshots noch nicht berücksichtigt wurde: unterhalb der ein- und ausgangsseitigen Impedanzen des Speisekabels werden auch noch die Werte der äquivalenten Parallelschaltungen angezeigt. Dies erleichtert mitunter die Berechnung von Anpass-Schaltungen.

Beispiel 1:

Eine „kurze“, aus der einschlägigen Literatur hinreichend bekannte, 2x6,5m Doppelzepp wird auf dem 80m-Band über eine 10m lange Hühnerleiter ($Z_w=600\Omega$; $VF=0,95$) mittels eines symmetrischen Tuners an den unsymmetrischen 50Ω -Ausgang der PA angepasst.

Die Grunddämpfung einer guten Hühnerleiter beträgt ca. 0,17dB/100m bezogen auf 10MHz.

Mit einem Antennenanalysator wird (natürlich bei abgetrenntem Tuner!) die Eingangsimpedanz des Feeders für 3,65MHz gemessen: $Z_E(\text{Ohm}) = 1,4 - j306$.



Welch maximalen Wirkungsgrad kann ich, unabhängig vom Koppler, mit dieser Antennenanlage überhaupt erreichen?

Wir beginnen mit der Eingabe von Frequenz F und Kabeldaten:

Im Interesse der Genauigkeit, sollte man die Kabeldämpfung $a(\text{dB}/100\text{m})$ für eine Frequenz

@f(MHz) eintragen, die sich möglichst nahe der Betriebsfrequenz F befindet.

Die Anpassung der Kabeldämpfung an F erfolgt dann auf bekannte Weise proportional zum Verhältnis Wurzel aus F/@f .

Nun brauchen wir nur noch die Eingangsimpedanz des Feeders in die gelben Felder einzutragen und auf den "=>"-Button zu klicken.

Rechts sehen wir die Werte für die Fußpunktimpedanz der Antenne: $Z_A(\text{Ohm}) = 4,8 - j1978$.

Damit hat uns der Kabelrechner ganz nebenbei auch die Mühen einer möglicherweise lebensgefährlichen Messung in luftiger Höhe, direkt am Speisepunkt des Dipols, erspart.

Falls Du eine solche Messung dennoch vornehmen kannst (z.B. mit *miniVNApro* über Bluetooth) oder Du hast den Dipol simuliert (z.B. mit EZNEC), so bietet sich der umgekehrte Weg an: trage die gemessene/simulierte Fußpunktimpedanz rechts ein und transformieren sie mittels "<=="-Button zurück in die Eingangsimpedanz des Feeders.

Die Ergebnisse der Verlustanalyse werden sichtbar, wenn Du das Fenster mit der Maus am unteren Rand anfasst und aufziehst¹:

Der Ausschlag des grünen Balkens bei nur ca. 36% gibt keinen Anlass zur Euphorie und bedeutet, dass bestenfalls nur ca. 36% der max. verfügbaren PA-Leistung im Strahlungswiderstand der Antenne (RA) umgesetzt werden können.

Aber es kommt noch schlimmer: diese 36% erreichst Du auch nur mit einem idealen, völlig verlustfreien Antennentuner mit dem ein SWV = 1,0 einstellbar ist.

Da es solch traumhafte Koppler praktisch nicht gibt, wird die reale Transmission (hier gleichbedeutend mit dem Wirkungsgrad) dieses Antennensystems deutlich unter 30% liegen.

Paradox ist, dass der überwiegende Teil der Sendeleistung in der hochwertigen und relativ kurzen Hühnerleiter hängenbleibt, obwohl diese lt. Datenblatt eine praktisch vernachlässigbare Dämpfung von nur 0,01dB hat!

¹ In der Demo-Version nicht verfügbar

Diese 0,01dB beziehen sich aber leider nur auf die Grunddämpfung einer stehwellenfreien Hühnerleiter bei beidseitigem Abschluss mit 600 Ohm!

Eigentliche Ursache der hohen Verluste ist die extreme SWV-bedingte Zusatzdämpfung von 4,4dB. Eine bittere Erkenntnis für alle SWV-Gläubigen, die bislang immer der Überzeugung waren, mit einer tollen Antenne zu arbeiten und in dieser Auffassung auch noch durch angebliche Super-Rapporte bestätigt wurden.

Gewissermaßen als "Zugabe" ermittelt der Kabelrechner auch noch das antennenseitige SWV sowie die Spannungen am Ein- und Ausgang des Feeders, dazu muss natürlich vorher noch die PA-Leistung (oben links) eingegeben werden.

Bei 100W Input liegen am Fußpunkt des Dipols knapp 5kV an - das ist kein Pappenstiel!

Beispiel 2:

Ersetze im Vorgängerbeispiel die 10m-Hühnerleiter durch 8m verseilte Installationslitze und erhalte damit eine sogenannte "[Twisted Hille](#)", wie sie als "leichte Multiband-Antenne" für den Portablebetrieb sogar kommerziell vertrieben wird!

Die Daten der verseilten Installationslitze habe ich wie folgt gemessen:

Zw = 100Ohm; VF = 0,68; Kabeldämpfung a = 9dB/100m bei 10MHz

Welche Transmission (bzw. welchen Antennenwirkungsgrad) kann ich mit diesem Antennensystem erreichen?

Der Kabelrechner liefert für die klassischen Afu-Bänder ernüchternde Ergebnisse:

Band(MHz)	RA(Ohm)	jXA(Ohm)	Wirkungsgrad(%)
3,65	5	-1978	0,2
7,1	21,5	-725	4,37
14,1	143	391	38,13
21,1	2605	1715	14,82
28,5	218,3	-955	11,14

Nur auf dem 20m-Band erreicht die Transmission (bzw. der Wirkungsgrad) einen gerade noch tolerierbaren Wert von knapp 38%, auf den übrigen Bändern bleibt der überwiegende Teil der Sendeleistung im minderwertigen Zuleitungskabel hängen.

Fazit:

Diese Antenne ist vollkommen untauglich, auch wenn sie mit SWV=1,0 an den Sendeausgang angepasst wurde!

Beispiel 3:

Im Unterschied zur "Twisted Hille" und anderen ähnlichen Konstrukten verdient die [ZS6BKW-Doppelzepp](#) tatsächlich das Prädikat "Wunderantenne", dies lässt sich leicht mit dem [MRF](#) nachweisen.

Bei einer Strahlerlänge von 27,8m und einer Feederlänge von 12,5m mit halboffener Wireman-Bandleitung kommt diese Antenne bei 5 Bändern (40m, 20m, 12m, 10m, 6m) auf ein senderseitiges SWV von kleiner 2,0, und das ohne Verwendung eines Antennentuners!

Aber auch das 80m-Band ist gut abstimmbar, hier hat der MRF ein SWV von kleiner 10 ermittelt, mit welchen Verlusten ist zu rechnen?

Mit dem [OCF-Dipol-Rechner](#) bestimmst Du zunächst die Fußpunktimpedanz des Dipols:

ZA (Ohm) = 26,4 - j582,8

Der Kabelrechner zeigt nun, dass nur mit einem hochwertigen Antennenkoppler ein akzeptabler Wirkungsgrad von ca. 70% zu erzielen ist:

Kabelrechner 2.3

☒ Fenster oben INFO 07 DL1JWD

F(MHz) **3.65** Kabelparameter Zw(Ω) **392** VF **0.891** Länge(m) **12.5** a(dB/100m) **0.63** @ f(MHz) **3.5**

PA-Leistung(Watt) **100**

Impedanzmessung am Eingang des Speisekabels RE(Ω) **11.941** jXE(Ω) **36.578** 1.595 μ H

==> Fußpunkt-Impedanz der Antenne RA(Ω) **26.4** jXA(Ω) **-582.8** 74.818pF

<==

Mit idealem Antennentuner

Kabel-Grunddämpfung (dB)	0.08	Senderseitiges SWV	1.00
SWV-bedingte Zusatzdämpfung (dB)	1.51	Spannung am Kabeleingang (V)	111.34
Gesamtdämpfung (dB)	1.59	Antennenseitiges SWV	1.88
Wirkungsgrad(%)	69.36	Spannung am Kabelausgang (V)	941.43
An RA umgesetzte Leistung(Watt)	69.36		

Ohne Antennentuner

Kabel-Grunddämpfung (dB)	0.08	Senderseitiges SWV	6.51
SWV-bedingte Zusatzdämpfung (dB)	4.87	Spannung am Kabeleingang (V)	75.64
Gesamtdämpfung (dB)	4.95	Antennenseitiges SWV	9.53
Wirkungsgrad(%)	32.01	Spannung am Kabelausgang (V)	641.56
An RA umgesetzte Leistung(Watt)	32.01		

Zu Vergleichszwecken zeigt der Kabelrechner im unteren Teil auch die Verhältnisse an, wenn man gänzlich auf einen Tuner verzichten würde (dabei nehmen wir mal an, dass die PA aufgrund der Fehlanpassung (SWV = 6,5) nicht herunter regelt).

König SWV?

Die Beispiele haben gezeigt, dass auch bei einem idealen senderseitigen SWV = 1,0 erhebliche Zusatzverluste im Kabel anfallen können, die durch Wärme- und dielektrische Verluste aufgrund höherer Ströme und Spannungen entstehen.

Trotzdem hält sich in Amateurfunkerkreisen immer noch hartnäckig der Mythos vom "König SWV". Nirgendwo in der Amateurfunkliteratur sind so viele phantasievolle Unwahrheiten zu finden wie gerade zu diesem Thema.