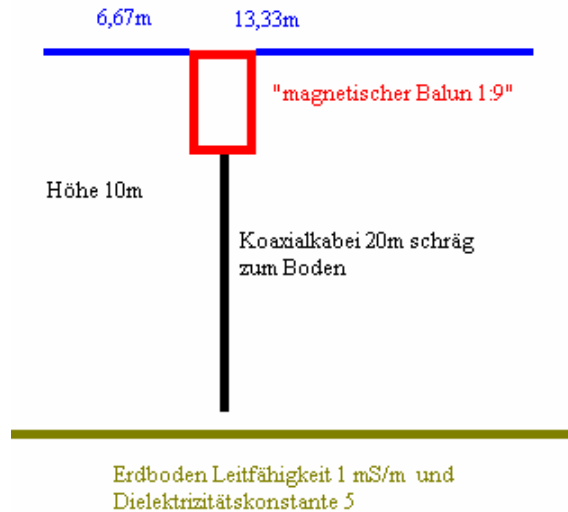


Probleme des Einsatzes eines Balun 1:9

„Magnetischer Balun“ mit Balun 1:1 in Stationsnähe zwischen Koaxialkabel und Station



Wenn der Platz für eine „richtige“ Antenne nicht reicht, nutzen einige Amateure eine Anordnung aus Balun 1:9“ und Draht, um am Amateurfunk teilzuhaben. Die Werbung für einige kommerzielle Erzeugnisse verspricht Wundersames.

Wenn ein kurzer Drahtes (mindestens 6 m) mit diesem „magnetische Balun“ verbunden und der „magnetische Balun“ an seiner PL-Buchse geerdet wird, so sei eine Anpassung im Bereich 0,1 MHz bis 50 MHz allein mit Hilfe des im Funkgerät eingebauten Antennentuners oder mit einem externen einfachen Antennenanpassgerätes zu erreichen.

Es behauptet sogar ein Anwender des „magnetischen Baluns“ auf allen Amateurbändern ein SWR besser als 1,5 durch den Einbau des „magnetischen Baluns“ in eine 20 m lange „Windomantenne“ erreicht zu haben, die mit 20 m Koaxialkabel zur Station verbunden war. Dieses Wunder soll untersucht werden. Handelt es sich beim

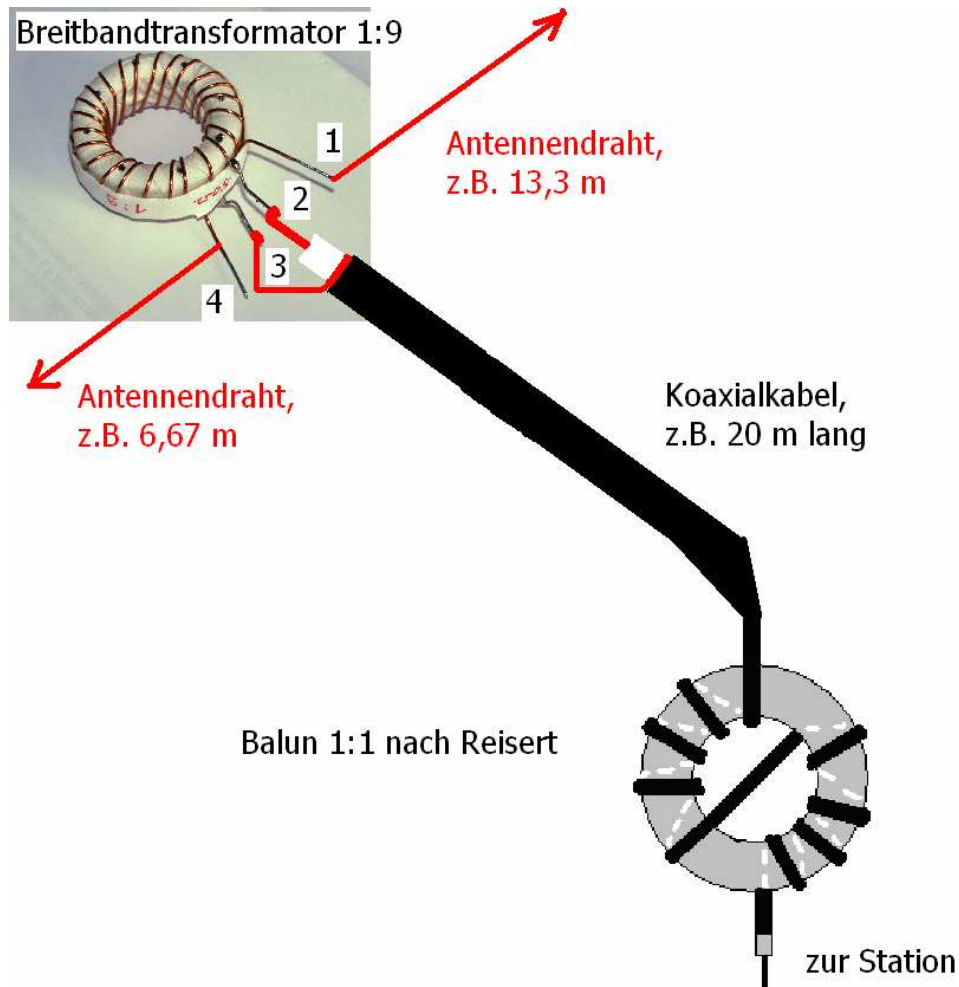
„magnetischen Balun“ gar um einen „magischen Balun“?

Zunächst ist festzustellen, dass es sich beim „magnetischen Balun“ um einen Transformator, nicht um einen Balun handelt. Da der „magnetische Balun“ Gleichtaktströme nicht unterbricht, ist das Koaxialkabel mit seiner Länge von 20 m Bestandteil der Antenne und strahlt. Da am Ende des Koaxialkabels die Funkstation angeschlossen ist und an dieser wiederum die unterschiedlichsten Kabel, Leitungen, Masseverbindungen usw. hängen, **sei zur Vereinfachung angenommen, die Funkstation und das Koaxialkabel seien über einen guten Balun miteinander verbunden. Dann endet an dieser Stelle die Antenne. Der Gleichtaktstrom auf der äußeren Seite des Koaxialkabelschirms kann nur bis zum Balun kommen und erreicht die hinter dem Balun liegende Funkstation nicht mehr.**

Die Antenne besteht aus also dem 20 m langen Antennendraht, der 6,67 m von seinem Ende den „magnetischen Balun“ enthält, und dem 20 m langen Koaxialkabel, wobei dessen äußere Abschirmung als dicker Antennendraht wirkt. Der „magnetische Balun“ transformiert sowohl Realteil als auch Imaginärteil der komplexen Impedanz des Speisepunktes und gibt den Wert an das Koaxialkabel weiter. Dieses hat einen Verkürzungsfaktor von 0,66 und transformiert ebenfalls. Die Impedanz am anderen Ende der Koaxialleitung zeigt die Tabelle.

MHz	1,9	3,65	7,1	10,1	14,2	18,1	21,2	24,9	28,7
Z = R in Ohm + jX in Ohm	1,4 -1,2k	13 -327	119 -50	1,4k +1k	136 -258	134 +50	2,3k +1,4k	150 -510	417 -206
Z = R in Ohm nach Transformation + jX in Ohm	0,16 -133	1,4 -36	13 -5,6	156 +111	15 -29	15 +5,6	256 +156	17 -57	47 -23
Z = R + jX' nach Koax ohne „magn. Balun“	1,2 -19	0,7 +60	18 -4	443 -860	32 +130	17 +10	1,7 -54	919 -950	9,9 +50
Eingangsreflexion	0,4	0,1	6,3	0,4	0,9	6,0	1,0	0,5	0,8
SWR	43	170	2,9	43	19	3	17	34	21
Z = R' + jX' nach Koax mit „magn. Balun“	9,5 -11	105 -516	69 +83	200 +87	40 +72	50 -65	18 -60	19 -64	80 +5
Eingangsreflex. in dB	3,2	0,3	4,6	3,7	4	5	2,5	2,5	12,6
SWR 1 zu	5,5	58	3,9	4,8	4,4	3,6	7	7	1,6

Zweifelsfrei wird in vielen Fällen eine Verbesserung durch Einfügen des „magnetischen Balun“ erreicht. Das SWR liegt in einem Bereich, den der interne Tuner eines Funkgerätes gut packen kann, lediglich das 80 m Band nicht. Ein SWR besser 1,5 auf allen Bändern bleibt bei der 20 m langen Windomantenne wohl ein Traum. Vielleicht helfen Kernverluste bei 1,9 MHz und 3,65 MHz mit, das SWR „zu verschönern“.



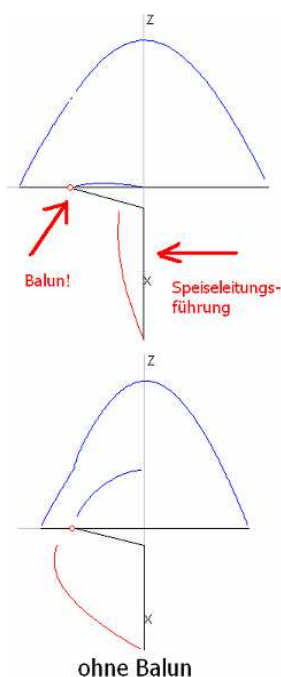
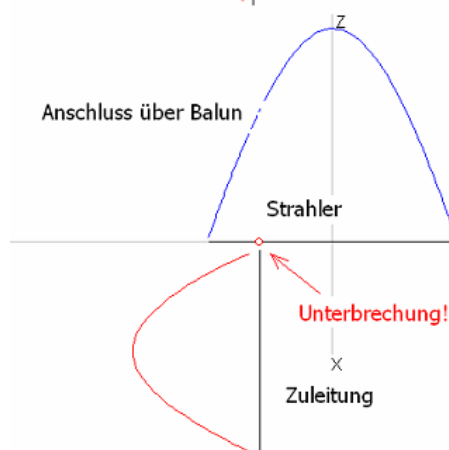
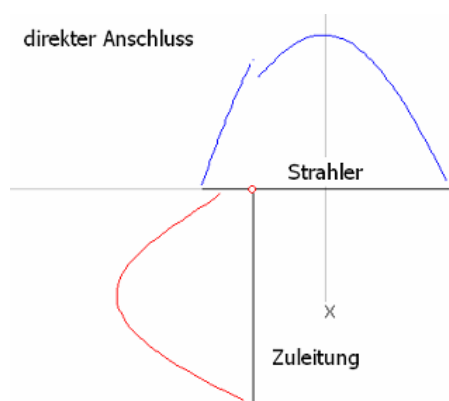
Dieser Aufbau entspricht etwa dem Aufbau, der bisher untersucht wurde. Die äußere Seite der Schirmung des Koaxialkabels ist Bestandteil der strahlenden bzw. empfangenen Antenne. Das bedeutet, die Sendeenergie wird bis zum Balun 1:1 den Schirm zur Abstrahlung in seine Umgebung nutzen. Ebenso wird der Schirm Störsignale aus seiner Umgebung auffangen, sie zum Breitbandtransformator leiten, und im Innern des Koaxialkabels durch den Balun 1:1 ungebremst zur Station führen.

Der Balun sollte deshalb noch weit außerhalb des häuslichen Störfeldes angeordnet werden.

Ein weiterer Punkt ist, dass die Anpassung durch das Koaxialkabel hindurch erfolgt. Das ist mit Verlusten verbunden, eine Hühnerleiter wäre da besser, sie kann zwischen Breitbandtransformator und Balun das Koaxialkabel ersetzen. Der Impedanzwert der Hühnerleiter ist ziemlich egal, weil die Anschlusswerte für die einzelnen Bänder so unterschiedlich sind.

Einsatz des Baluns 1:1 direkt zwischen dem „magnetischen Balun“ und dem Koaxialkabel

Beim Einsatz eines „magnetischen Baluns“ sollte in die Speiseleitung immer ein Balun 1:1 in das Koaxialkabel eingeschleift werden. Geschieht dies in der Nähe des „magnetischen Baluns“, so kann bei ungünstigen, „gefährlichen“ Längen des Speisekabels die Leitung trotzdem strahlen bzw. empfangen. Dabei wird der Balun durch Strahlungskopplung zwischen Speisekabel und Strahler einfach übersprungen. Gefährliche Längen sind resonante Längen des Speisekabels, $\lambda/2$ und deren Vielfache. Bei Mehrbandantennen besteht immer die Gefahr, dass die Speiseleitung resonant wird. Bei der Betrachtung ist der Schlankheitsgrad der ca. 3 mm bis 8 mm dicken Abschirmung des Koaxialkabels zu berücksichtigen, nicht etwa den Verkürzungsfaktor, der im Datenblatt steht.



Das Bild zeigt die Wirkung eines Baluns 1:1 unmittelbar hinter dem „magnetischen Balun“. Der Knick im Strombelag auf dem Strahler verschwindet, was sich vorteilhaft für das Strahlungsdiagramm auswirkt. Trotzdem ist auf der Speiseleitung noch ein kräftiger Strombelag vorhanden, ein Zeichen dafür, dass die Speiseleitung noch strahlt bzw. empfängt.

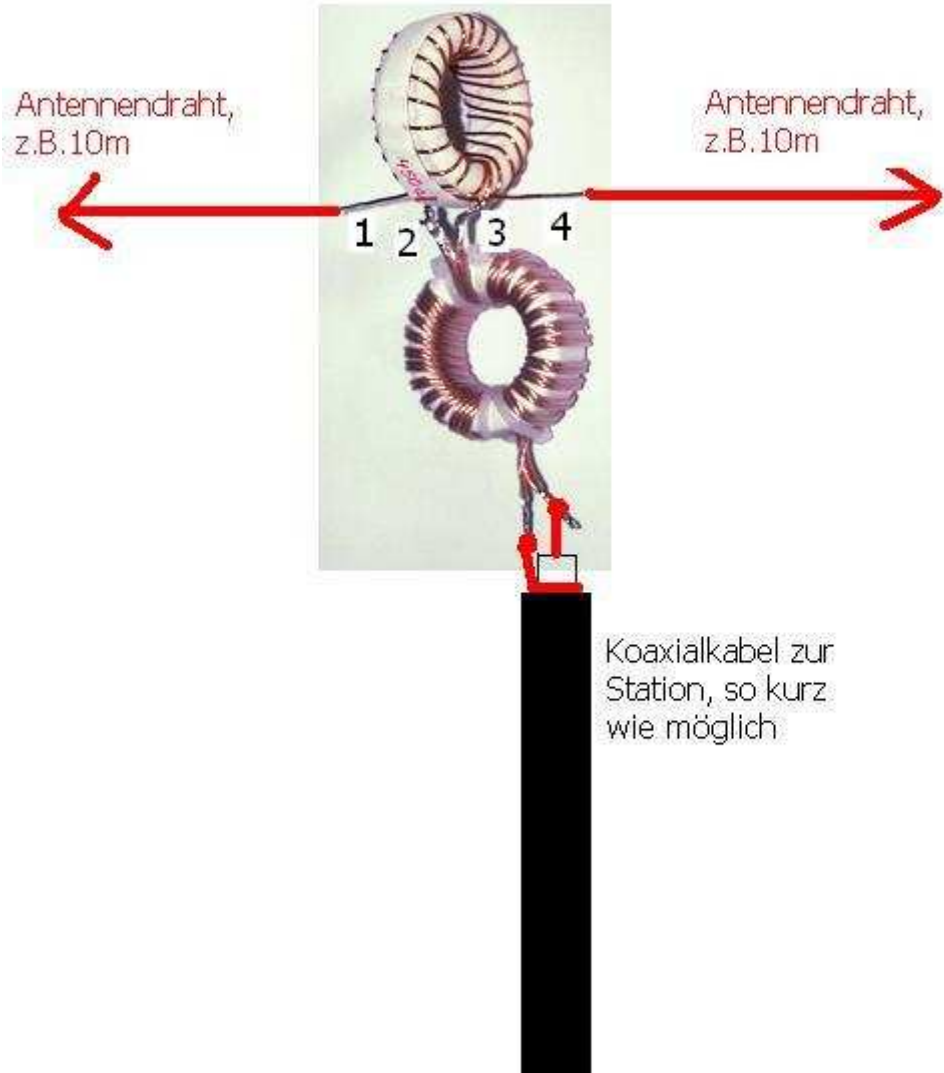
Dies tritt besonders dann auf, wenn die Speiseleitung eine „gefährliche Länge“ hat, also $\lambda/2$ und deren Vielfache. Es bleibt nur, die Speiseleitung so zu bemessen, dass sie keine „gefährliche Länge“ hat. Da die räumlichen Verhältnisse die mechanische Länge oft vorgeben, kann sie nur elektrisch zerstückelt werden.

Es ist für den Energietransport in der Leitung völlig unerheblich, ob über das Koaxialkabel Ferritkerne geschoben werden, denn der Energietransport erfolgt im Innern des Koaxialkabels. So wie dieser Energietransport im Innern von außen nicht wahrnehmbar ist, z.B. in Form eines messbaren Magnetfeldes, so kann der Energietransport von außen nicht beeinflusst werden, z.B. durch das Aufbringen eines Ferritringes.

Deshalb können mehrere einfache Mantelwellensperren (wie die Balun 1:1 auch genannt werden) auf dem Koaxialkabel dafür sorgen, dass es in „ungefährliche Längen“ aufgeteilt wird und die Strahlungskopplung zwischen Strahler und Speiseleitung nicht mehr oder nur ganz wenig zu Gleichtaktstrom auf der Speiseleitung führt bzw. dass Fremdfelder auf der Speiseleitung keine resonante Längen mehr finden, auf denen Gleichtaktströme erregt werden, die dann über Strahlungskopplung auf den Strahler, über den „magnetischen Balun“ in das Koaxialkabel und damit in die Funkstation kommen. Diese Maßnahme ist auch für den störungsarmen Empfang wichtig..

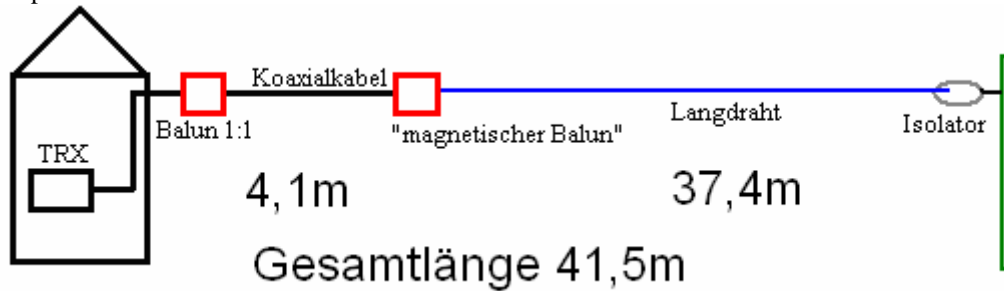
Mechanisch in vielen Fällen schwer möglich, aber wirkungsvoll ist die Verlegung der Speiseleitung in die Symmetrieachse des Strahlers. Hier besteht bezüglich der Strahlungskopplung zwischen Strahler und Speiseleitung eine tote Zone und der sich ausbildende Gleichtaktstrom auf der Speiseleitung bleibt gering. Voraussetzung ist, dass ein „richtiger“ Balun 1:9 eingesetzt wird oder der „falsche“ Balun, der von mir „magnetischer Balun“ genannt wird, mit einem Balun 1:1, also einer wirksamen Mantelwellensperre ergänzt wird. Nur mit dem „magnetischen Balun“ versehen, wird der Energiefluss aus der Leitung sich zur weiteren Ausbreitung drei Wege suchen: das kurze Ende des Strahlers, das lange Ende des Strahlers und die äußere Seite der Koaxialkabelschirmung. Auch wenn statt eines Koaxialkabels eine Zweidrahtleitung genutzt wird, so wird die Energie diese drei Wege nehmen, die beiden Strahlenden und als schädlicher Gleichtaktstrom die Zweidrahtleitung herunter.

Und so sieht der Aufbau eines „richtigen“ Balun 1:9 im Speisepunkt zwischen zwei Strahlern aus:

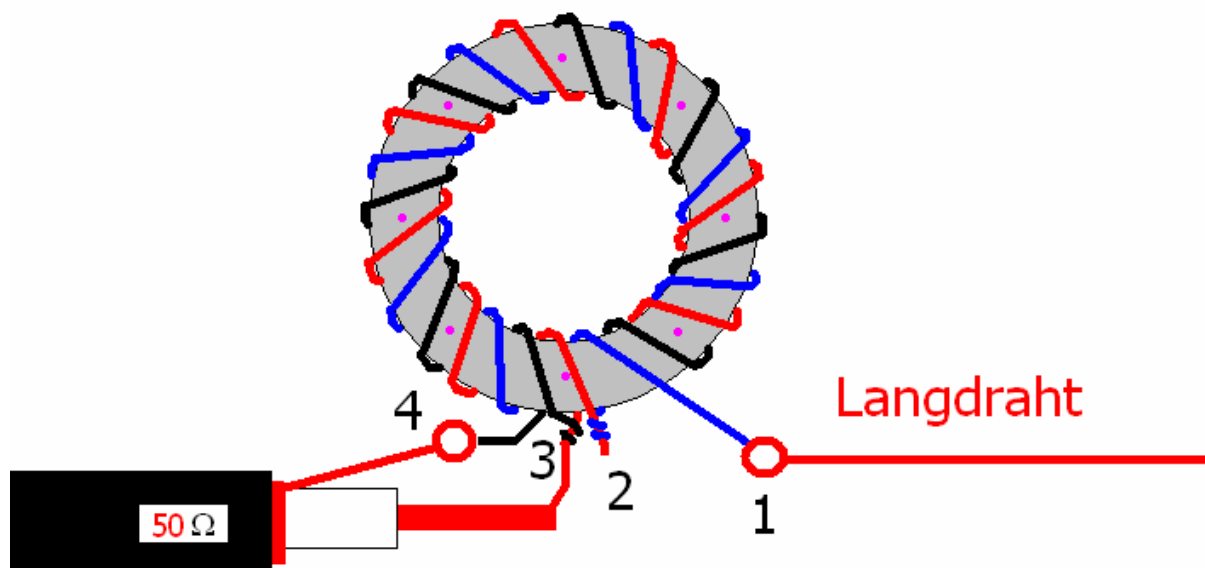


Nutzung des Koaxialkabels als Gegengewicht

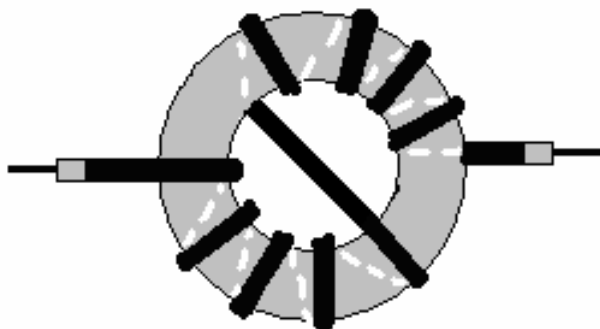
Wer ganz bewusst eine strahlende/empfangsfähige Speiseleitung wünscht, sollte dafür sorgen, am Ende der Speiseleitung/ des Koaxialkabels in Richtung Station einen Balun 1:1 außerhalb der häuslichen Störfelder zu platzieren. Es können Varianten getestet werden, die ohne das kurze Strahlerstück auskommen. Diese Konstruktionen bestehen aus einem langen Draht, dem „magnetischen Balun“, einem längeren Stück Koaxialkabel (dessen Außenschirm dann als „Gegengewicht“ dient), dem Balun 1:1 außerhalb des häuslichen Störfeldes und einem weiteren Koaxialkabel, das zur Station führt. Es ist klar, dass die Erdungsschelle des „magnetischen Baluns“ frei bleiben muss. Eine solche Antenne lässt sich zwischen Haus und Mast leicht aufspannen:



„Magnetischer Balun“, die Bezeichnung ist natürlich Schwachsinn, aber so wird das Teil angeschlossen:



Nach einigen Metern kommt dann der Balun 1:1, hier die Ausführung nach Reisert (unten):



Oder die Ausführung nach DG0SA mit zwei 100 Ω Leitungen, die parallel geschaltet sind und im gleichen Wickelsinn um den Kern gelegt sind (rechts):



Es ist zu beachten, dass der „Langdraht“ und das Koaxialkabel, und zwar das Stück zwischen Breitbandtransformator $50\ \Omega$ zu $450\ \Omega$ („magnetischer Balun“) und Balun $50\ \Omega$ zu $50\ \Omega$ (Balun 1:1) die strahlende/empfangene Antenne bilden. Beim Koaxialkabel strahlt die äußere Seite der Abschirmung, während der Energietransport im Innern des Koaxialkabels stattfindet.

Diese Antenne ist ein außerhalb der Mitte gespeister Dipol. Durch Wahl des Verhältnisses Langdrahtlänge und strahlendes Stück Koaxialleitung kann man günstige Anschlusswerte in einer Simulation ermitteln:

Die Eingabewerte sind simpel:

The screenshot shows the MMANA software interface. The 'Geometry' tab is active. The 'Name' field is empty. The frequency is set to 3.550 MHz. The 'Wire 1' section shows auto-segmentation parameters: DM1=400, DM2=40, SC=2.0, EC=1. A table below lists the wire segments:

No.	X1(m)	Y1(m)	Z1(m)	X2(m)	Y2(m)	Z2(m)	R(mm)	Seg.
1	0.0	0.0	0.0	41.5	0.0	0.0	0.8	101
next								

The 'Source 1' section has 'Auto Vol' checked. The 'Load 0' section has 'Use load' checked. Below these are two tables for source and load parameters:

No.	PULSE	Phase dg	Voltage
1	w1e10	0.0	1.0
next			

No.	PULSE	Type	L(uH)	C(pF)	Q	f(MHz)
next						

Das Ergebnis ist brauchbar:

The screenshot shows the MMANA software interface with simulation results. The frequency is set to 28.050 MHz. The 'Ground' section has 'Real' selected with 'Real ground setup' button. The 'Height' is 10.0 m and 'Material' is 'noloss'. The simulation output shows:

```

WAVE LENGTH = 10.688057[m]
TOTAL PULSE = 100
FILL MATRIX...
FACTOR MATRIX...
PULSE VOLTAGE[V] CURRENT[ma] IMPEDANCE Ohm SWR
w1e9 1.00+j0.00 1.19+j1.20 414.93-j418.85 2.55
CURRENT DATA...
FAR FIELD...
No Fatal Error(s)
0.30(s)
    
```

Below the output is a table with simulation results for various frequencies:

No.	Freq MHz	R(Ohm)	jX(Ohm)	SWR 450	Gh dBd	Ga dBi	F/B dB	Elev dg	GND	Height	Pol.
23	28.050	1379.97	-532.710	3.57	---	5.83	-3.64	25.0	Real	10.0	Vert
22	24.900	235.592	-135.287	2.14	---	7.01	-4.25	25.0	Real	10.0	Vert
21	21.050	165.486	-237.976	3.57	---	7.70	-4.26	27.0	Real	10.0	Hori
20	18.120	135.100	77.120	3.44	---	6.98	-3.20	30.0	Real	10.0	Vert
19	14.050	111.868	-128.378	4.38	---	6.91	-2.63	35.0	Real	10.0	Vert
18	10.130	94.601	-303.537	6.99	---	6.85	-1.84	43.0	Real	10.0	Vert
17	7.050	226.153	-13.879	1.99	---	7.04	-0.67	56.0	Real	10.0	Vert
16	3.550	403.262	393.272	2.46	---	8.64	-3.40	89.0	Real	10.0	Hori