

Antennenanalyse mit MMANA-GAL – eine Einführung

Für den H39-Workshop zusammen gestellt von DL6OAA

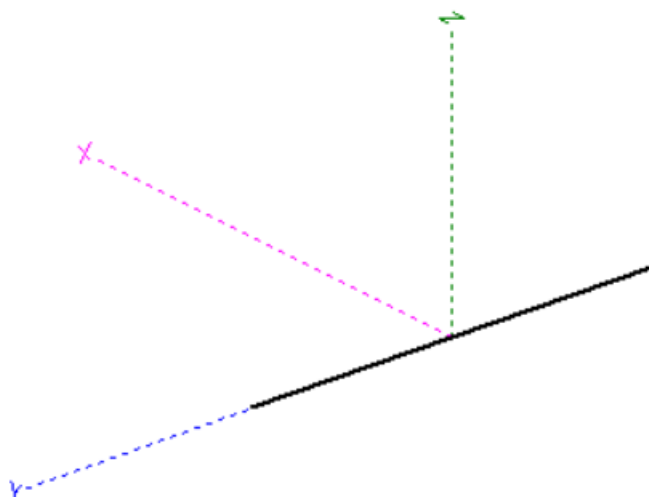
Beispielaufgabe: Es soll ein **$\lambda/2$ -Dipol** für 7 MHz gebaut werden. Es steht auf dem Grundstück aber nur eine maximale Länge von 12,4m zur Verfügung. Um die Antenne elektrisch zu verlängern, werden entsprechende Verlängerungsspulen verwendet.

Anleitung:

Im Fenster GEOMETRIE bei den Koordinaten Y1 und Y2 die Längen 6.2 m und -6.2 m eingeben. Dann die Quelle (Speisepunkt) in den Mittelpunkt des Antennendrahtes legen über:

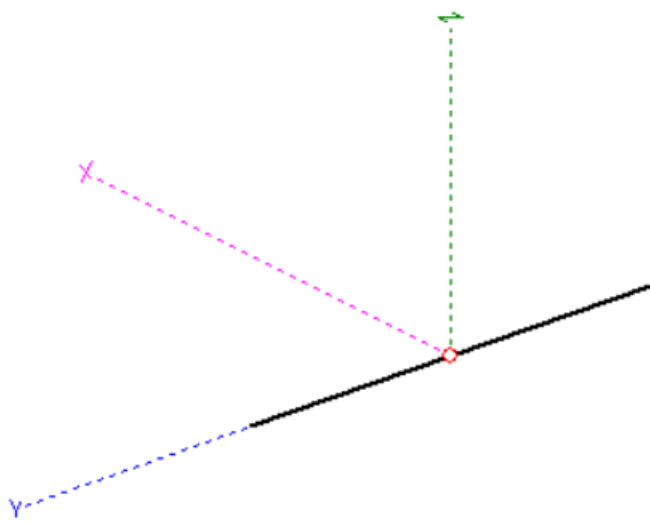
Antennenansicht → rechte Maustaste → Quelle verschieben → Mittelpunkt des Drahtes

Geometrie Antennenansicht Berechnen Fernfelddarstellung								
Name DL6OAA_40m-Dipol_12,4m					Freq 7.050 MHz		☐ Lambda	
Drähte 1		Automat. Segmentation: DM1 800 DM2 80		SC 2 EC 2		☐ Verbunden halten		
No.	X1(m)	Y1(m)	Z1(m)	X2(m)	Y2(m)	Z2(m)	R(mm)	Seg.
1	0.0	6.2	0.0	0.0	-6.2	0.0	0.8	-1
next								



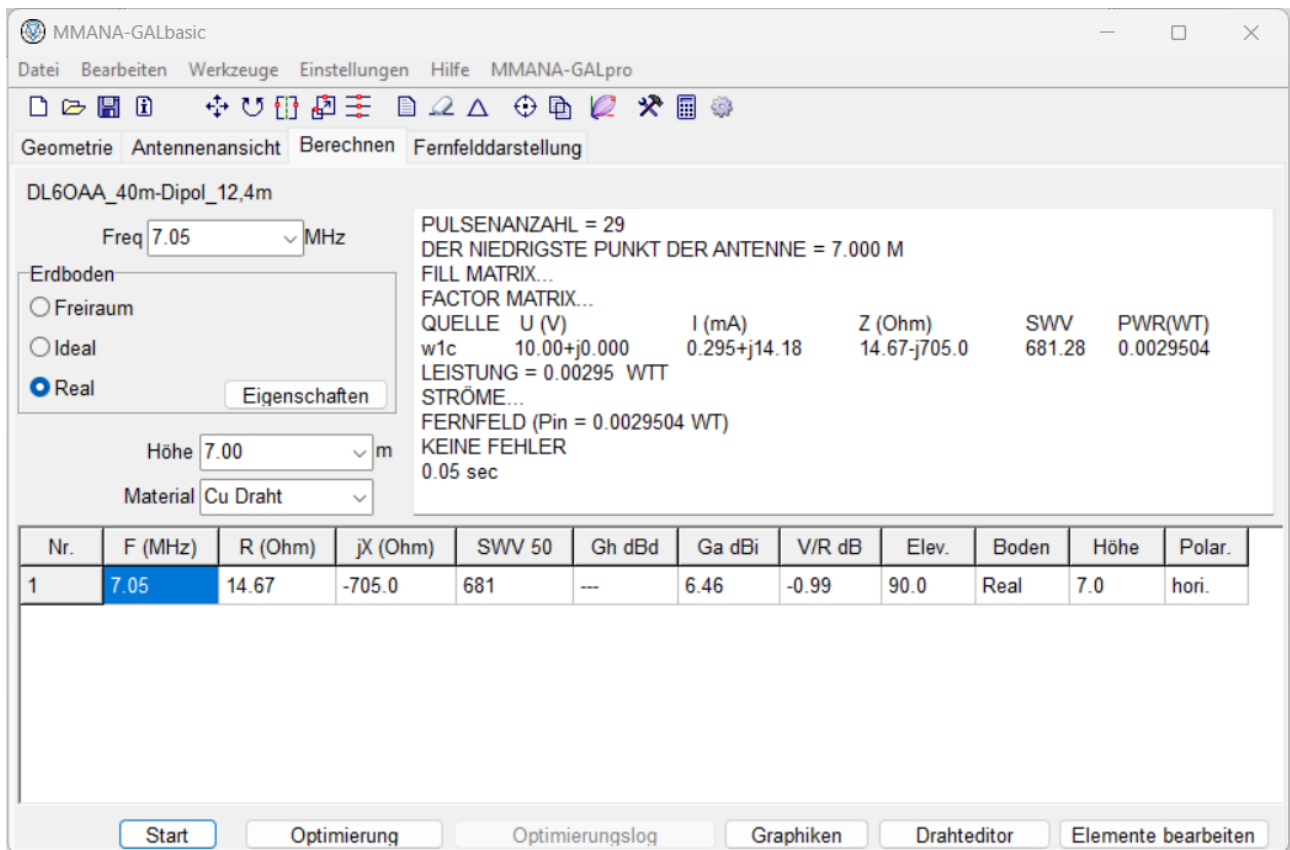
W1c bedeutet: Draht 1 mittig (wire 1 center)

Quellen 1			
No.	PULSE	Volt. V	Phase dg
1	w1c	10.0	0.0
next			



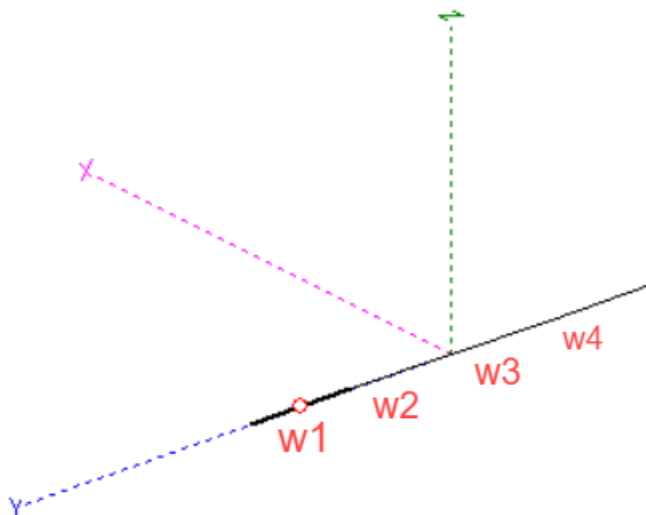
BERECHNEN:

Geometrie	Antennenansicht	Berechnen
DL6OAA_40m-Dipol_12,4m		
Freq 7.05 MHz		
Erdboden		
☐ Freiraum		
☐ Ideal		
☒ Real Eigenschaften		
Höhe 7.00 m		
Material Cu Draht		



Das Ergebnis ist erwartungsgemäß unbrauchbar, nun müssen die Verlängerungsspulen eingefügt werden, dazu muss der Draht geteilt werden.

Drahteditor → rechte Maustaste → Draht teilen in....4 Teile



Nun ist der Draht aufgeteilt, unsere Quelle ist aber immer noch an Draht 1, mittig. Die Quelle an Draht 1 löschen bzw. (*Antennenansicht* → *rechte Maustaste* → *Quelle löschen*) eine neue Quelle an Draht 2, Ende (w2e) einfügen (überschreiben).

Lasten (L) einfügen:

Anklicken „**Lasten verwenden**“, eingeben in No1, PULSE: w1e („füge Last am Ende des Drahtes 1 ein“), dann No.2, PULSE: w3e („füge Last am Ende des Drahtes 3 ein“). Zunächst für $L/R/A0 = 10$ (10 μ H) und $Q/A1=200$ eingeben.

MMANA-GALbasic

Datei Bearbeiten Werkzeuge Einstellungen Hilfe MMANA-GALpro

Geometrie Antennenansicht Berechnen Fernfelddarstellung

Name Dipol_40m_12,4m lang mit Verlängerungsspule Freq 7.05 MHz ☐ Lambda

Drahte 4 Automat. Segmentation: DM1 800 DM2 80 SC 2 EC 2 ☒ Verbunden halten

No.	X1(m)	Y1(m)	Z1(m)	X2(m)	Y2(m)	Z2(m)	R(mm)	Seg.
1	0.0	6.2	0.0	0.0	3.1	0.0	0.8	-1
2	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	-1
3	0.0	0.0	0.0	0.0	-3.1	0.0	0.8	-1
4	0.0	-3.1	0.0	0.0	-6.2	0.0	0.8	-1
next								

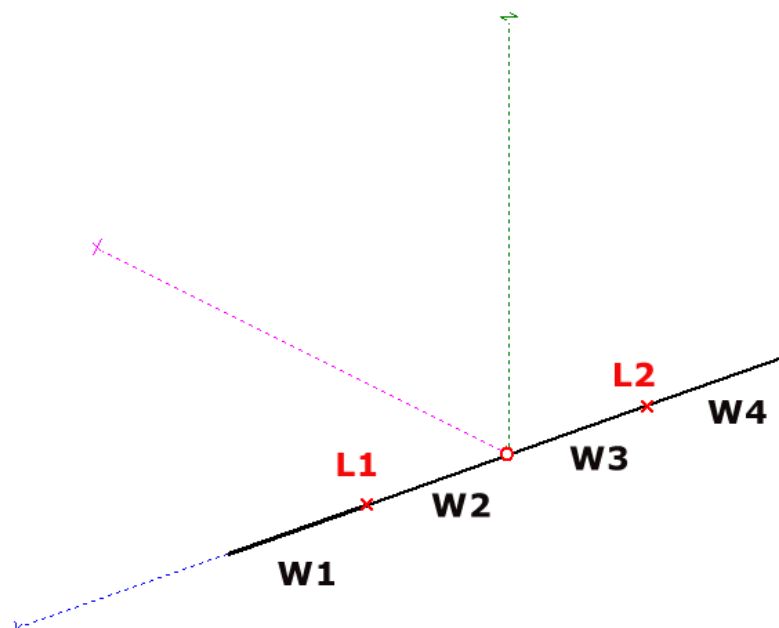
Quellen 1

No.	PULSE	Volt. V	Phase dg
1	w2e	10.0	0.0
next			

Lasten 2 (L - uH; C - pF; R/jX - Ohm) ☒ Lasten verwenden

No.	PULSE	Type	L/R/A0	C/jX/B0	Q/A1	F/B1
1	w1e	LC	10	0	200.0	
2	w3e	LC	10	0	200.0	
next						

Die Antenne sieht nun so aus:



Nun wieder berechnen:

Dipol_40m_12,4m lang mit Verlängerungsspule

Freq 7.05 MHz

Erdboden
☐ Freiraum
☐ Ideal
☒ Real Eigenschaften

Höhe 7.00 m

Material Cu Draht

PULSENANZAHL = 47
 DER NIEDRIGSTE PUNKT DER ANTENNE = 7.000 M
 FILL MATRIX...
 FACTOR MATRIX...
 QUELLE U (V) I (mA) Z (Ohm) SWV PWR(WT)
 w2e 10.00+j0.000 1.912+j29.92 21.27-j332.8 106.93 0.019122
 LEISTUNG = 0.0191 WTT
 STRÖME...
 FERNFELD (Pin = 0.019122 WT)
 KEINE FEHLER
 0.06 sec

Nr.	F (MHz)	R (Ohm)	jX (Ohm)	SWV 50	Gh dBd	Ga dBi	V/R dB	Elev.	Boden	Höhe	Polar.
11	7.05	21.27	-332.8	106	---	6.29	-0.99	90.0	Real	7.0	hori.

Das SWR ist zwar gesunken, aber immer noch suboptimal.

Als nächstes wird optimiert, und zwar sollen die **Verlängerungsspulen** angepasst werden.

Last an Position 1 = L, Last an Position 2 = L, verbunden mit 1 (gleicher Wert wie 1)
 Schieber für SWV auf max.

Optimierung

Werte eingeben
☐ Keine Angabe (einfacher Scan.) Erweitert Bänder einstellen

Verstärkung F/B Elev. jX SWV Anpassung Strom

☒ Schritte in absoluten Werten ☒ Auflösung 2 Grad ☒ Log anzeigen

Parameter

Nr.	Typ	Position	Was	Verbunden	Schritt	Min	Max	Wert
1	Last	1	L	0	0.05	0.0	10000.0	10.0
2	Last	2	L	1				10.0
next								

Löschen Alle Elemente Elemente bearbeiten Start Abbrechen

Berechnen → L wird optimiert auf 15,4 uH

Lasten 2 (L - uH; C - pF; R/jX - Ohm) ☑ Lasten verwenden						
No.	PULSE	Type	L/R/A0	C/jX/B0	Q/A1	F/B1
1	w1e	LC	15.4	0	200.0	
2	w3e	LC	15.4	0	200.0	
next						

MMANA-GALbasic

Datei Bearbeiten Werkzeuge Einstellungen Hilfe MMANA-GALpro

Geometrie

Antennenansicht

Berechnen

Fernfelddarstellung

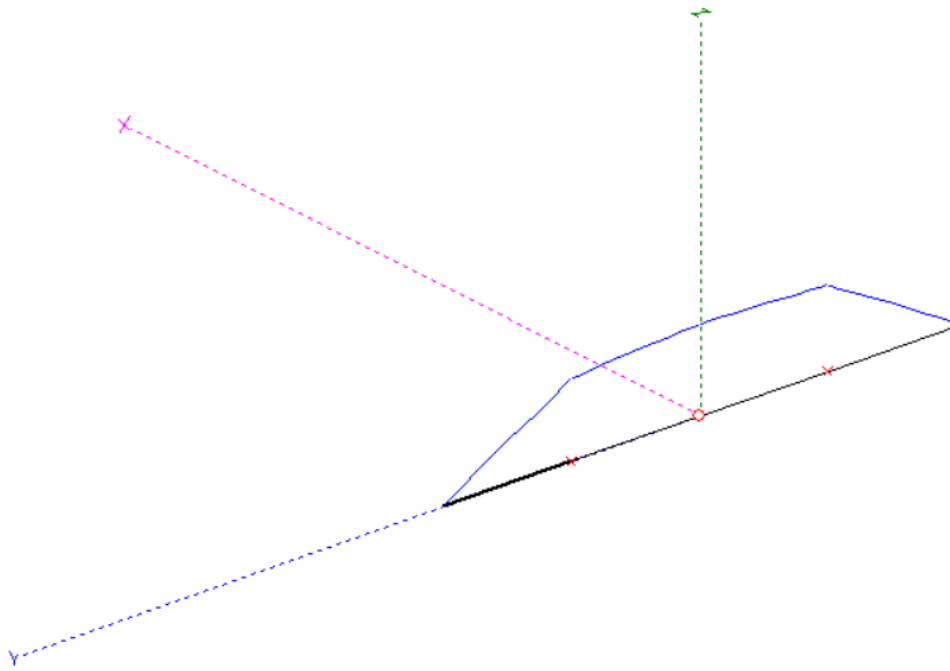
Dipol_40m und 12,4 m lang
Freq 7.050 MHz
Erdboden
☐ Freiraum
☐ Ideal
☒ Real Eigenschaften
Höhe 7 m
Material Cu Draht

PULSENANZAHL = 47
DER NIEDRIGSTE PUNKT DER ANTENNE = 7.000 M
FILL MATRIX...
FACTOR MATRIX...
QUELLE U (V) I (mA) Z (Ohm) SWV PWR(WT)
w2e 10.00+j0.000 328.0-j21.35 30.36+j1.976 1.65 3.2803
LEISTUNG = 3.28 WTT
STRÖME...
FERNFELD (Pin = 3.2803 WT)
KEINE FEHLER
0.06 sec

Nr.	F (MHz)	R (Ohm)	jX (Ohm)	SWV 50	Gh dBd	Ga dBi	V/R dB	Elev.	Boden	Höhe	Polar.
4	7.05	30.36	1.976	1.65	---	5.9	-0.99	90.0	Real	7.0	hori.

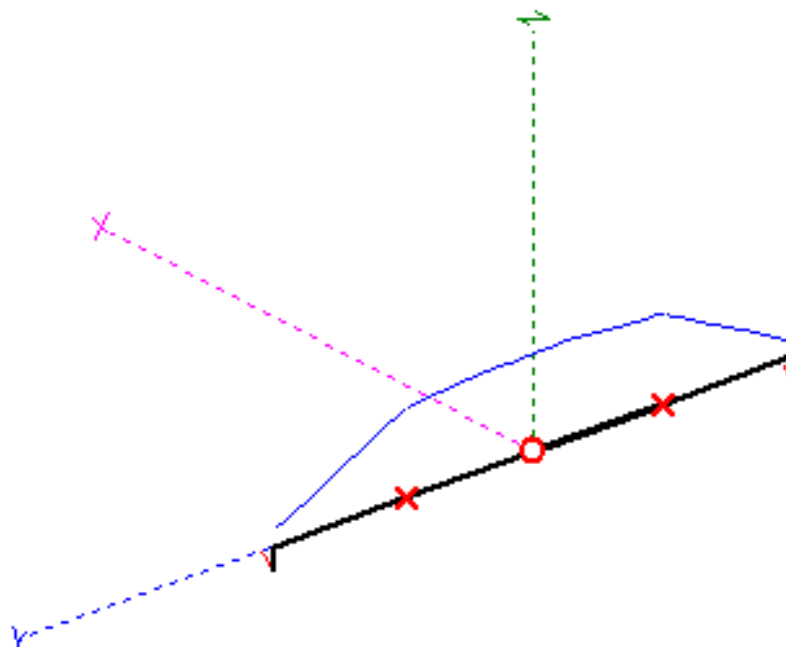
Das SWR beträgt nun 1,65, wenn der Draht etwas höher hängt, sieht das Ergebnis so aus (Höhe 15m)

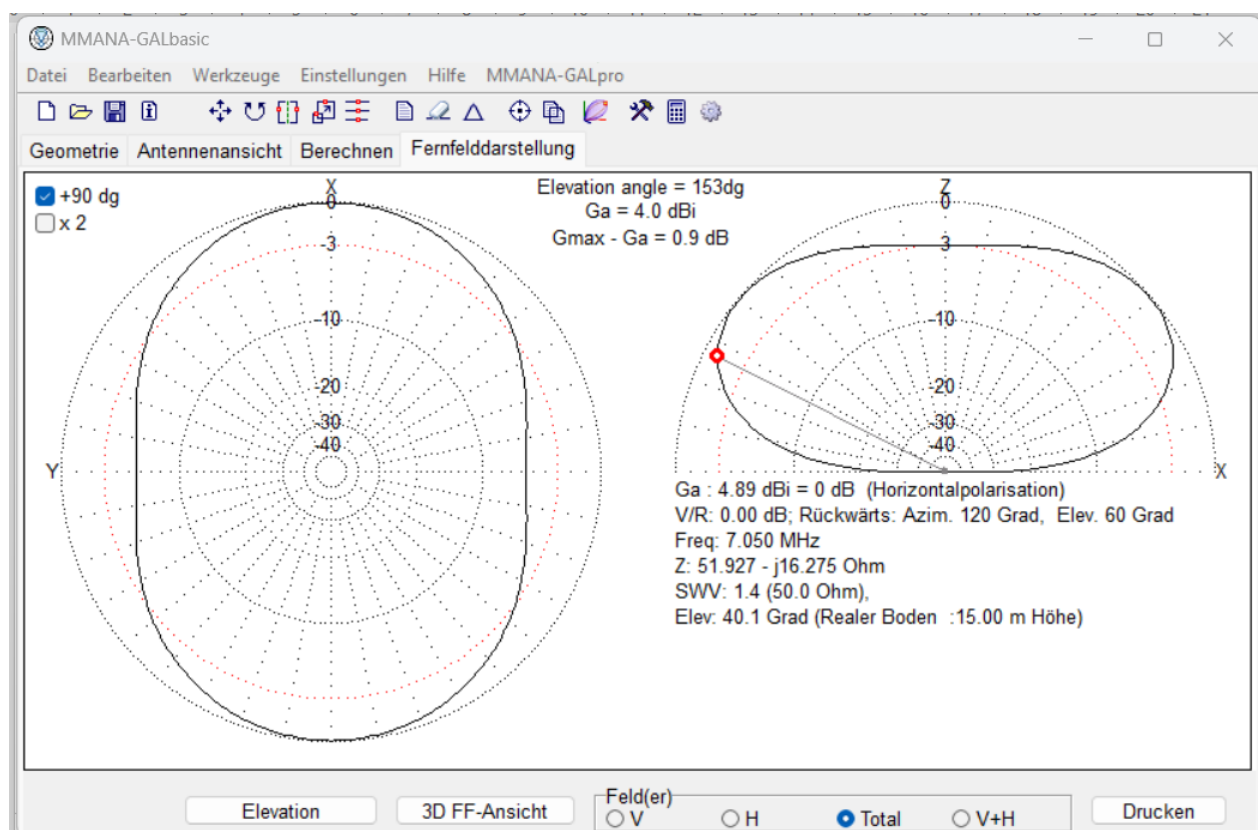
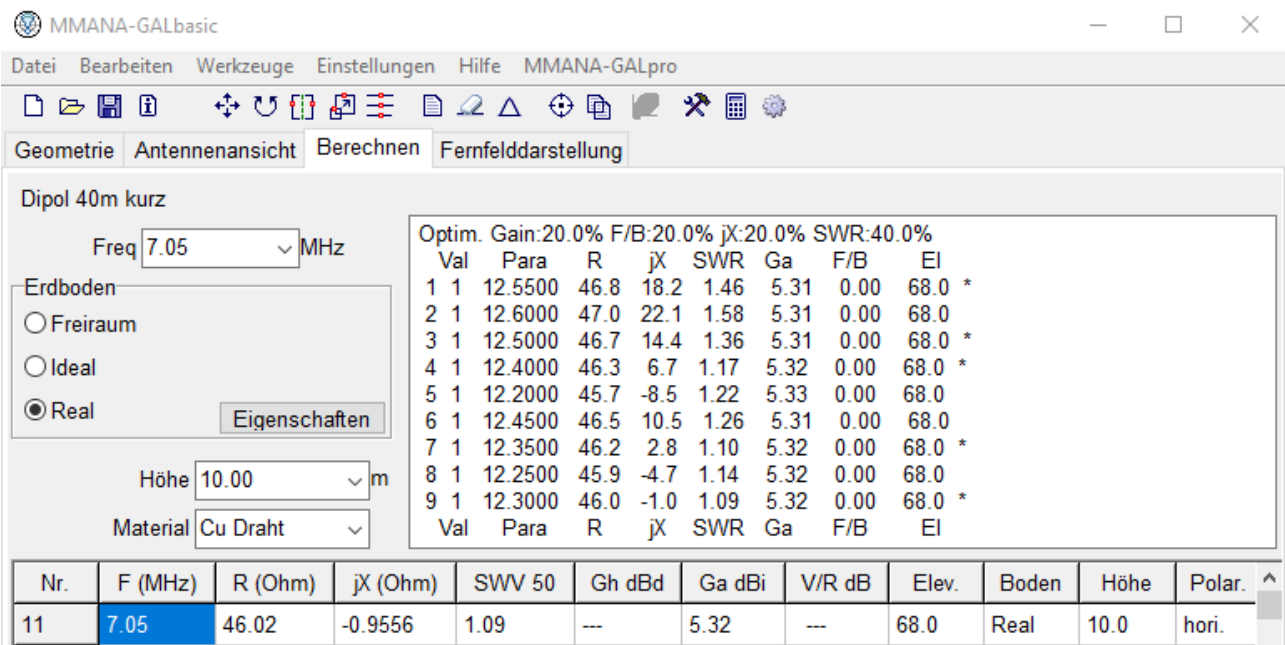
Nr.	F (MHz)	R (Ohm)	jX (Ohm)	SWV 50	Gh dBd	Ga dBi	V/R dB	Elev.	Boden	Höhe	Polar.
5	7.05	51.93	-16.27	1.38	---	4.89	---	40.1	Real	15.0	hori.



Man sieht es an der Stromverteilung, dass die Abstrahlung nicht optimal sein kann. Viel mehr ist aber bei dieser Länge (12,4m anstatt 20m) nicht zu erwarten.

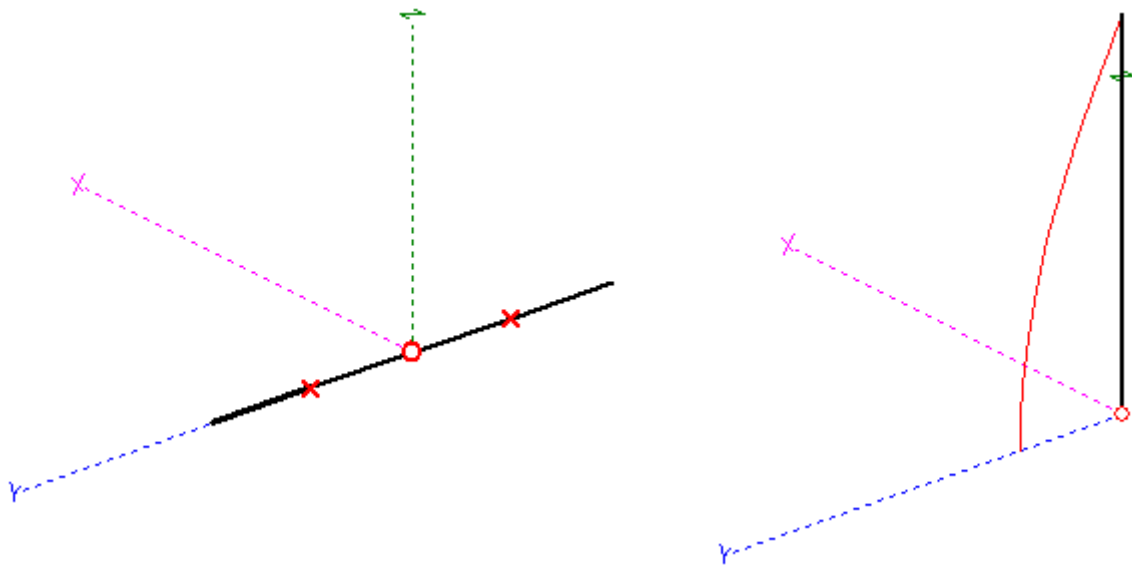
Werden die Dipolenden um 50cm verlängert und hängen nach unten, verbessert sich das SWR (hier 10m Höhe), auf die Abstrahlung hat das aber keinen merkbaren Einfluss:





Antennen vergleichen:

Beispiel 12,4 m langer Dipol, Höhe 10m und $\lambda/4$ -Vertikal gegen Ground



Man muss die zu vergleichenden Antennen (Bsp.: 40m Dipol mit Spule und 40m GP ($\lambda/4$)) berechnen lassen und dann über DATEI - FERNFELDDATEN speichern (als *.mab).

Anschließend eine Antenne aufrufen und berechnen lassen - dann auf "VERGLEICHEN" gehen.

MMANA-GALbasic C:\Users\stotz\Desktop\MMANA-GAL\Antennen\DL6OAA_40m-Dipol_12,4m_lang.maa

Datei Bearbeiten Werkzeuge Einstellungen Hilfe MMANA-GALpro

Geometrie Antennenansicht Berechnen Fernfelddarstellung

Dipol_40m und 12,4 m lang

Freq 7.05 MHz

Erboden

☐ Freiraum

☐ Ideal

☒ Real

Eigenschaften

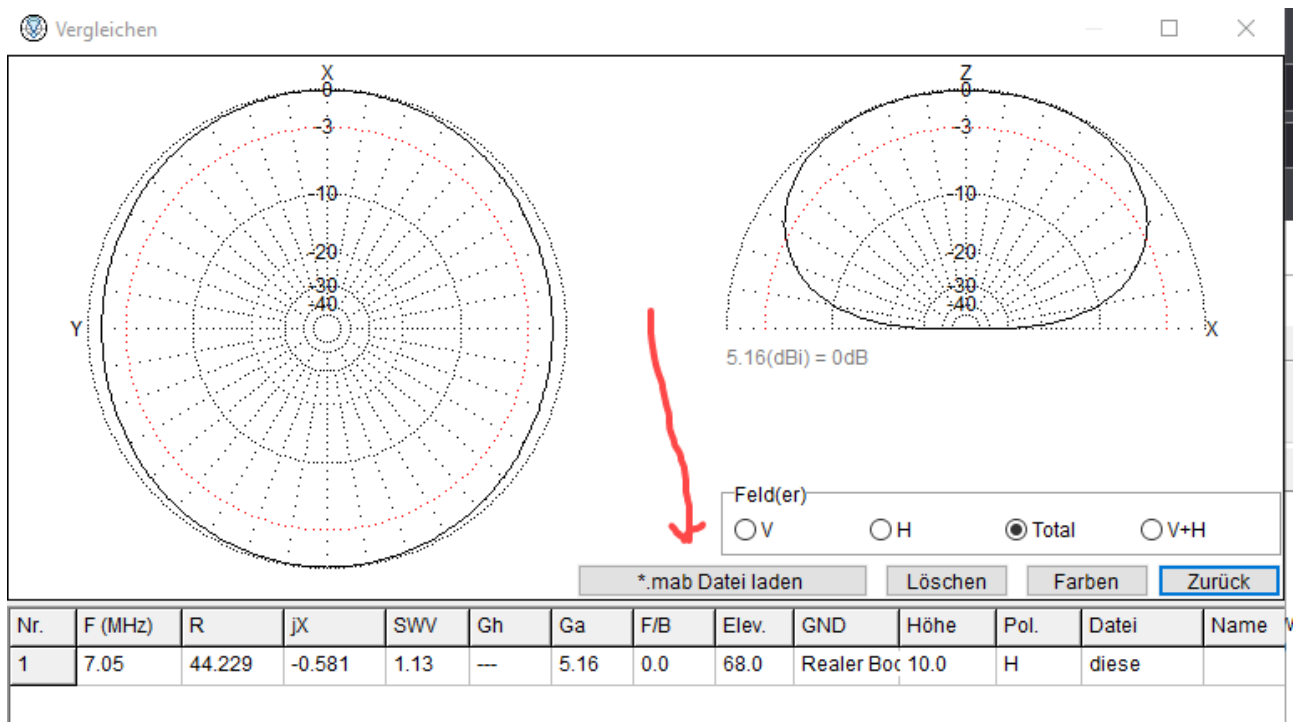
Höhe 10.00 m

Material Cu Draht

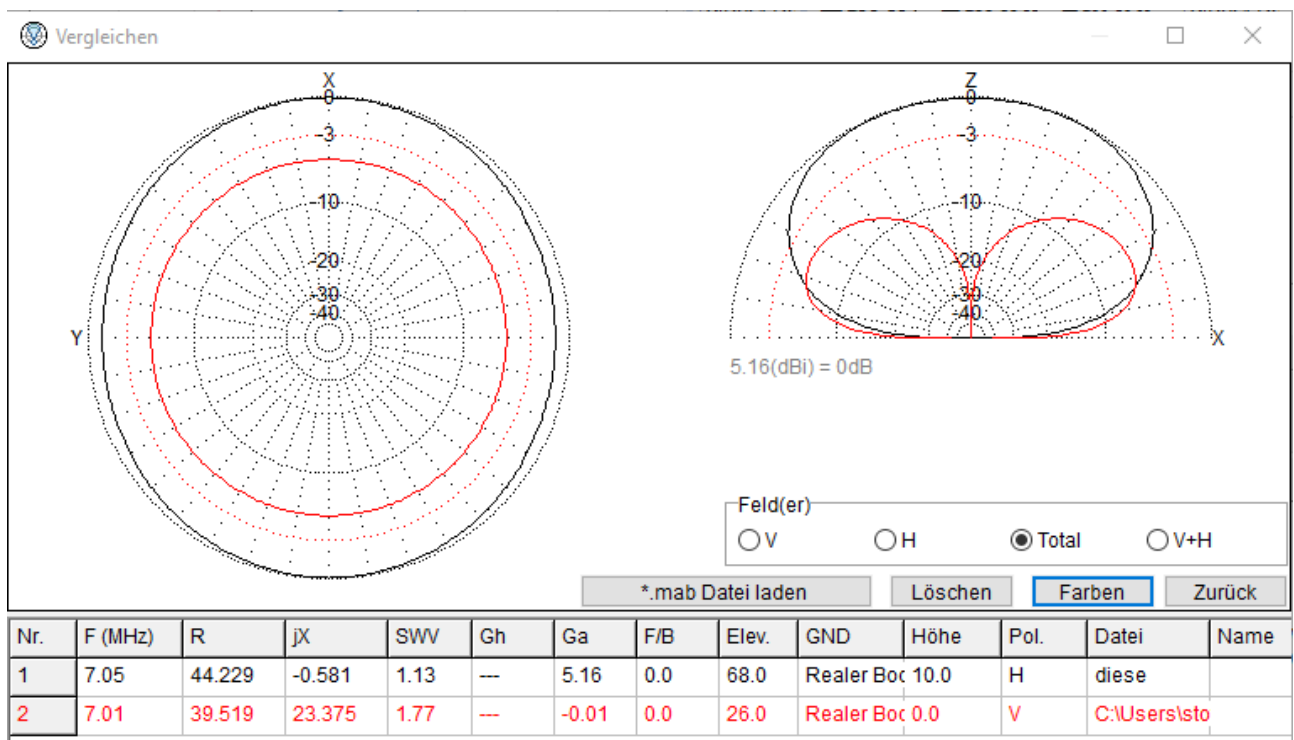
WELLENLÄNGE = 42.524 (m)
 PULSENANZAHL = 47
 DER NIEDRIGSTE PUNKT DER ANTENNE = 10.000 M
 FILL MATRIX...
 FACTOR MATRIX...
 QUELLE U (V) I (mA) Z (Ohm) SWV PWR(WT)
 w2e 70.70+j0.000 1598+j20.98 44.23-j0.581 1.13 112.99
 LEISTUNG = 113 WTT
 STRÖME...
 FERNFELD (Pin = 112.99 WT)
 KEINE FEHLER
 0.05 sec

Nr.	F (MHz)	R (Ohm)	jX (Ohm)	SWV 50	Gh dBd	Ga dBi	V/R dB	Elev.	Boden	Höhe	Polar.
1	7.05	44.23	-0.5807	1.13	---	5.16	---	68.0	Real	10.0	hori.

Nun die Fernfeld-Daten der anderen Antenne laden (*.mab-Datei):



und schon hat man den Vergleich:



Antennen-Viewer:

Link: <http://www.dl1pbd.de/ger/viewer.htm>

Mit diesem Programm kann man die .maa-Dateien sichtbar machen und sehr viel schneller durchsehen, als mit MMANA. Außerdem übersetzt dieses Programm die .maa-Dateien in .nec-Dateien und sind so auch von 4NEC2 lesbar. DL1PBD ist Mitentwickler von MMANA-GAL.



17.04.2025, DL6OAA

Diese Beschreibung basiert auf den YouTube Videos von DL1ART und des sehr hilfreichen Manuskripts von Wolfgang Beer, DK2FQ:

<https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=Wolfgang+Beer%2C+Antennenanalyse>

https://www.youtube.com/watch?v=fA7fgZ_DTus

<https://www.youtube.com/watch?v=zFUQKJ9Xdys>

<http://dl2kq.de/mmana/4-7.htm>

Einführung: <https://www.youtube.com/watch?v=V1HITOG9Ddk>

4-Element Yagi: <https://www.youtube.com/watch?v=KbW-OrhYmPk>

7MHz-Vertikalantenne: <https://www.youtube.com/watch?v=cECCcy3S4Kc>

Einige Tipps (siehe: <http://gal-ana.de/basicmm/en/#4>):

Die Gesamthöhe des Drahtendes über dem Boden ergibt sich aus der Summe seiner Z-Koordinate (wie in der Drahttabelle im Geometriefenster festgelegt) und der im Feld „Höhe hinzufügen“ im Berechnungsfenster festgelegten Höhe. Wenn Sie ein Drahtende mit dem Boden verbinden müssen (z. B. GP), muss diese Summe (die Gesamthöhe) 0 ergeben.

Bei einem vertikalen Dipol darf der Z-Achsenwert der Quelle in der Definitionstabelle des Geometriefensters nicht auf Null gesetzt werden. Stellen Sie jedoch sicher, dass die Option „Höhe hinzufügen“ im Berechnungsfenster ebenfalls auf Null gesetzt ist. Andernfalls modellieren Sie eine endgespeiste Antenne mit Fehlern in der berechneten Impedanz.

TIPP: Bei der Modellierung einer Antenne, die auf einem Dach installiert ist, geben Sie im Fenster „Medieneinstellungen“ für die Option „Realer Boden“ einen Minuswert ein.

Bei einer Yagi-Antenne ist es üblich, den Ausleger parallel zur X-Achse, die Drahtelemente parallel zur Y-Achse und die Höhe parallel zur Z-Achse zu platzieren. Es empfiehlt sich, die Quelle bei $Z = 0$ oder die Antennenmitte bei $Z = 0$ zu platzieren. Die Höhe der Antenne über dem Boden kann mithilfe weiterer, später beschriebener Parameter verändert werden.

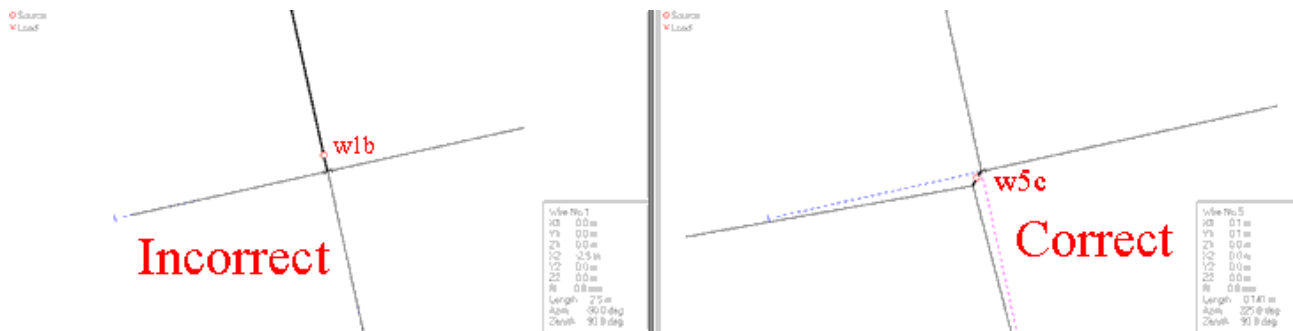
Bei einer vertikalen Antenne wird die Quelle bei $Z = 0$ und die Antennenmitte bei $X = 0$ und $Y = 0$ platziert.

Um zwei oder mehr Drähte an einem Punkt zu verbinden, müssen diese exakt die gleiche Start- oder Endposition haben, d. h. die Drähte müssen am Verbindungspunkt die gleichen X-, Y- und Z-Werte aufweisen; andernfalls werden sie als getrennte Drähte behandelt.

Impulszuweisung

Impulse werden den Leitungen in der Reihenfolge ihrer Definition zugewiesen. Dem nicht angeschlossenen Ende einer unabhängigen Leitung wird kein Impuls zugewiesen. Ist diese Leitung hingegen mit einer anderen Leitung verbunden, wird dem Endpunkt ein Impuls zugewiesen. Ist der Z-Achsenwert einer Leitung jedoch als Null (0) definiert, wird diesem Punkt ein Impuls zugewiesen (ein typisches Beispiel hierfür ist eine vertikale Antenne).

Beachten Sie die Modellierung der Stromrichtung an der Quelle. Betrachten Sie das folgende Beispiel mit vier Leitungen. Dies ähnelt der Methode zur Speisung einer Doppel-Dublett- oder Zwillings-Dreiecksschleife. In diesen Fällen wird die Quelle zentral auf einer kurzen Leitung zwischen zwei Leitungssätzen platziert, wie in der Abbildung dargestellt.



Bodenbeschaffenheit:

Ga steht für die absolute Verstärkung.

Gh ergibt sich aus G_a , indem 2,15 dB subtrahiert werden. G_h wird nicht angezeigt, wenn die Bodenoption aktiviert ist.

Um zwei oder mehr Bodenarten zu simulieren, werden für jede Art zusätzliche Parameter für X-Abstand oder R-Radius und Höhe benötigt. Die Option in MININEC zur Anwendung eines virtuellen Bodens ist auch in MMANA-GAL verfügbar. Die Parameter der Bodenbedingungen werden nur zur Berechnung des elektrischen Fernfelds (Strahlmuster) verwendet.

Um die Bodenoption zu ändern, wählen Sie im Boden-Panel das Optionsfeld **REAL**. Klicken Sie mit der linken Maustaste auf die Schaltfläche „Boden-Einstellungen“, um das Fenster „Realer Boden-Einstellungen“ zu öffnen. Stellen Sie die Dielektrizitätskonstante und die Leitfähigkeit (mS/m) so ein, dass sie dem tatsächlichen Boden entsprechen. Die Höhe des ersten Bodentyps sollte 0 sein. Um einen weiteren Bodentyp hinzuzufügen, klicken Sie auf Weiter. Das SETUP-Fenster wird durch einen Linksklick in die obere rechte Ecke geschlossen.

Boden	Dielektrizitätskonstante	Leitfähigkeit (mS/m)
Meerwasser	81	4000
Süßwasser	80	1–10
Feuchter Boden	5–15	1–10
Trockenes Feld, Wald	13	5
Sandiges Feld	12	2
Vorort, Industrie	5	1
Arides Feld	2–6	0,1

Lasten:

Bei der Definition der Parameter einer LC-Last wird L in (μH), C in (pF) und Q als Zahl angegeben.

Um eine Spule zu definieren, geben Sie L an und setzen Sie C auf Null (0).

Um einen Kondensator zu definieren, geben Sie C an und setzen Sie L auf Null (0).

Setzen Sie Q auf 0, wenn L oder C verlustfrei sind, oder den tatsächlichen Wert von Q, wenn L oder C verlustbehaftet sind.