

MANTELWELLEN

Kurzreferat zum RRDXA-
Frühjahrstreffen 2008
von DJ2YA



Vorschau in Kürze

- Behauptung im RRDXA-Reflektor: Antennen ohne Balun „schielen“
- Eigene Erfahrungen (F9FT-Yagis)
- Simulationen mit EZNEC 5.0
- Schlussfolgerungen
- Maßnahmen
- Praktische Beispiele

die Steine des Anstoßes



Trotz Koax ohne Balun direkt an den Dipol



die Tonna bleibt in der Spur

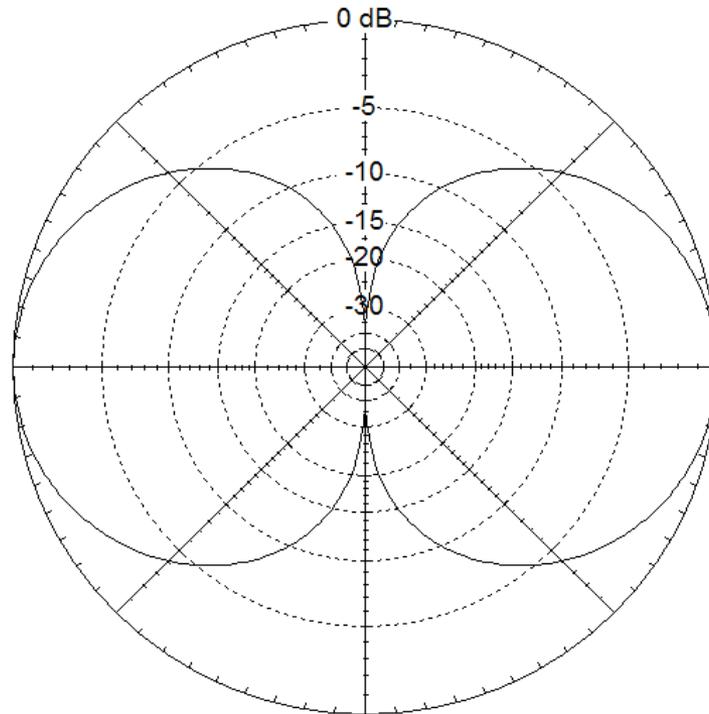
Simulieren geht über Studieren

Was sagt EZNEC 5.0 zu
Mantelwellen?

Strahlungsdiagramm

Total Field

EZNEC+



----- SOURCE DATA -----

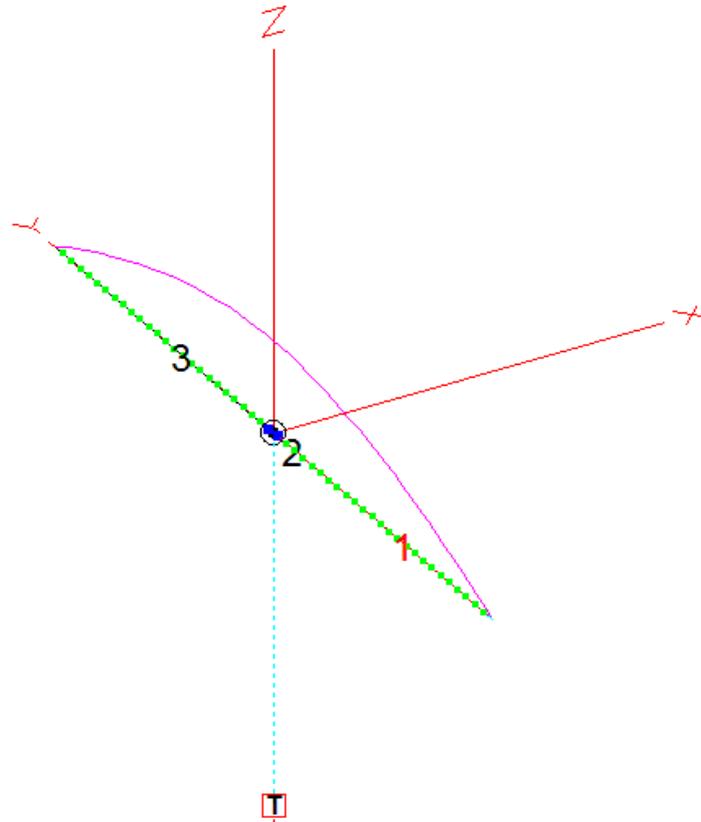
Azimuth Plot
Elevation Angle 0,0 deg.
Outer Ring 2,14 dBi

Slice Max Gain 2,14 dBi @ Az Angle = 0,0 deg.
Front/Side 99,99 dB
Beamwidth 78,2 deg.; -3dB @ 320,9, 39,1 deg.
Sidelobe Gain 2,14 dBi @ Az Angle = 180,0 deg.
Front/Sidelobe 0,0 dB

Frequency = 29,1 MHz
Impedance = $72,23 + j 0,572$ ohms
SWR (50 ohm system) = **1,445**

29,1 MHz
Cursor Az 0,0 deg.
Gain 2,14 dBi
0,0 dBmax

Dipol mit senkrechter Speiseleitung



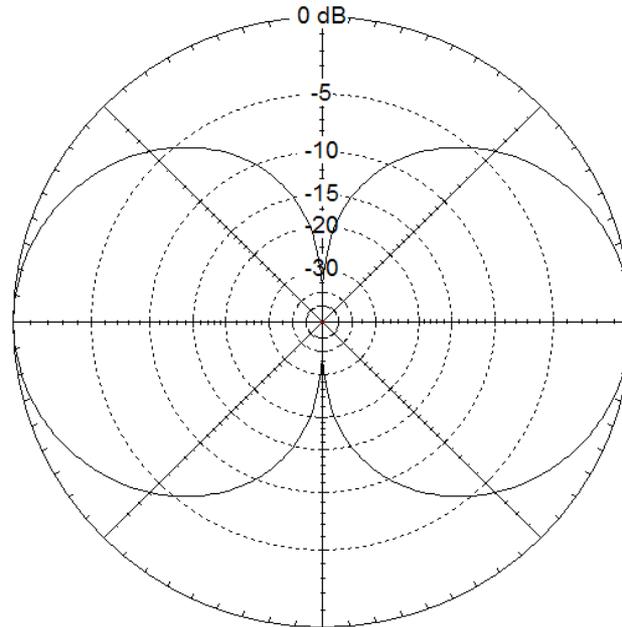
Strahlungsdiagramm dazu

* Total Field

Horizontal Pol

Vertical Pol

EZNEC+



Azimuth Plot
Elevation Angle 0,0 deg.
Outer Ring 1,72 dBi

Slice Max Gain 1,72 dBi @ Az Angle = 0,0 deg.
Front/Side 99,99 dB
Beamwidth 78,2 deg.; -3dB @ 320,9, 39,1 deg.
Sidelobe Gain 1,72 dBi @ Az Angle = 180,0 deg.
Front/Sidelobe 0,0 dB

----- SOURCE DATA -----

Frequency = 29,1 MHz

Impedance = 35,94 - J 3,204 ohms

SWR (50 ohm system) = **1,403**

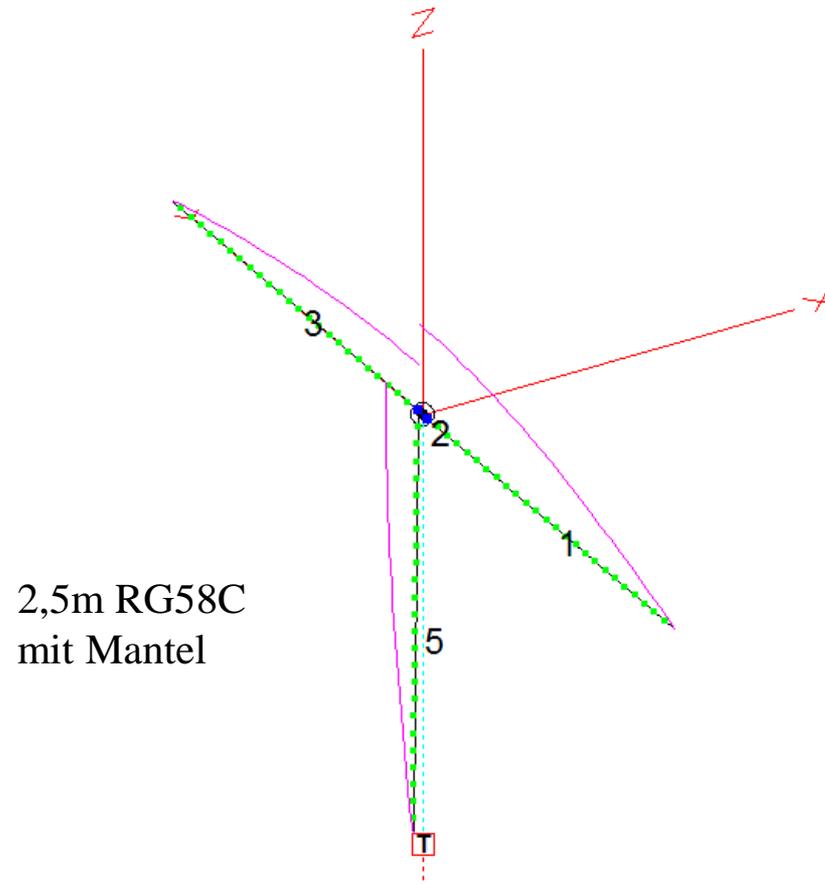
29,1 MHz

Cursor Az 0,0 deg.
Gain 1,72 dBi
0,0 dBmax

Wie kommen Wellen
auf den Mantel?

Speiseleitung von $\frac{1}{4}$ Lambda Länge

EZNEC+



2,5m RG58C
mit Mantel

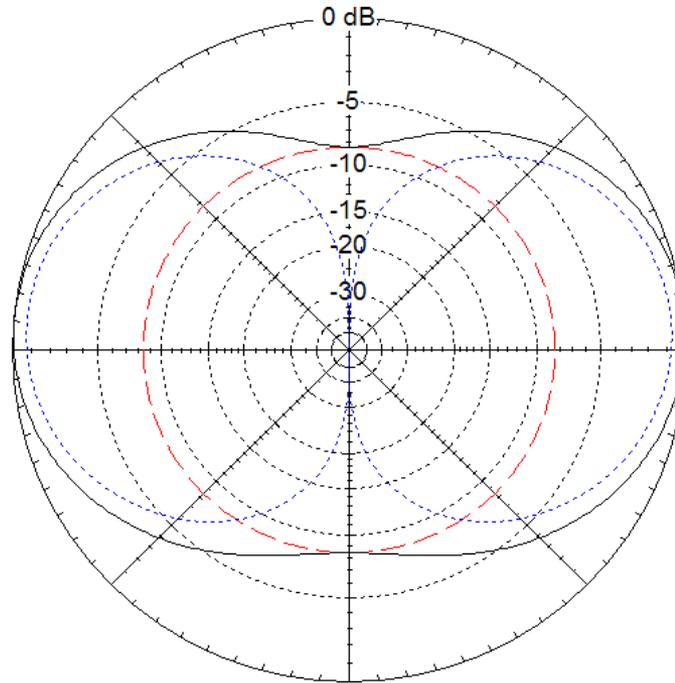
Auswirkungen auf das Diagramm

* Total Field

Horizontal Pol

Vertical Pol

EZNEC+



Azimuth Plot
Elevation Angle 0,0 deg.
Outer Ring 1,66 dBi

Slice Max Gain 1,67 dBi @ Az Angle = 6,0 deg.
Front/Back 0,22 dB
Beamwidth 87,6 deg.; -3dB @ 321,2, 48,8 deg.
Sidelobe Gain 1,67 dBi @ Az Angle = 174,0 deg.
Front/Sidelobe 0,0 dB

----- SOURCE DATA -----

Frequency = 29,1 MHz

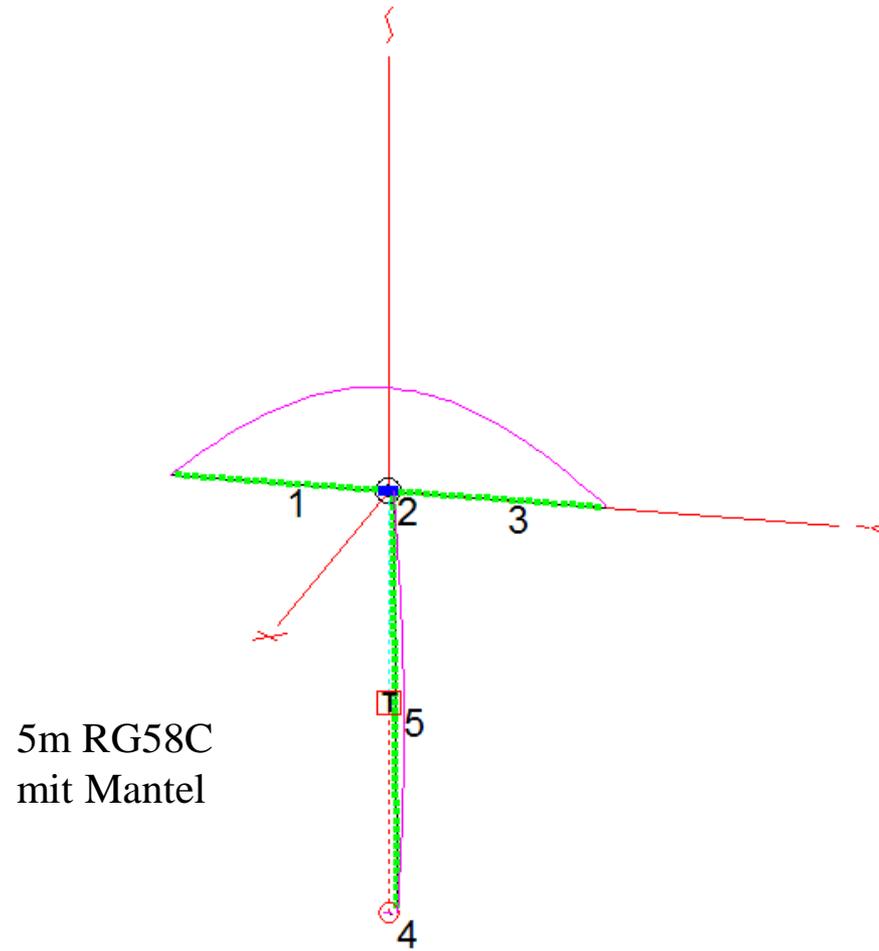
Impedance = 50,83 + J 0,05681 ohms

SWR (50 ohm system) = **1,017**

29,1 MHz

Cursor Az 6,0 deg.
Gain 1,67 dBi
0,0 dBmax

Speiseleitung von $\frac{1}{2}$ Lambda Länge



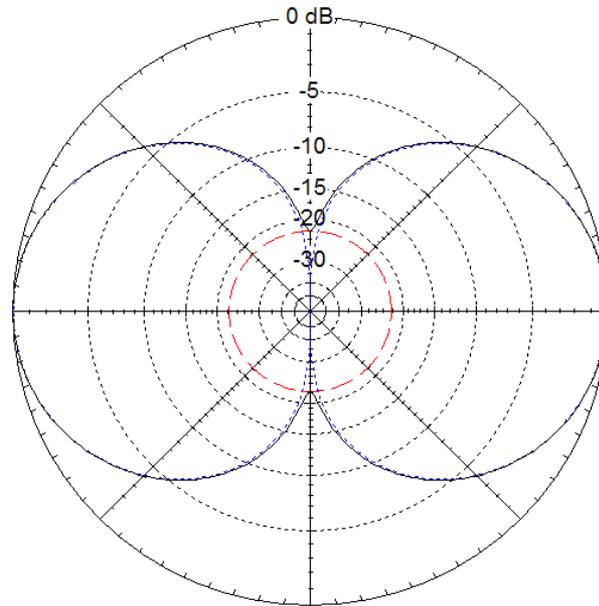
Strahlungsdiagramm dazu

* Total Field

Horizontal Pol

Vertical Pol

EZNEC+



Azimuth Plot
Elevation Angle 0,0 deg.
Outer Ring 1,73 dBi

Slice Max Gain 1,73 dBi @ Az Angle = 0,0 deg.
Front/Side 22,28 dB
Beamwidth 78,6 deg.; -3dB @ 320,6, 39,2 deg.
Sidelobe Gain 1,73 dBi @ Az Angle = 180,0 deg.
Front/Sidelobe 0,0 dB

----- SOURCE DATA -----

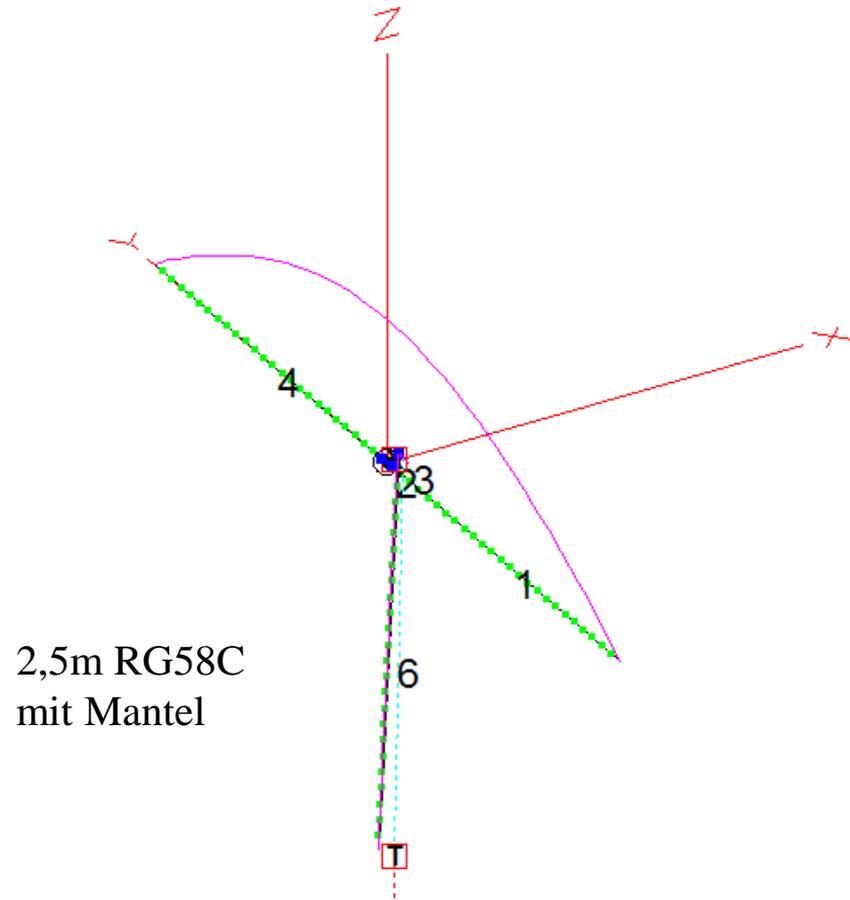
Frequency = 29,1 MHz
Impedance = 35,98 - J 3,232 ohms
SWR (50 ohm system) = **1,401**

29,1 MHz

Cursor Az 0,0 deg.
Gain 1,73 dBi
0,0 dBmax

Wie lassen sich Mantelwellen
vermeiden?

1:1 Balun als Mantelwellensperre



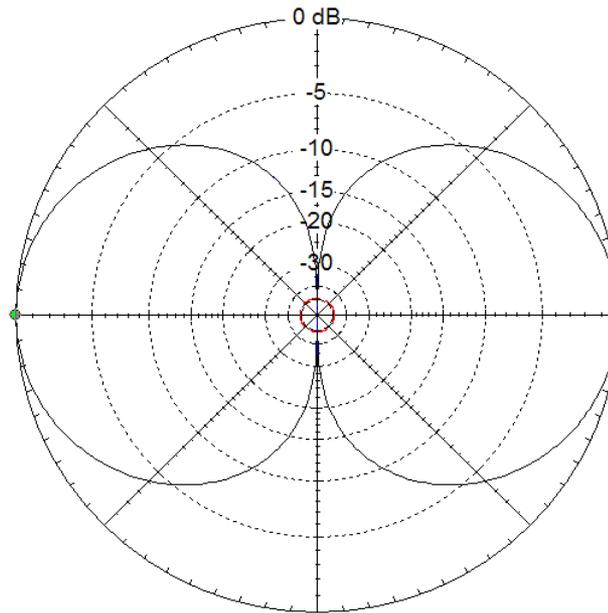
Strahlungsdiagramm mit Balun

* Total Field

Horizontal Pol

Vertical Pol

EZNEC+



Azimuth Plot
Elevation Angle 0,0 deg.
Outer Ring 1,93 dBi

Slice Max Gain 1,93 dBi @ Az Angle = 180,0 deg.
Front/Side 49,12 dB
Beamwidth 78,2 deg.; -3dB @ 140,9, 219,1 deg.
Sidelobe Gain 1,93 dBi @ Az Angle = 0,0 deg.
Front/Sidelobe 0,0 dB

Frequency = 29,1 MHz

Impedance = 45,19 + J 15,73 ohms

SWR (50 ohm system) = **1,411**

29,1 MHz

Cursor Az 180,0 deg.
Gain 1,93 dBi
0,0 dBmax

Klassische Mantelwellensperre

$X_L = 500 \text{ Ohm}$

$R = 10 \text{ Ohm}$

0,04 db Verlust

1 W bei 1 kW

$X_L = 500 \text{ Ohm}$

$R = 500 \text{ Ohm}$

0,09 db Verlust

20 W bei 1 kW

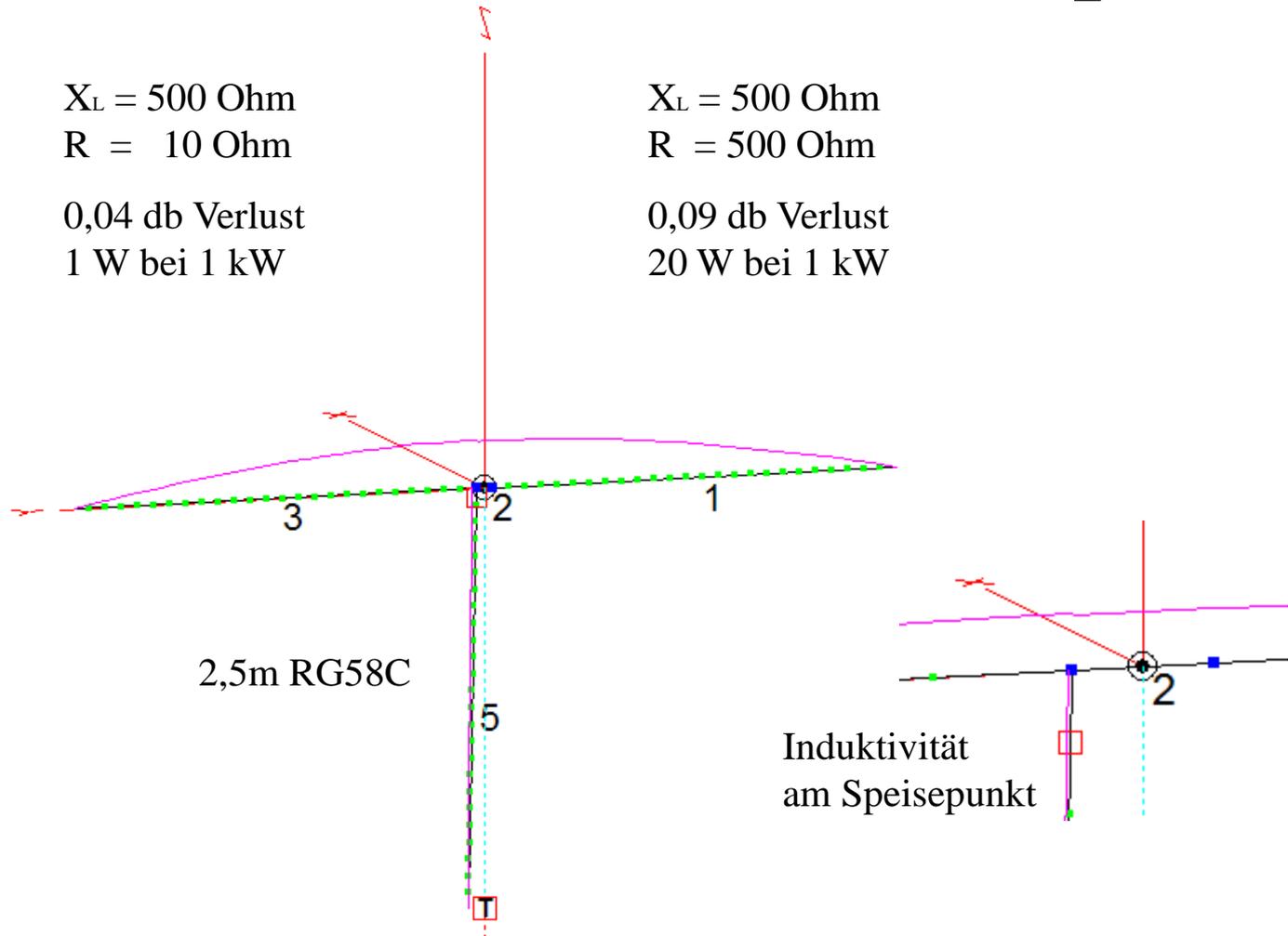


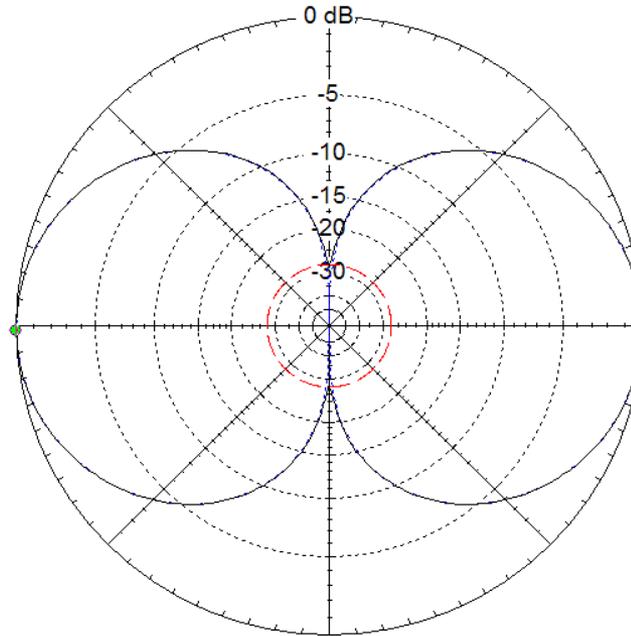
Diagramm mit Mantelwellensperre

* Total Field

Horizontal Pol

Vertical Pol

EZNEC+



Azimuth Plot
Elevation Angle 0,0 deg.
Outer Ring 1,92 dBi

Slice Max Gain 1,92 dBi @ Az Angle = 181,0 deg.
Front/Side 27,28 dB
Beamwidth 78,3 deg.; -3dB @ 141,6, 219,9 deg.
Sidelobe Gain 1,92 dBi @ Az Angle = 359,0 deg.
Front/Sidelobe 0,0 dB

----- SOURCE DATA -----

Frequency = 29,1 MHz

Impedance = $43,51 + J 16,03$ ohms

SWR (50 ohm system) = **1,446**

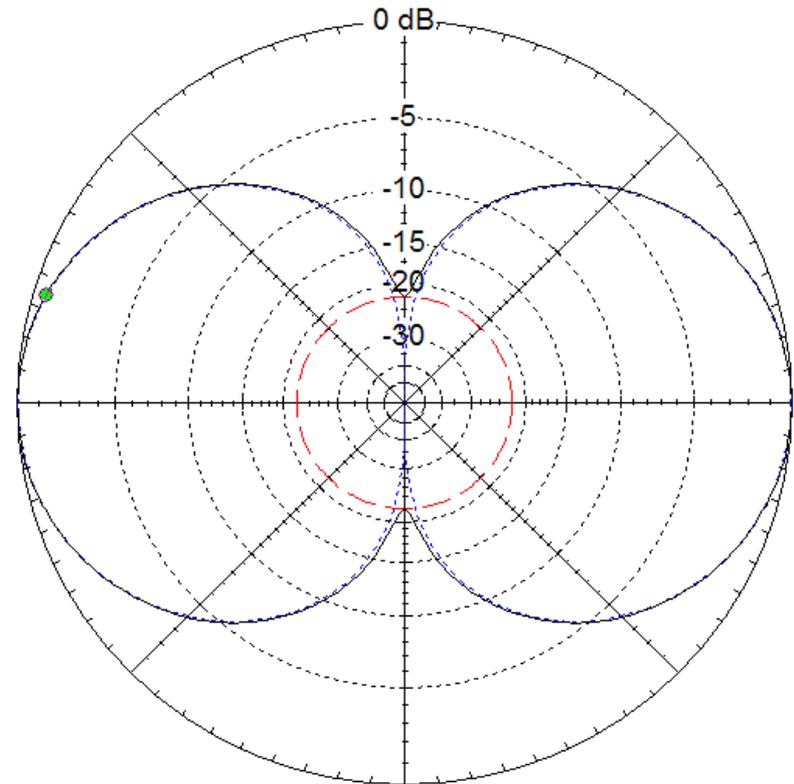
29,1 MHz

Cursor Az 181,0 deg.
Gain 1,92 dBi
0,0 dBmax

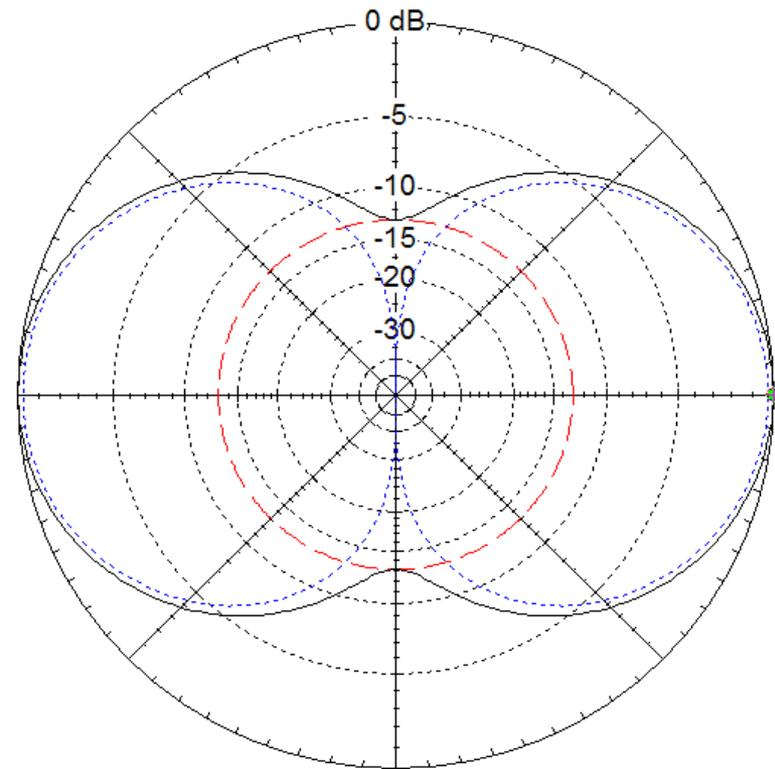
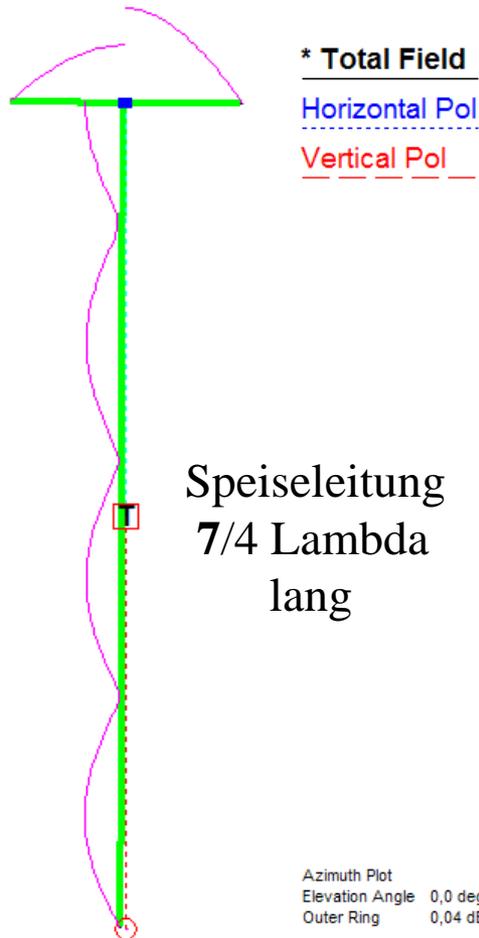
Dipol mit „langer“ Speiseleitung ohne Mantelwellensperre



Speiseleitung
 $6/4$ Lambda
lang

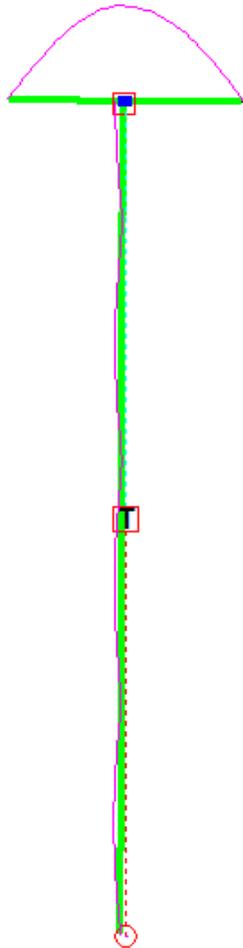


Dipol mit „langer“ Speiseleitung ohne Mantelwellensperre



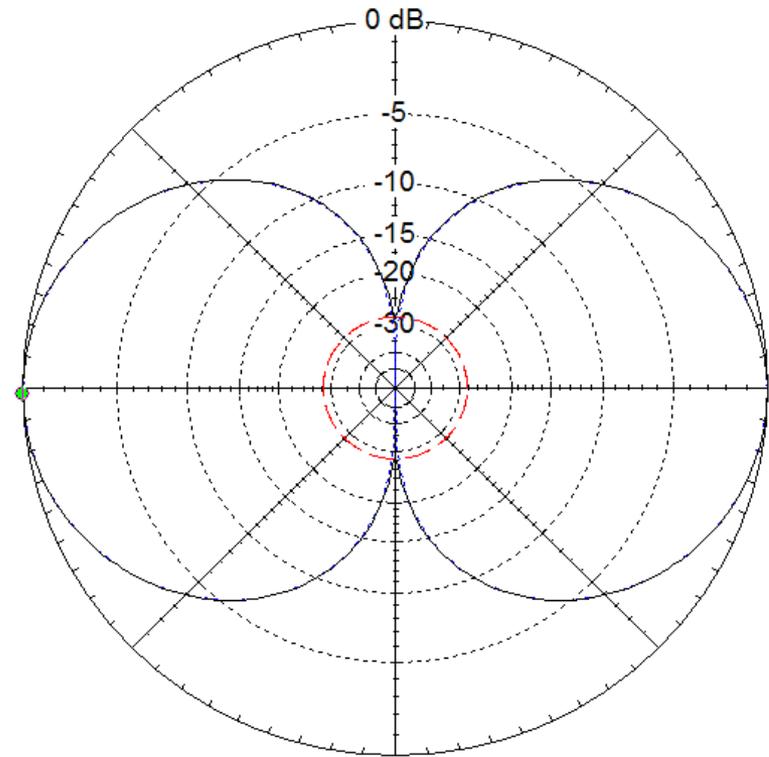
Azimuth Plot
Elevation Angle 0,0 deg.
Outer Ring 0,04 dBi

Dipol mit langer Speiseleitung mit Sperre am Speisepunkt



* Total Field
Horizontal Pol
Vertical Pol

Speiseleitung
 $7/4$ Lambda
lang



Azimuth Plot
Elevation Angle 0.0 deg.
Outer Ring 0,64 dBi

Kann man
Mantelwellenunterdrückung
„von unten“ nachrüsten?

Dipol mit langer Speiseleitung mit gut platzierter Sperre



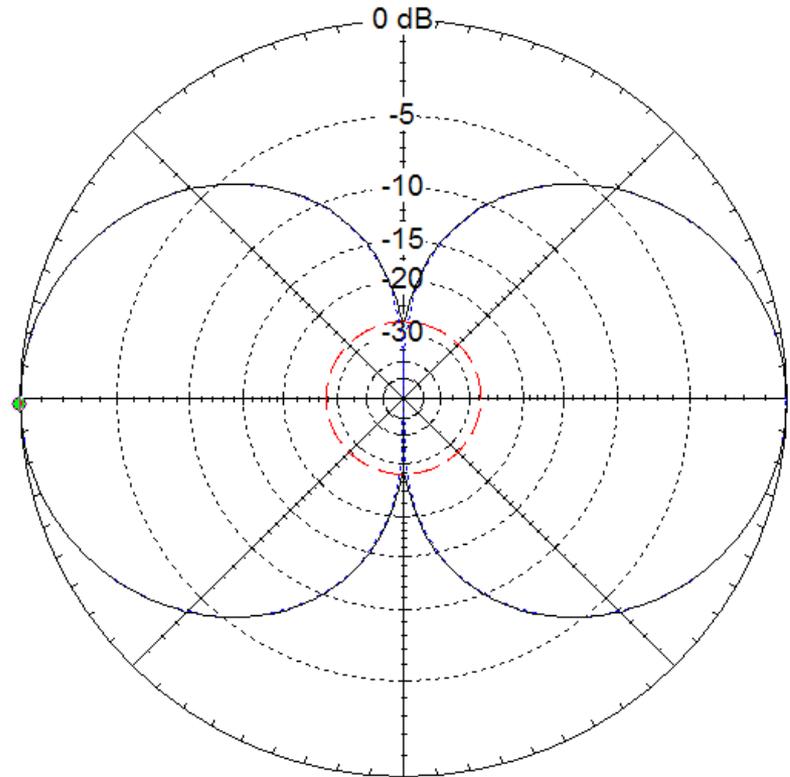
* Total Field

Horizontal Pol

Vertical Pol

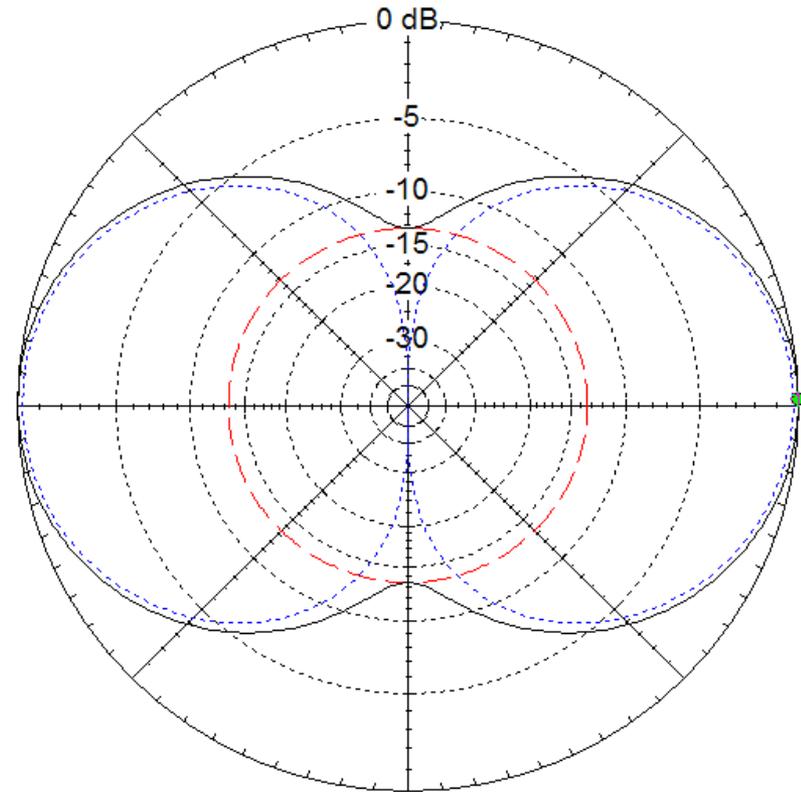
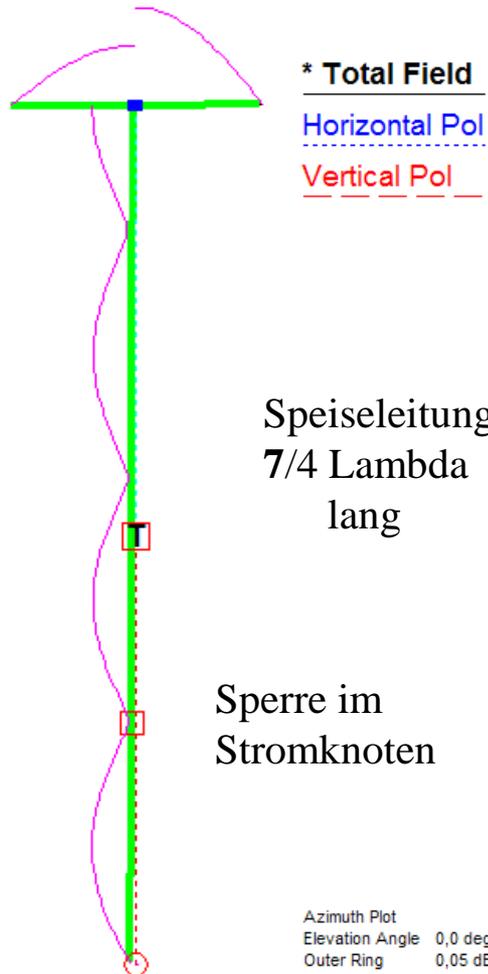
Speiseleitung
7/4 Lambda
lang

Sperre im
Strombauch

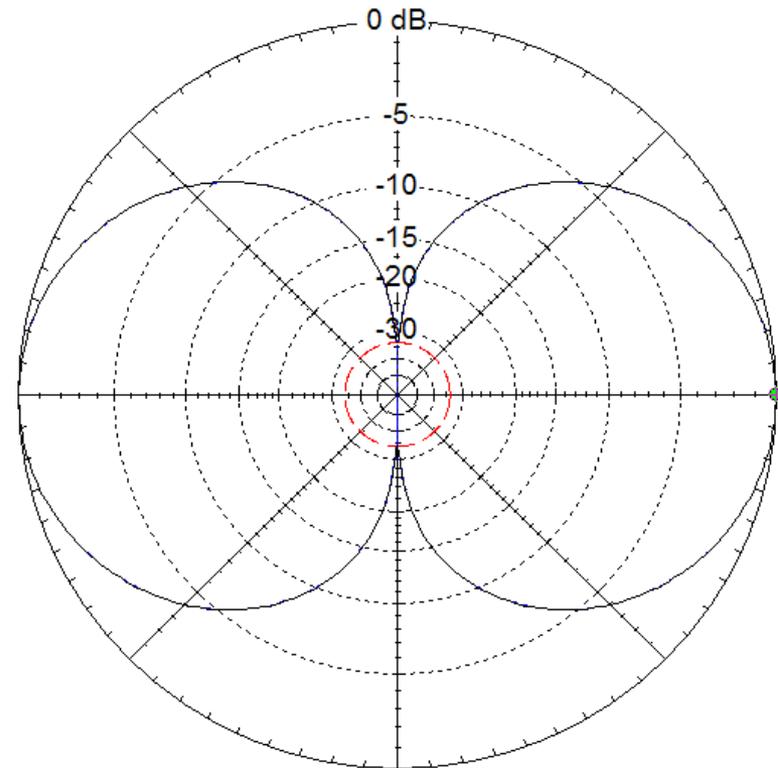
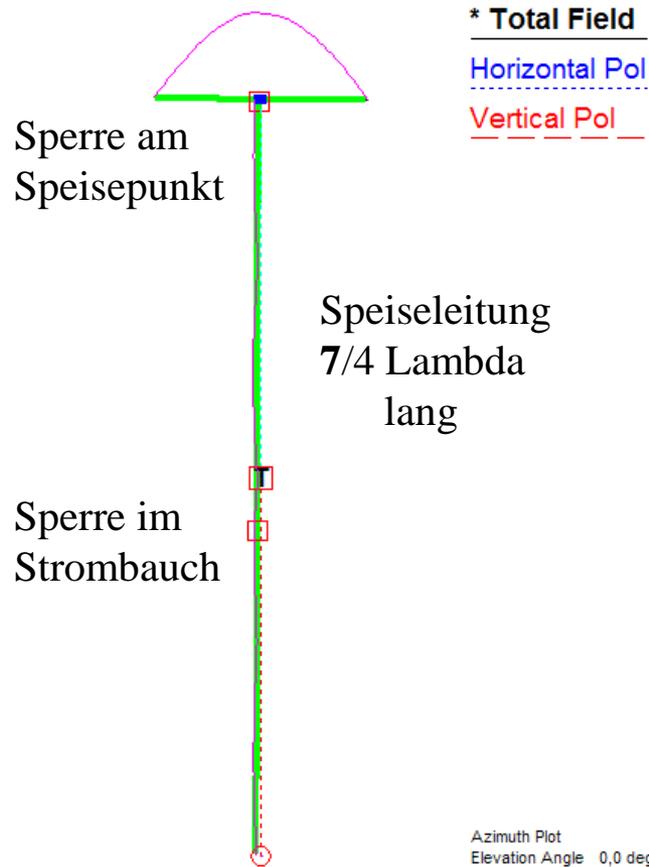


Azimuth Plot
Elevation Angle 0,0 deg.
Outer Ring 0,61 dBi

Dipol mit langer Speiseleitung mit Sperre an der falschen Stelle



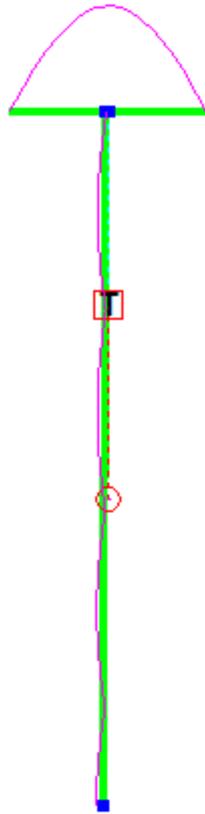
Dipol mit langer Speiseleitung mit doppelter Mantelwellensperre



Azimuth Plot
Elevation Angle 0,0 deg.
Outer Ring 0,65 dBi

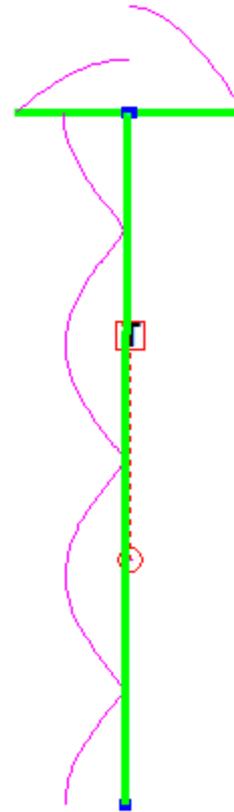
Kann man Mantelwellen durch
Erdung der Speiseleitung
verhindern?

Mantelwellenunterdrückung durch Erdung der Speiseleitung



Erdung nach ungradzahligen
Vielfachen von $\frac{1}{4}$ Lambda

Optimum bei
Erdung im
Stromknoten

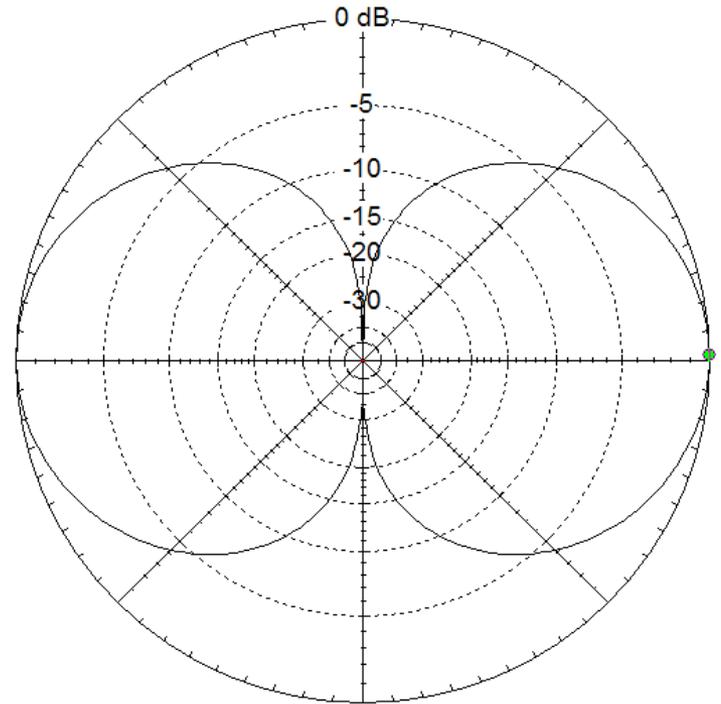
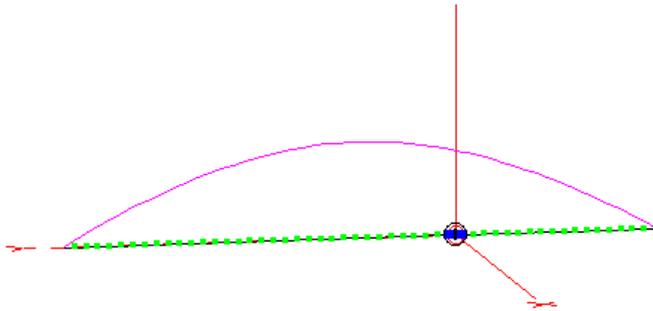


Erdung nach gradzahligen
Vielfachen von $\frac{1}{4}$ Lambda

Welche Auswirkungen auf
Mantelwellen hat dezentrale
Einspeisung?

Direkt gespeiste Windom

Frequency = 29,7 MHz

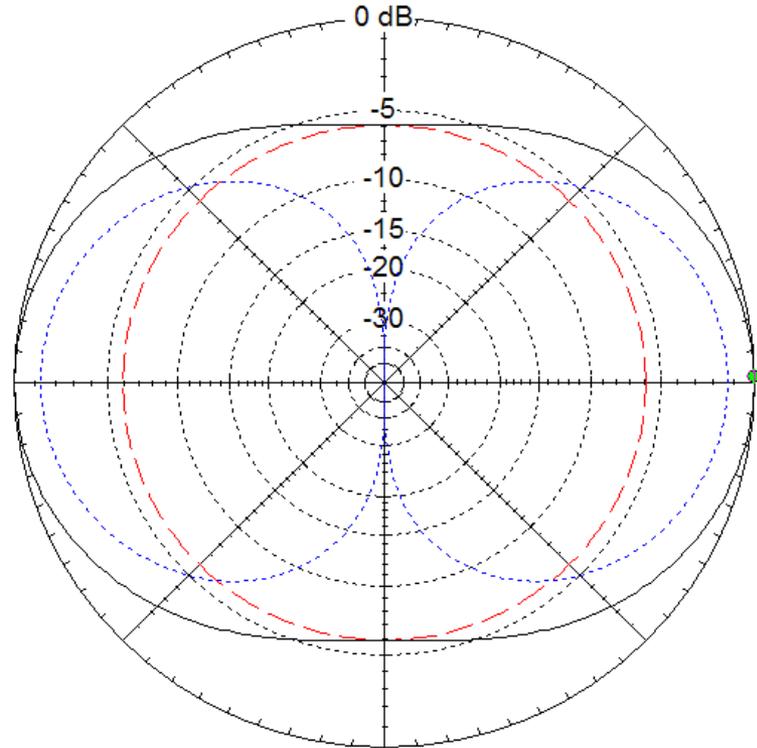
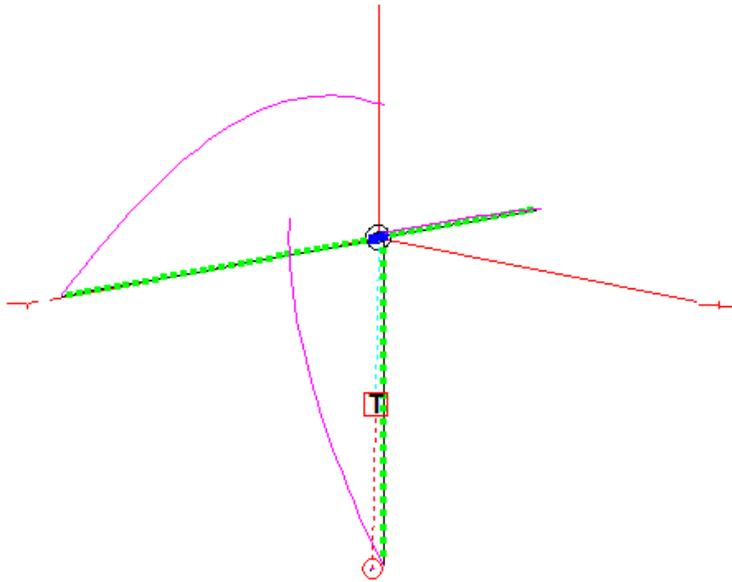


Impedance = $93,7 - j 0,86$ ohms

SWR (90) = 1,04

Gain = 2.13 db

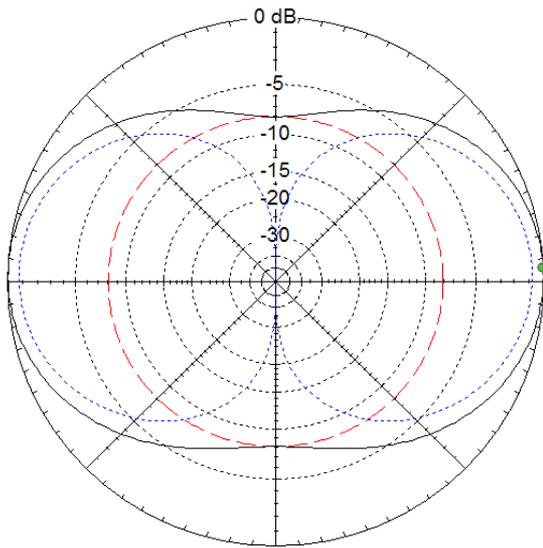
Windom mit $\frac{1}{4}$ Lambda SL



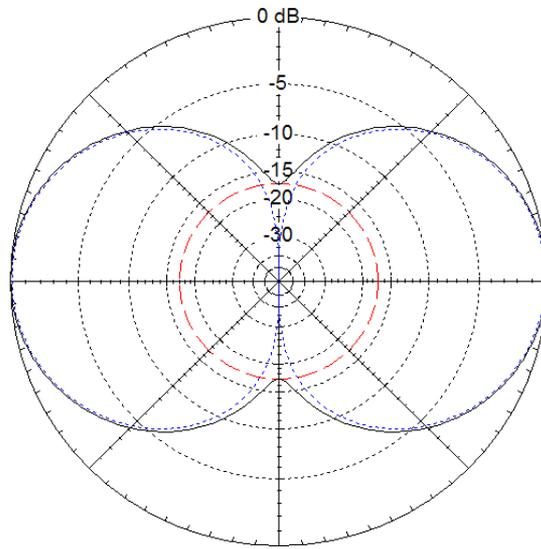
Impedance = $9,211 - j 29,9$ ohms
SWR (90) = 10,8
Gain = 1,77 db

Windom mit $\frac{1}{4}$ Lambda SL und Sperre

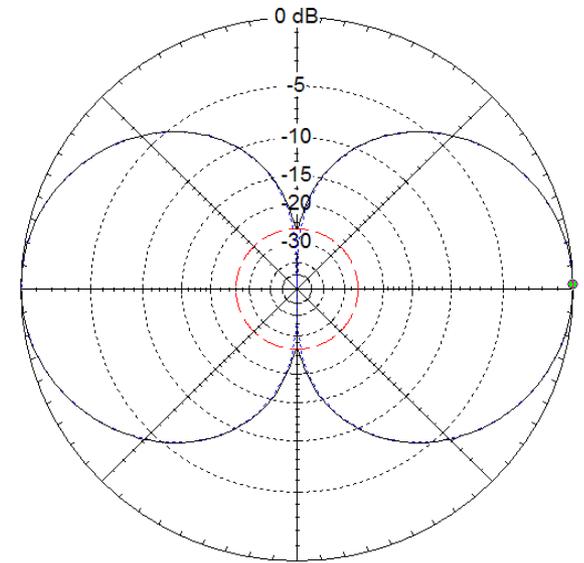
$X_L = 500 \text{ Ohm}$



$X_L = 1000 \text{ Ohm}$



$X_L = 2000 \text{ Ohm}$

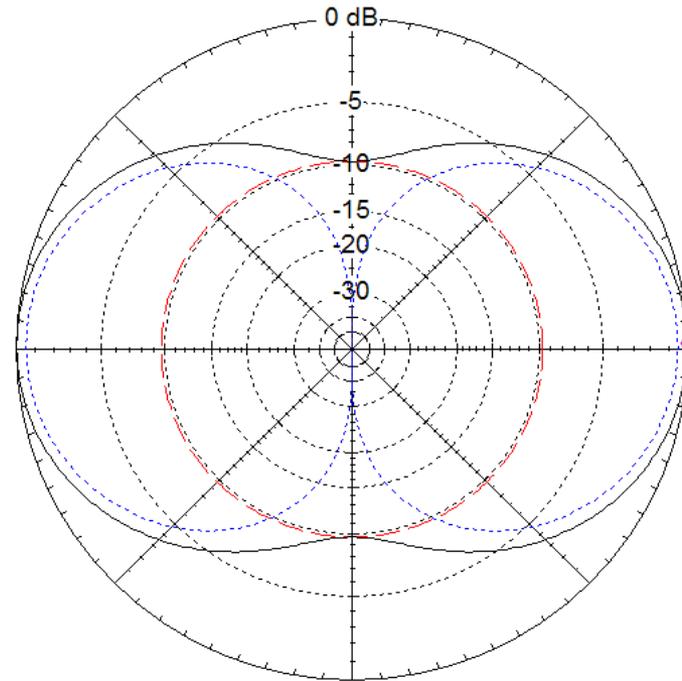
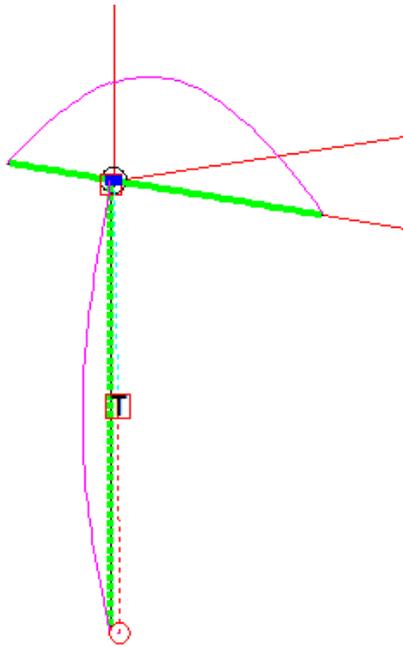


Gain = 1,9 dbi
Impedance = $11,55 + j 19,28$
SWR(90) = 8.15

Gain = 2,1 dbi
Impedance = $43,08 + j 37,34$
SWR(90) = 2,53

Gain = 2,15 dbi
Impedance = $74,44 + j 29,06$
SWR(90) = 1,49

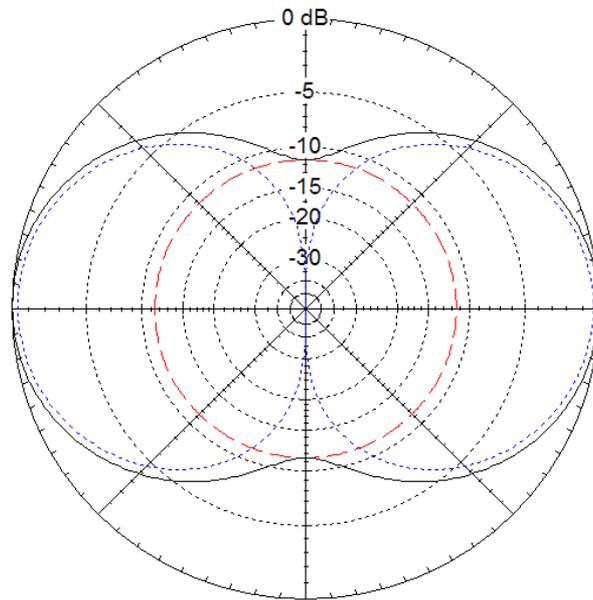
Windom mit $\frac{1}{2}$ Lambda SL



Gain = 2,15 dbi
Impedance = $82,2 + J 8,478$
SWR (90) = 1,14

Windom mit $\frac{1}{2}$ Lambda SL und Sperre

$X_L = 2000 \text{ Ohm}$



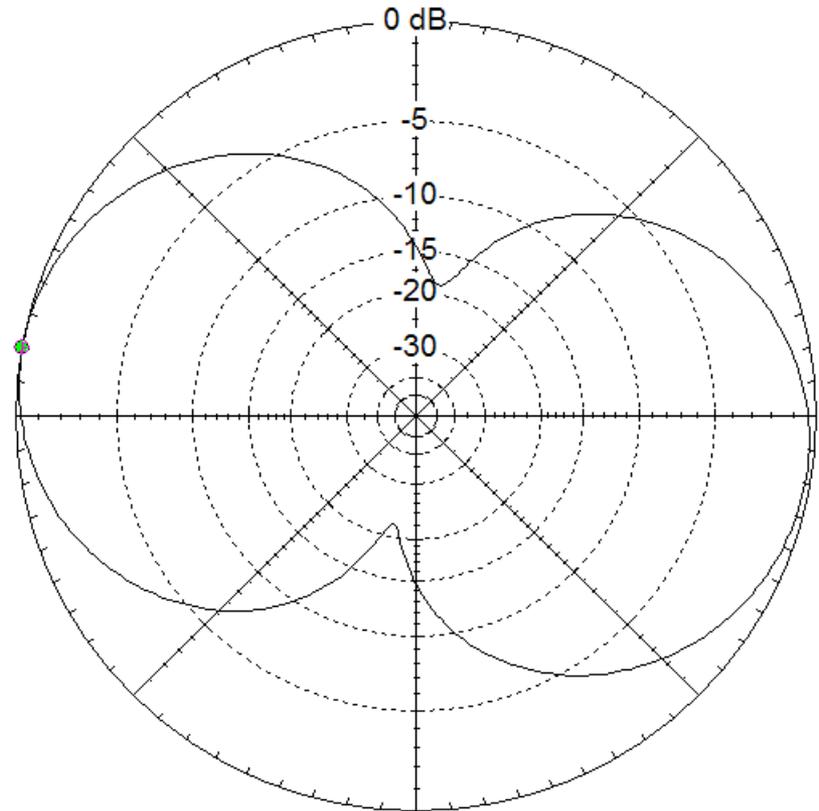
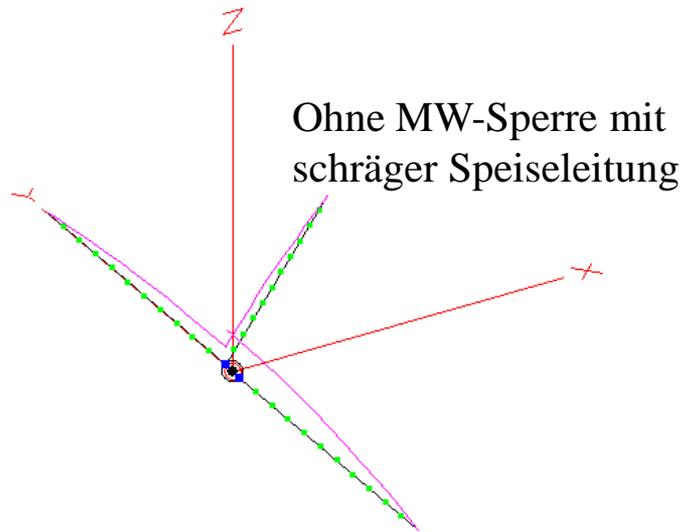
Gain = 2,29 dbi
Impedance = $80,59 + j 23,4$
SWR (90) = 1,34

Kann ein Dipol schielen?

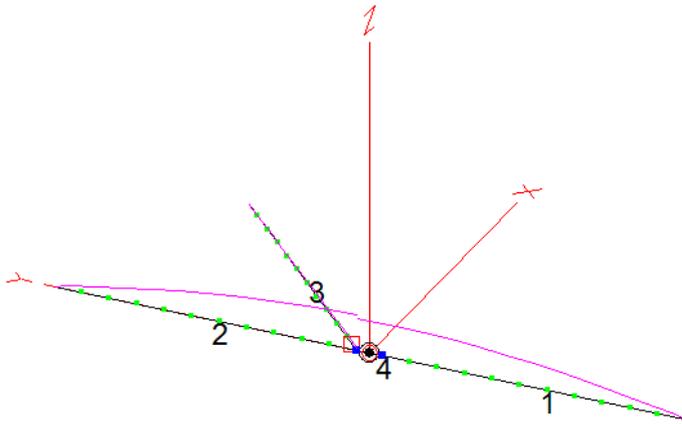
Wenn ja,

gibt es eventuell eine Brille?

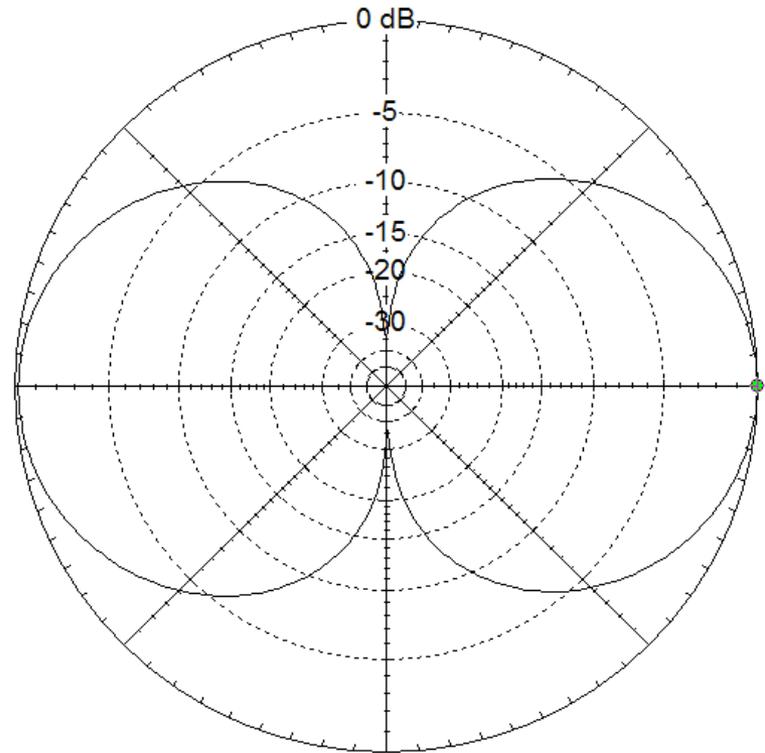
Schielender Dipol



Rolle statt Brille

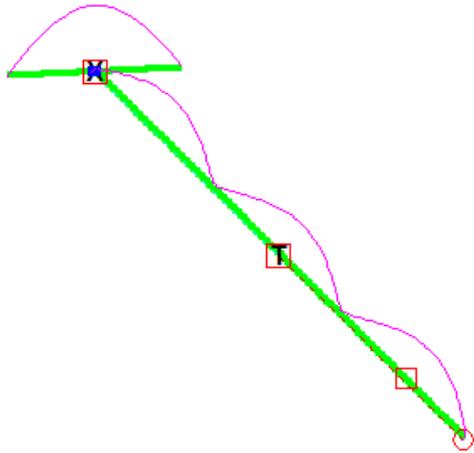


Mit MW-Sperre und
schräger Speiseleitung

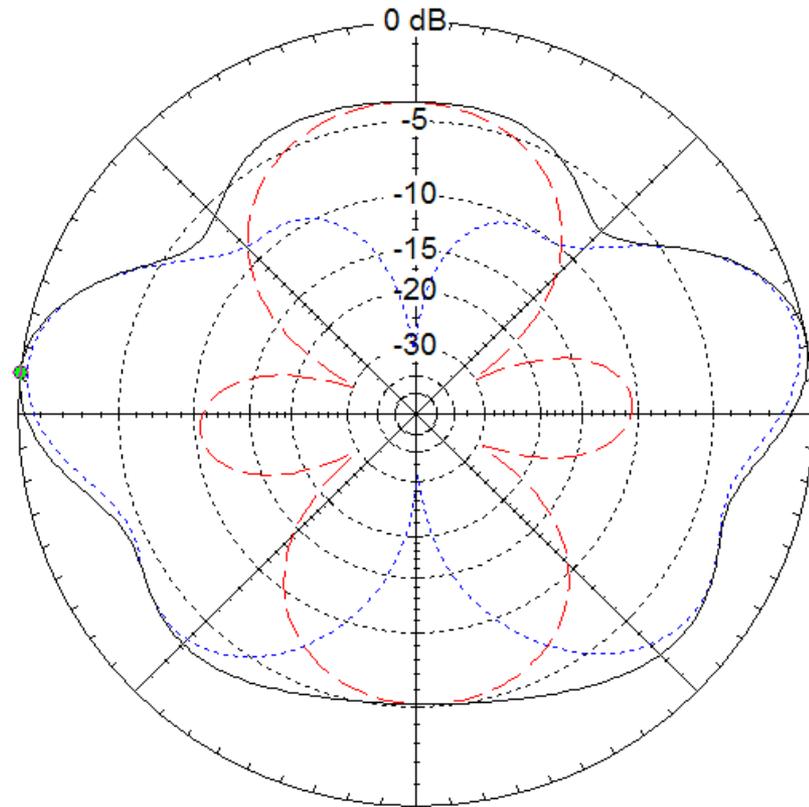


Bin ich mit einem guten Balun
vor Mantelwellen sicher?

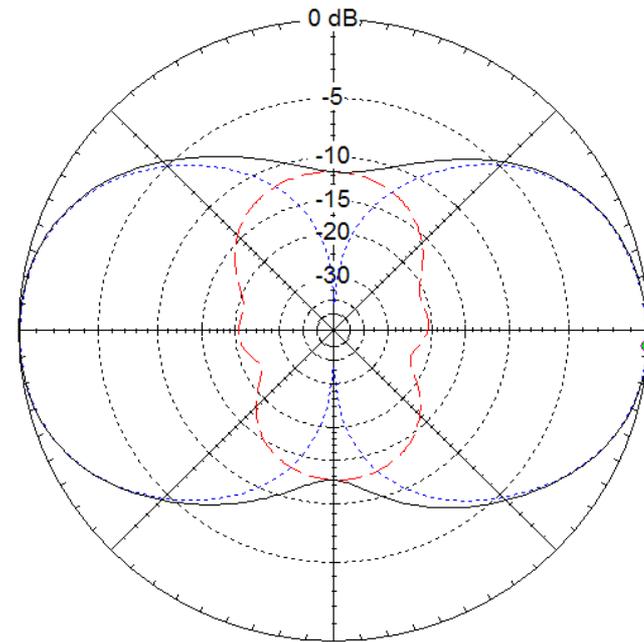
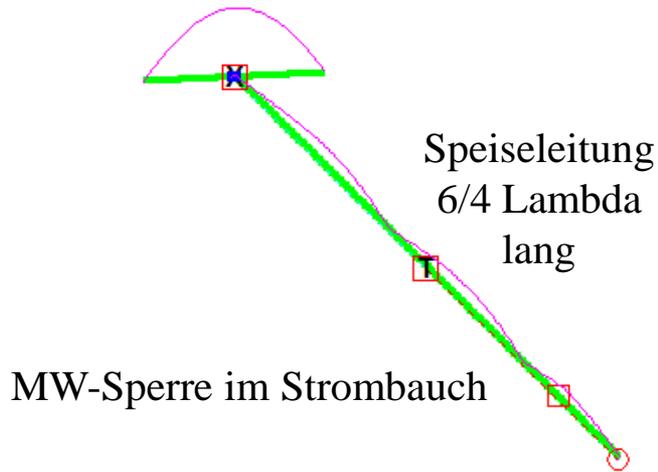
Mantelwellen trotz Balun



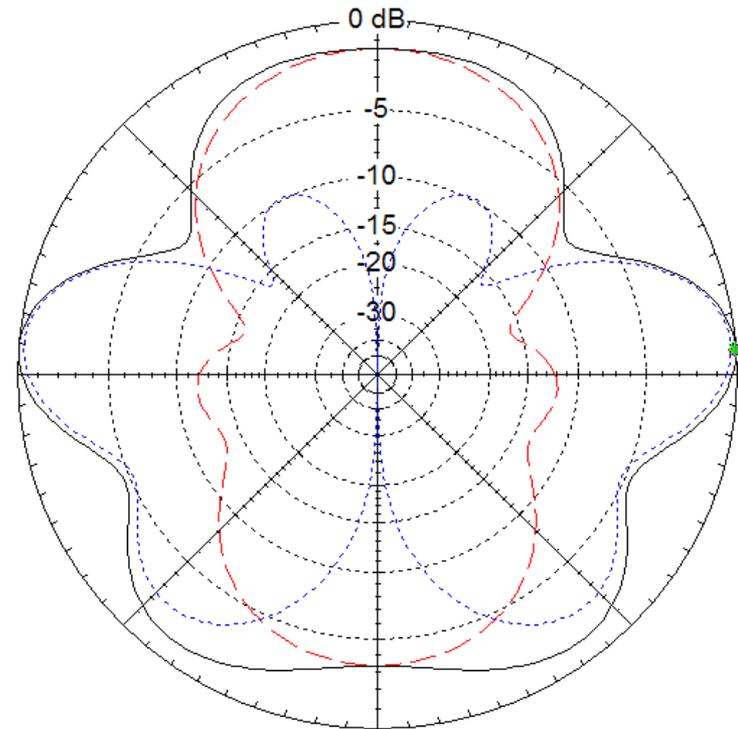
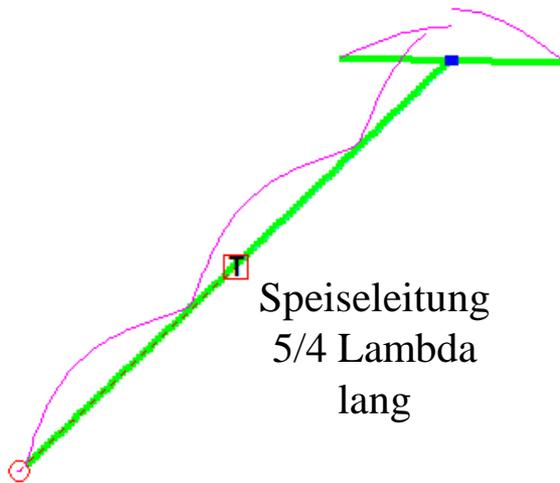
Dipol mit 1:1 Balun und
6/4 Lambda Speiseleitung
(schräg) ohne MW-Sperre



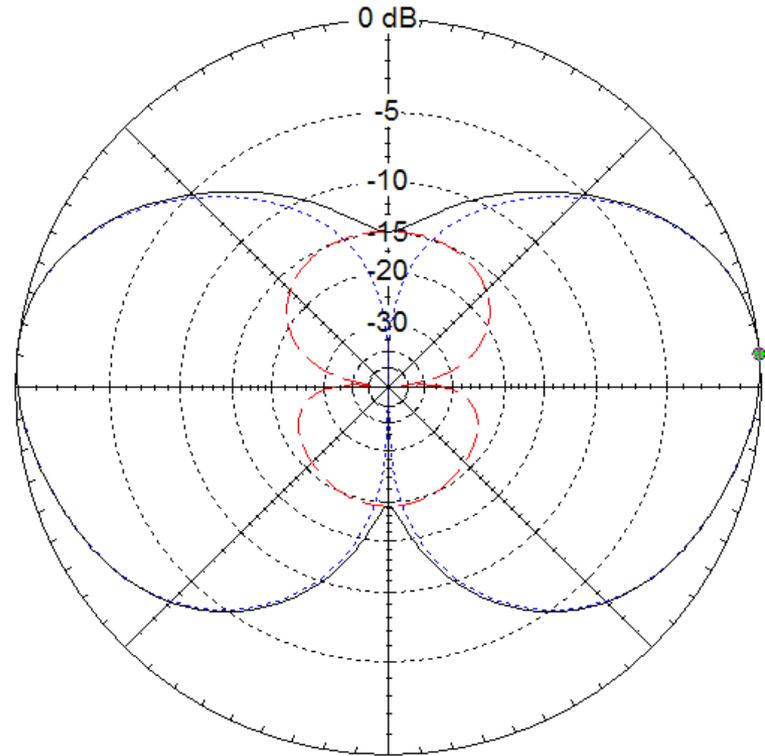
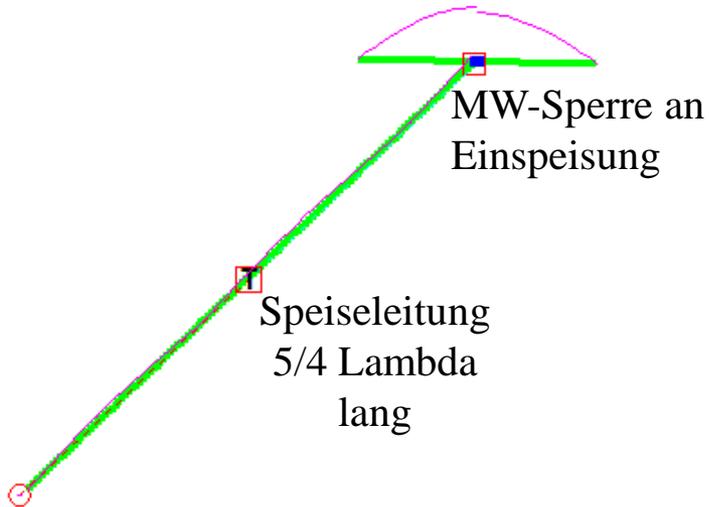
Balun plus MW-Sperre am richtigen Ort



Mantelwellen ohne Sperre bei schräger Speiseleitung



Schräge Speiseleitung mit Sperre



Schlussfolgerungen

- Mantelwellen entstehen durch Asymmetrien oder Einstrahlung auf die SL
- Mantelwellen ändern sich mit Länge der SL
- Bei Mantelwellen ändert sich das SWR mit der Länge der SL
- Mantelwellen machen die SL zur Antenne
- Mantelwellen ändern das Strahlungsdiagramm
- Mantelwellen erhöhen das RFI-Risiko

Maßnahmen

- Antenne symmetrisch einspeisen
- SL symmetrisch wegführen
- Einspeisung über 1:1 Balun
- „Kabeldrossel“ ($X_L > 500 \text{ Ohm}$) an Einspeisung
- „Kabeldrossel“ an geeigneter Stelle in der SL
- Ferritringe ($X_L > 500 \text{ Ohm}$) an Einspeisung
- Ferritringe an geeigneter Stelle in der SL
- MW-Sperren an Einspeisung und auf der SL
- Geschickte Erdung der SL
- Geschickte Wahl der SL-Länge

zum guten Schluss
ein paar Beispiele
aus der Praxis

Baluns

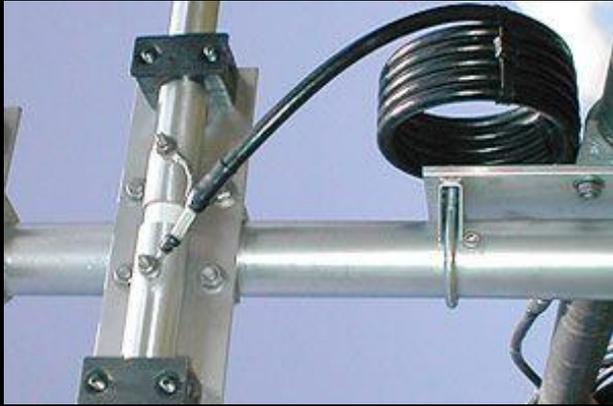


Mantelwellensperren



Fig 37 - Coaxial Chokes Wound to Minimize Capacitance and Inductance

Kabeldrosseln



Aus „K1TTT Technical References“ Messungen an Kabeldrosseln

	6 Turns 4-1/4 in sngl layer		12 Turns 4-1/4 in sngl layer		4 Turns 6-5/8 in sngl layer		8 Turns 6-5/8 in sngl layer		8 Turns 6-5/8 in bunched		Ferrite beads (Aztec)	
Frequency	Mag	Phase	Mag	Phase	Mag	Phase	Mag	Phase	Mag	Phase	Mag	Phase
1.00E+06	26	88.1	65	89.2	26	88.3	74	89.2	94	89.3	416	78.1
2.00E+06	51	88.7	131	89.3	52	88.8	150	89.3	202	89.2	795	56.1
3.00E+06	77	88.9	200	89.4	79	89.1	232	89.3	355	88.9	1046	39.8
4.00E+06	103	89.1	273	89.5	106	89.3	324	89.4	620	88.3	1217	26.6
5.00E+06	131	89.1	356	89.4	136	89.2	436	89.3	1300	86.2	1334	14.7
6.00E+06	160	89.3	451	89.5	167	89.3	576	89.1	8530	59.9	1387	3.6
7.00E+06	190	89.4	561	89.5	201	89.4	759	89.1	2120	-81.9	1404	-5.9
8.00E+06	222	89.4	696	89.6	239	89.4	1033	88.8	1019	-85.7	1369	-15.4
9.00E+06	258	89.4	869	89.5	283	89.4	1514	87.3	681	-86.5	1295	-23.7
1.00E+07	298	89.3	1103	89.3	333	89.2	2300	83.1	518	-86.9	1210	-29.8
1.10E+07	340	89.3	1440	89.1	393	89.2	4700	73.1	418	-87.1	1123	-35.2
1.20E+07	390	89.3	1983	88.7	467	88.9	15840	-5.2	350	-87.2	1043	-39.9
1.30E+07	447	89.2	3010	87.7	556	88.3	4470	-62.6	300	-86.9	954	-42.7
1.40E+07	514	89.3	5850	85.6	675	88.3	2830	-71.6	262	-86.9	901	-45.2
1.50E+07	594	88.9	42000	44.0	834	87.5	1910	-79.9	231	-87.0	847	-48.1
1.60E+07	694	88.8	7210	-81.5	1098	86.9	1375	-84.1	203	-87.2	778	-51.8
1.70E+07	830	88.1	3250	-82.0	1651	81.8	991	-82.4	180	-86.9	684	-54.4
1.80E+07	955	86.0	2720	-76.1	1796	70.3	986	-67.2	164	-84.9	623	-45.9
1.90E+07	1203	85.4	1860	-80.1	3260	44.6	742	-71.0	145	-85.1	568	-51.2
2.00E+07	1419	85.2	1738	-83.8	3710	59.0	1123	-67.7	138	-84.5	654	-34.0
2.10E+07	1955	85.7	1368	-87.2	12940	-31.3	859	-84.3	122	-86.1	696	-49.9
2.20E+07	3010	83.9	1133	-87.8	3620	-77.5	708	-86.1	107	-85.9	631	-54.8
2.30E+07	6380	76.8	955	-88.0	2050	-83.0	613	-86.9	94	-85.5	584	-57.4
2.40E+07	15980	-29.6	807	-86.3	1440	-84.6	535	-86.3	82	-85.0	536	-58.8
2.50E+07	5230	-56.7	754	-82.2	1099	-84.1	466	-84.1	70	-84.3	485	-59.2
2.60E+07	3210	-78.9	682	-86.4	967	-83.4	467	-81.6	60	-82.7	481	-56.2
2.70E+07	2000	-84.4	578	-87.3	809	-86.5	419	-85.5	49	-81.7	463	-60.5
2.80E+07	1426	-85.6	483	-86.5	685	-87.1	364	-86.2	38	-79.6	425	-62.5
2.90E+07	1074	-85.1	383	-84.1	590	-87.3	308	-85.6	28	-75.2	387	-63.8
3.00E+07	840	-83.2	287	-75.0	508	-87.0	244	-82.1	18	-66.3	346	-64.4

Viel Nützliches
über Baluns bei:
www.w8ji.com

Viel Nützliches
über Ferrite bei:
[http://
audiosystemsgroup.com/
RFI-Ham.pdf](http://audiosystemsgroup.com/RFI-Ham.pdf)

Quelle für Ferrite:
www.dx-wire.de

Problem gelöst!



Herzlichen Dank
für
Ihre Geduld

