

# 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

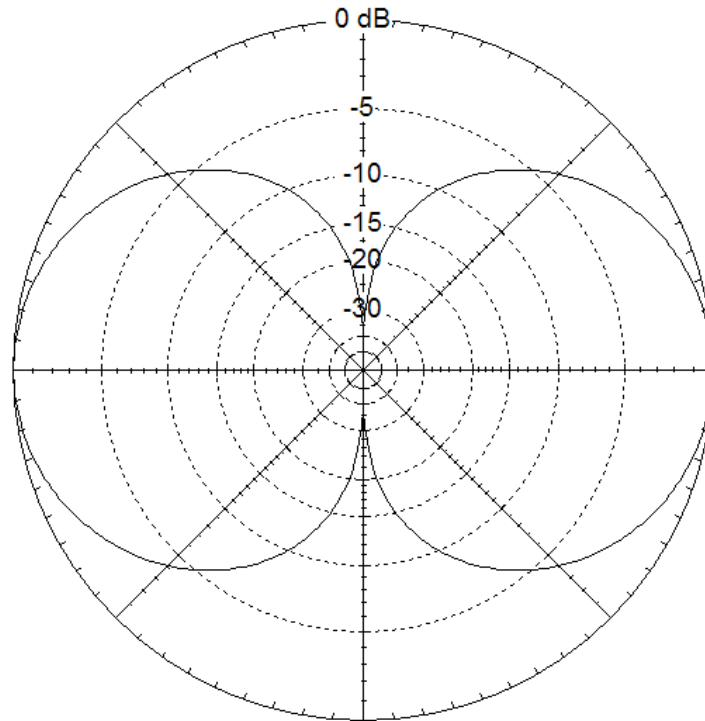
Was sagt EZNEC 5.0 zu  
Mantelwellen?



# 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**

Cursor Az 0,0 deg.  
Gain 2,14 dBi  
0,0 dBmax

29,1 MHz





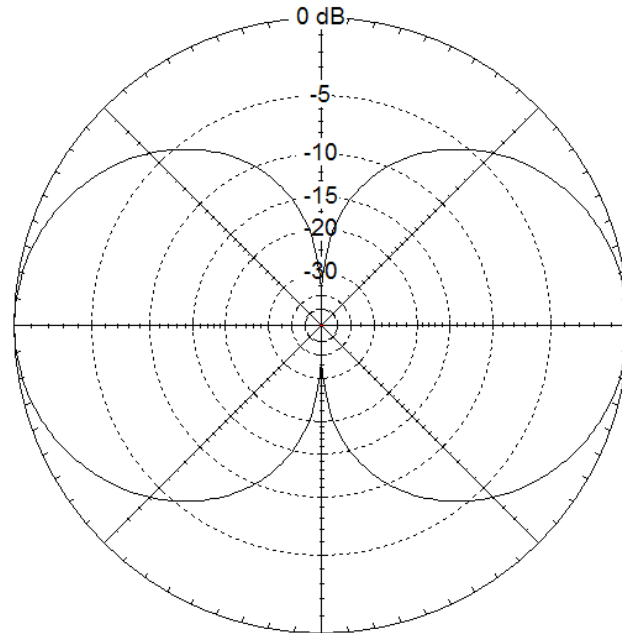
# Strahlungsdiagramm dazu

\* 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**

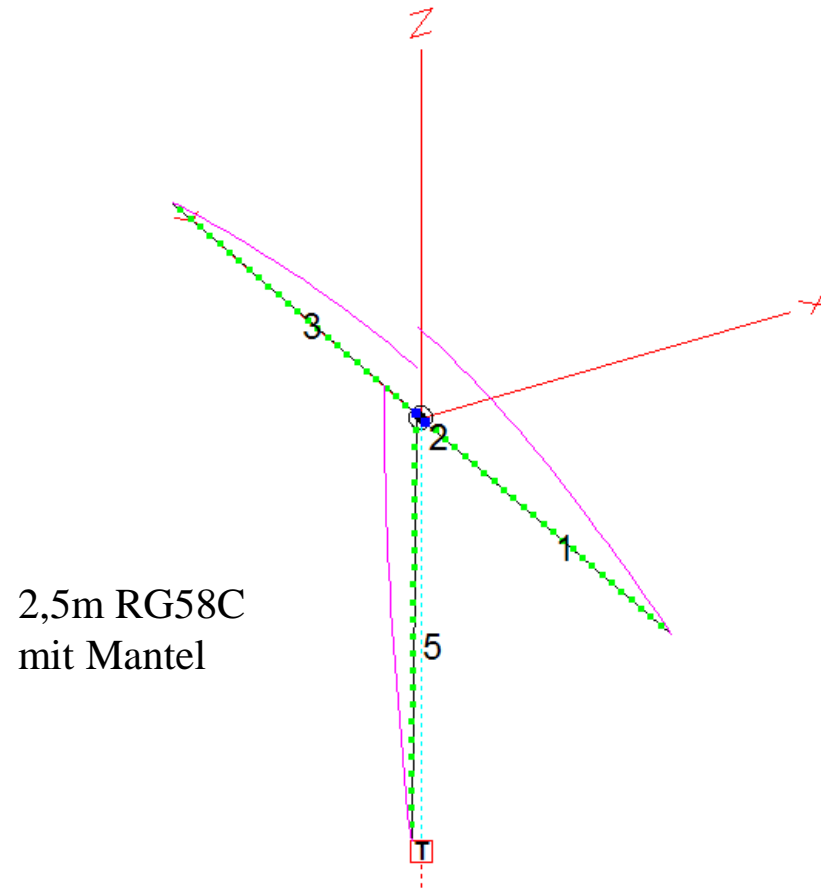
29,1 MHz

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

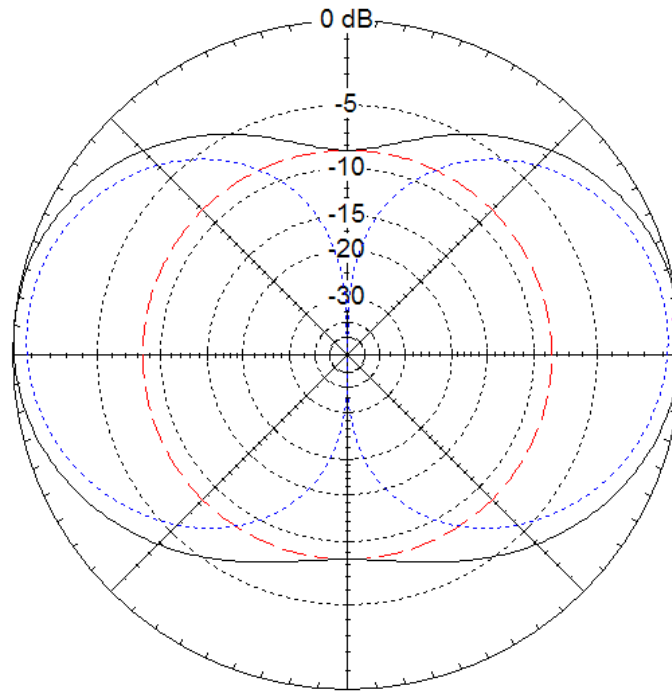
# Auswirkungen auf das Diagramm

\* 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

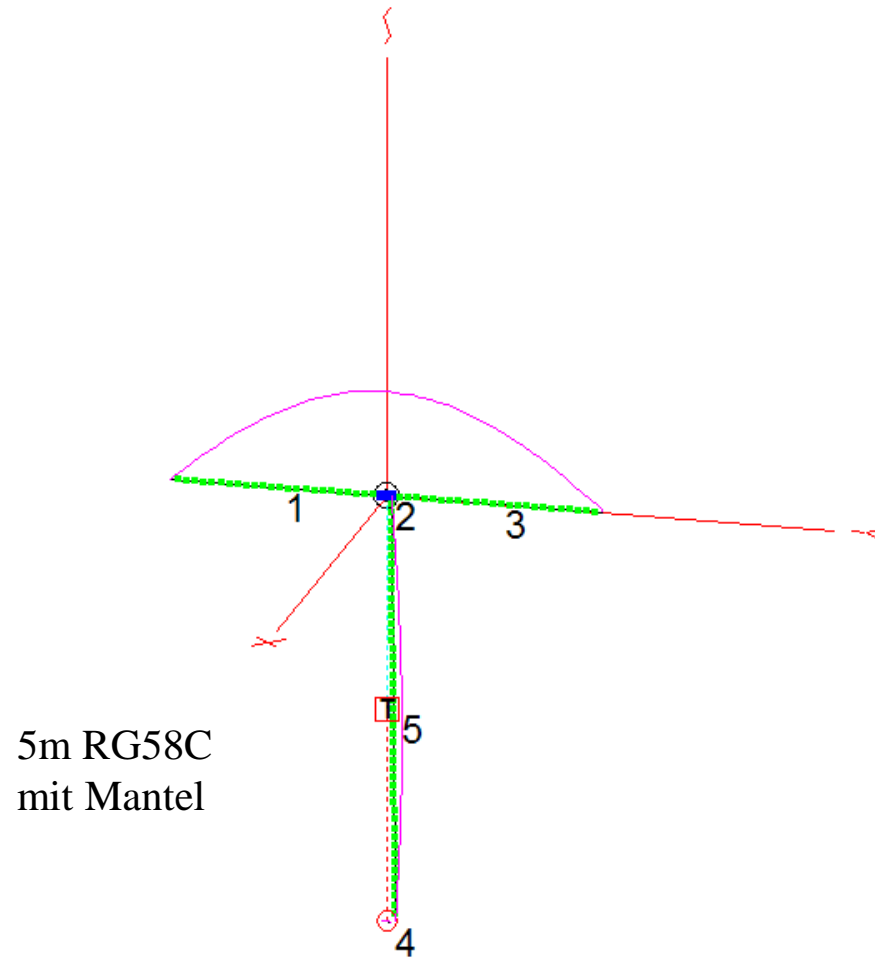
Impedance = 50,83 + J 0,05681 ohms

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



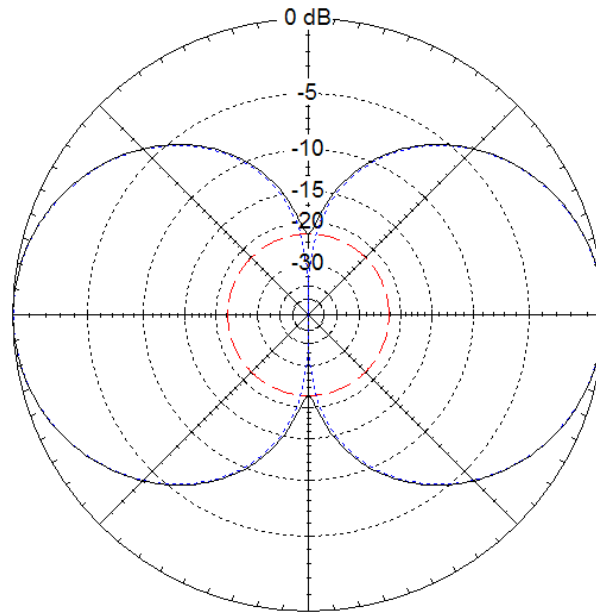
# Strahlungsdiagramm dazu

\* 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 -----

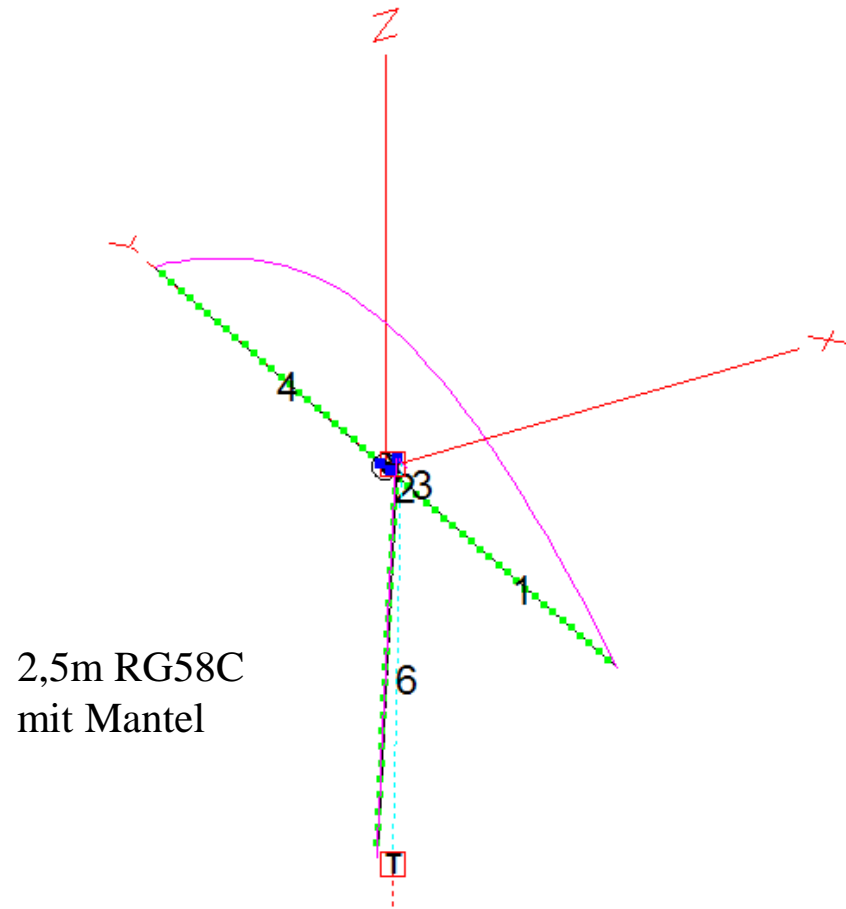
Frequency = 29,1 MHz  
Impedance = 35,98 - J 3,232 ohms  
SWR (50 ohm system) = **1,401**

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





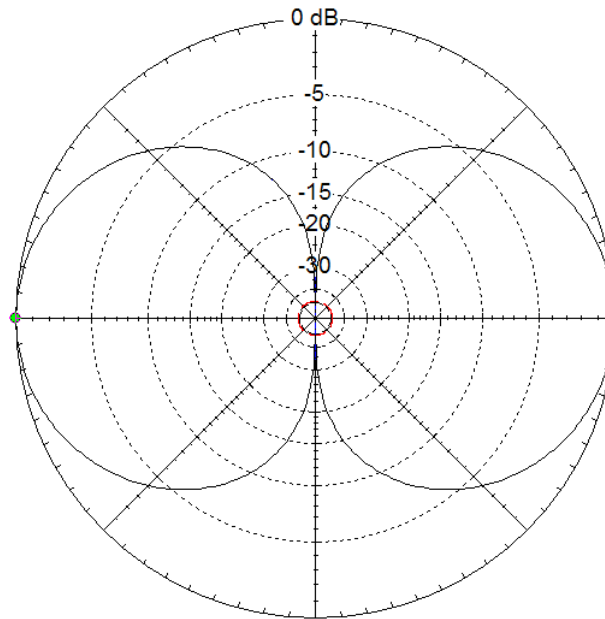
# Strahlungsdiagramm mit Balun

\* 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

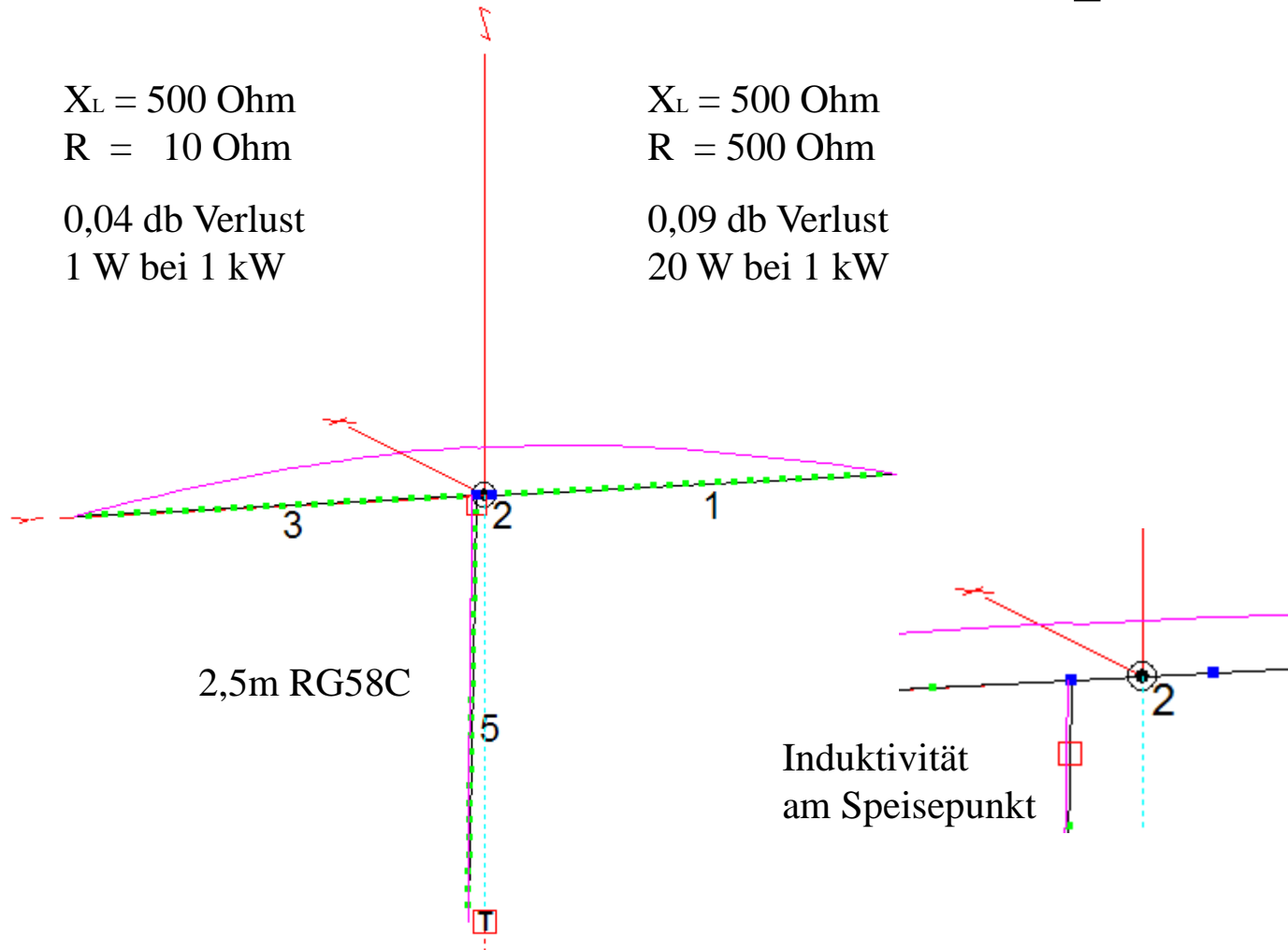
1 W bei 1 kW

$X_L = 500 \text{ Ohm}$

$R = 500 \text{ Ohm}$

0,09 db Verlust

20 W bei 1 kW



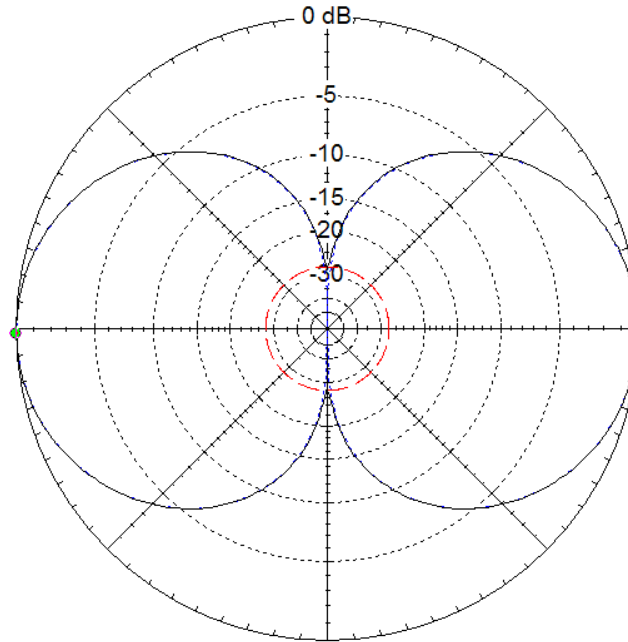
# Diagramm mit Mantelwellensperre

\* 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

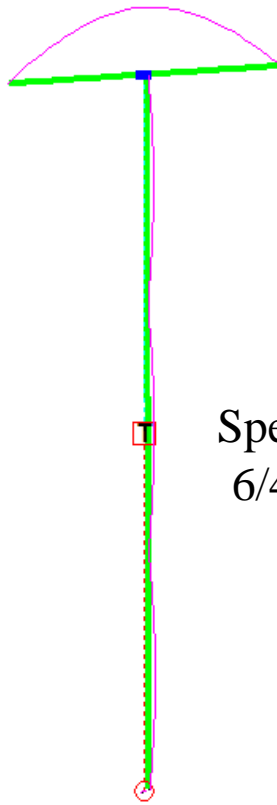
Impedance =  $43,51 + J 16,03$  ohms

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

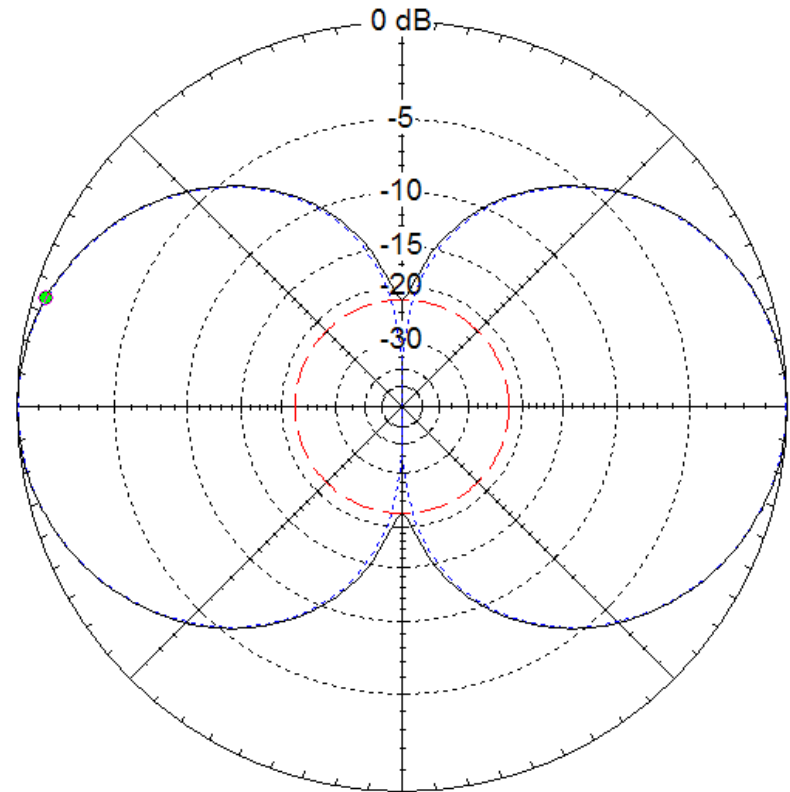
29,1 MHz

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

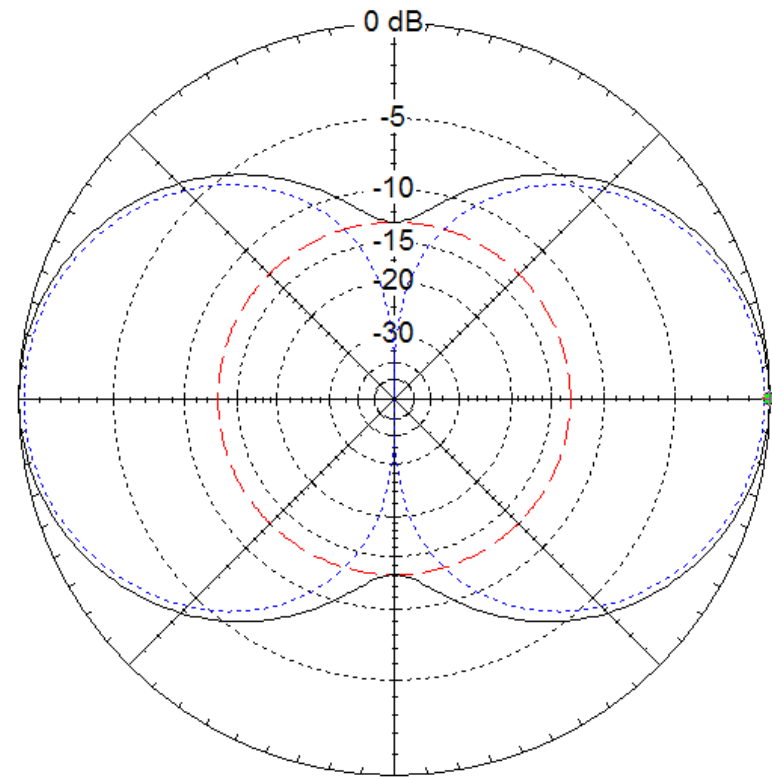
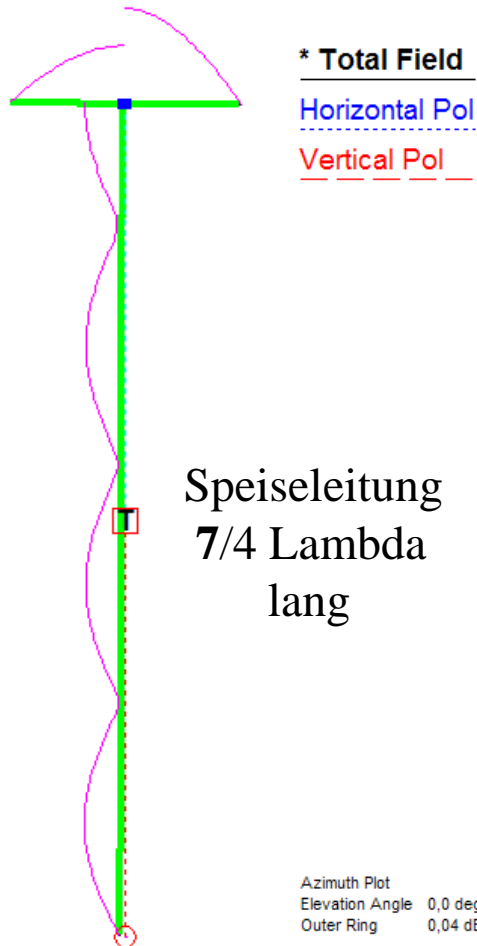
# Dipol mit „langer“ Speiseleitung ohne Mantelwellensperre



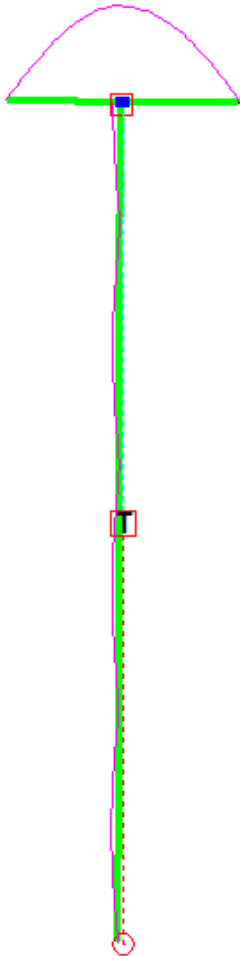
Speiseleitung  
 $6/4$  Lambda  
lang



# Dipol mit „langer“ Speiseleitung ohne Mantelwellensperre

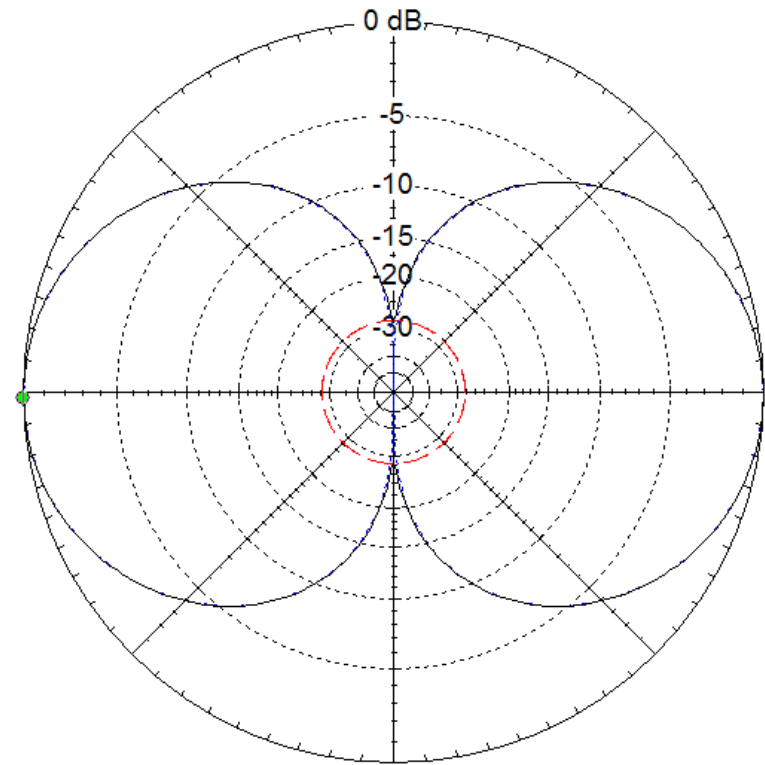


# Dipol mit langer Speiseleitung mit Sperre am Speisepunkt



\* Total Field  
Horizontal Pol  
Vertical Pol

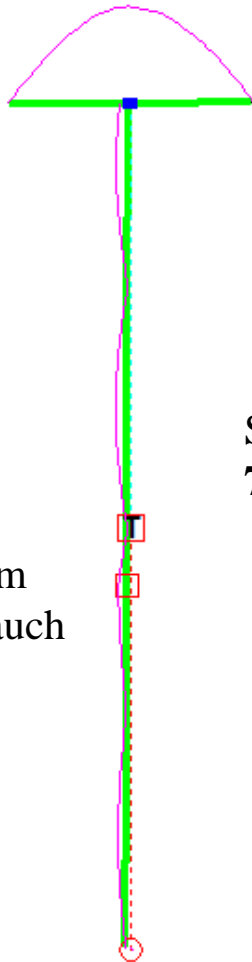
Speiseleitung  
7/4 Lambda  
lang



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

Kann man  
Mantelwellenunterdrückung  
„von unten“ nachrüsten?

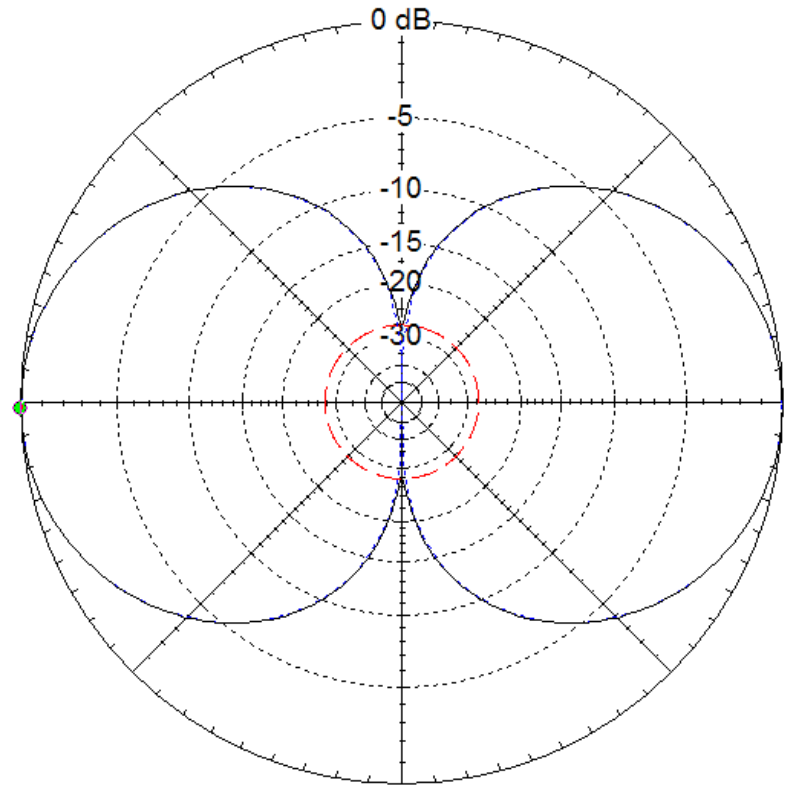
# Dipol mit langer Speiseleitung mit gut platzierter Sperre



\* **Total Field**  
Horizontal Pol  
Vertical Pol

Speiseleitung  
7/4 Lambda  
lang

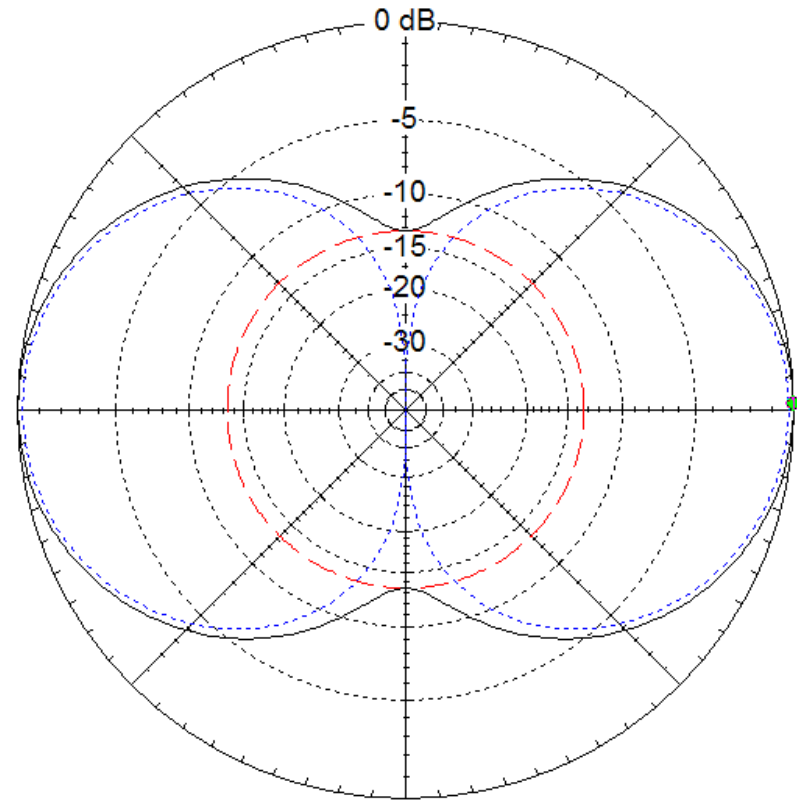
Sperre im  
Strombauch



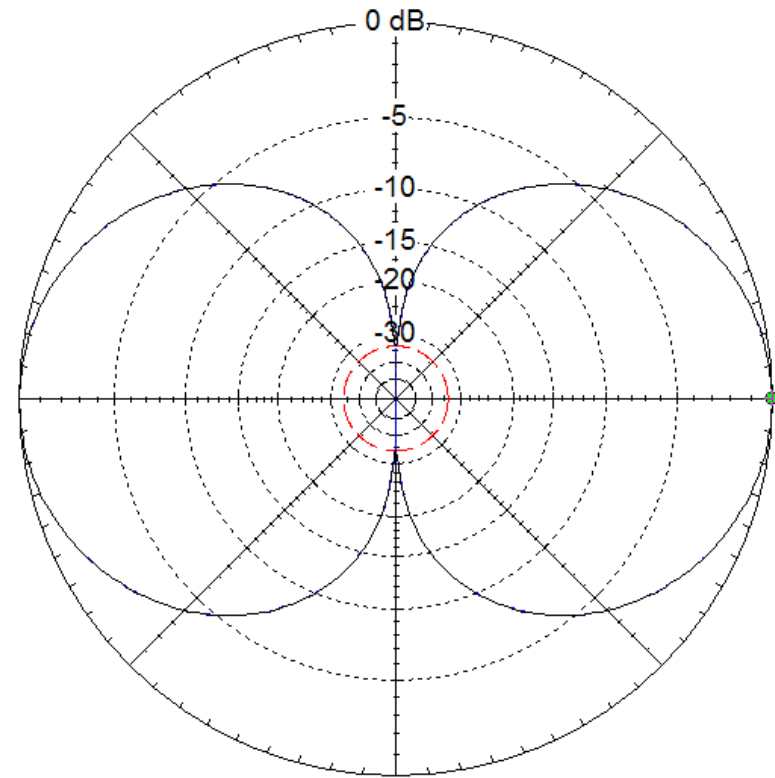
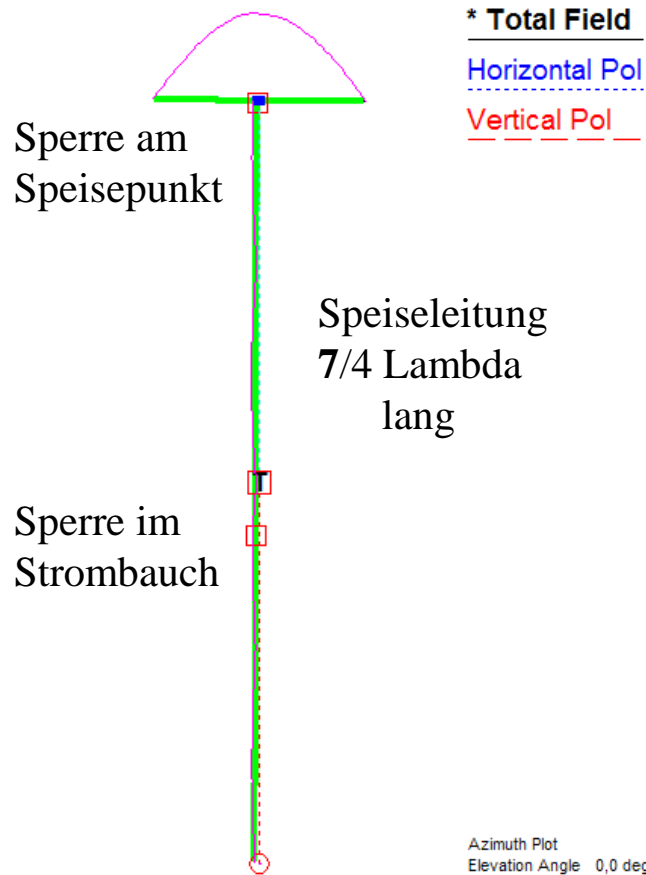
Azimuth Plot  
Elevation Angle 0,0 deg.  
Outer Ring 0,61 dBi



# Dipol mit langer Speiseleitung mit Sperre an der falschen Stelle



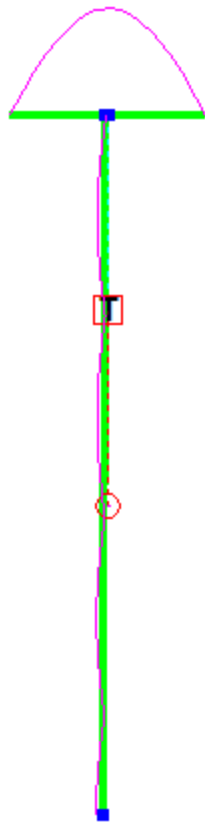
# Dipol mit langer Speiseleitung mit doppelter Mantelwellensperre



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

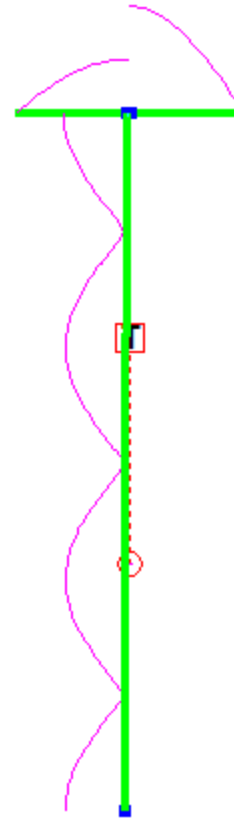
Kann man Mantelwellen durch  
Erdung der Speiseleitung  
verhindern?

# Mantelwellenunterdrückung durch Erdung der Speiseleitung



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

Optimum bei Erdung im Stromknoten

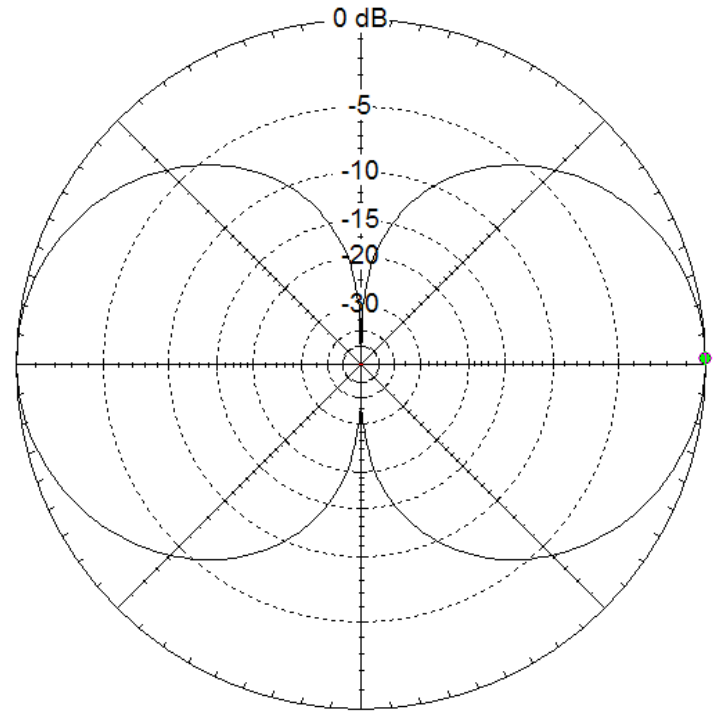
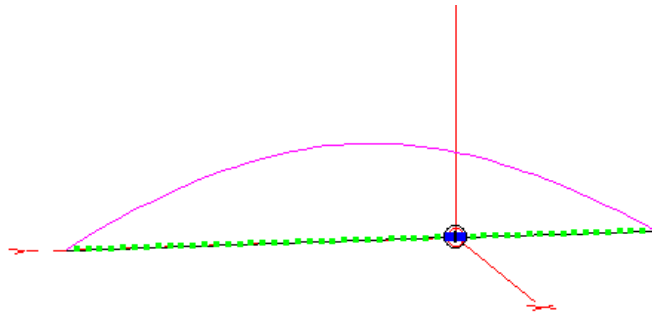


Erdung nach gradzahligen Vielfachen von  $\frac{1}{4}$  Lambda

Welche Auswirkungen auf  
Mantelwellen hat dezentrale  
Einspeisung?

# Direkt gespeiste Windom

Frequency = 29,7 MHz

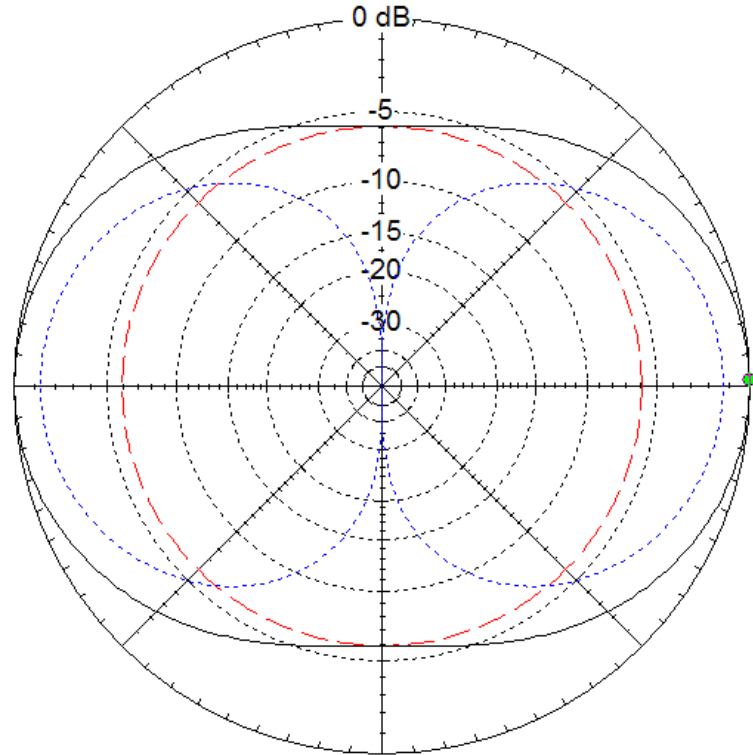
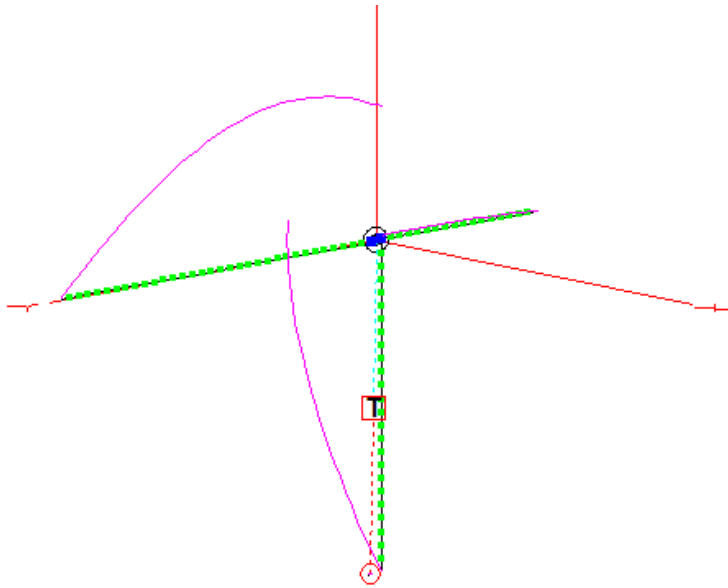


Impedance =  $93,7 - j 0,86$  ohms

SWR (90) = 1,04

Gain = 2.13 db

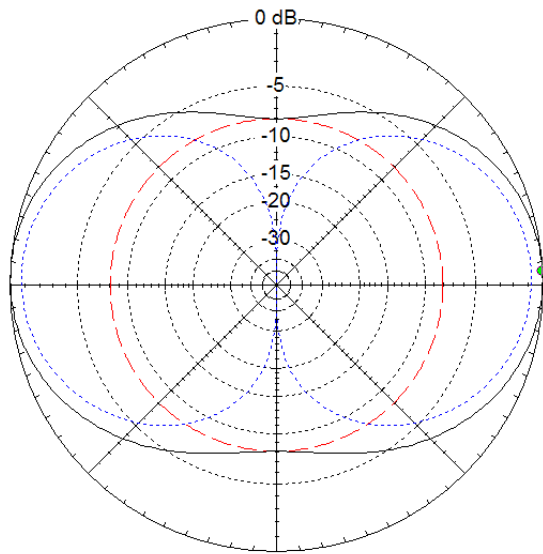
# Windom mit $\frac{1}{4}$ Lambda SL



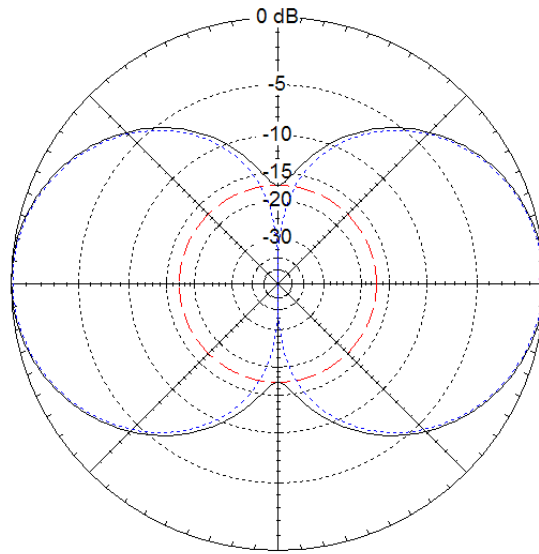
Impedance =  $9,211 - J 29,9$  ohms  
SWR (90) = 10,8  
Gain = 1,77 db

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

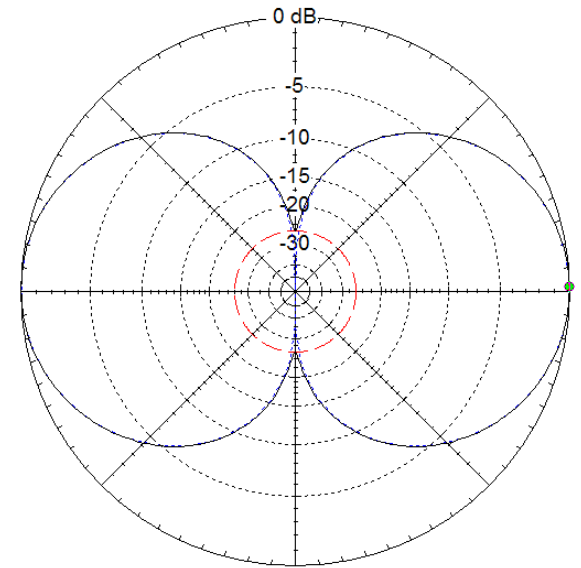
$X_L = 500 \text{ Ohm}$



$X_L = 1000 \text{ Ohm}$



$X_L = 2000 \text{ Ohm}$



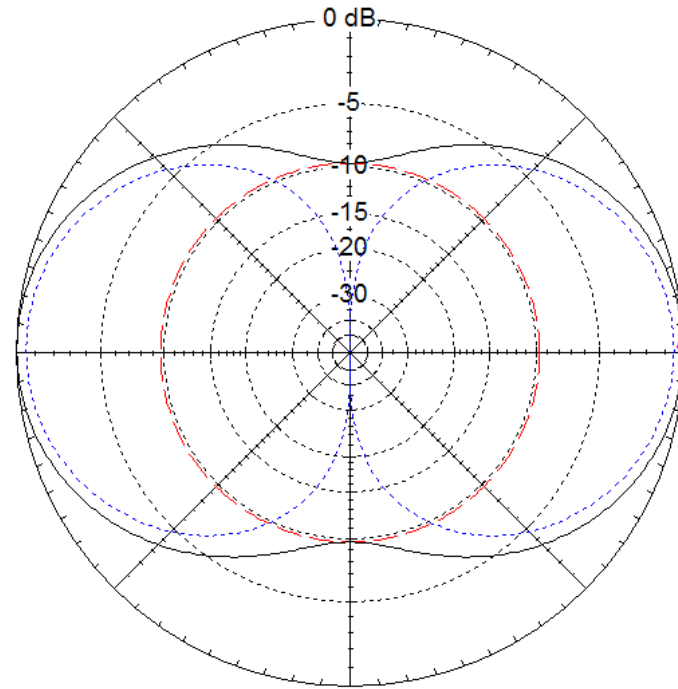
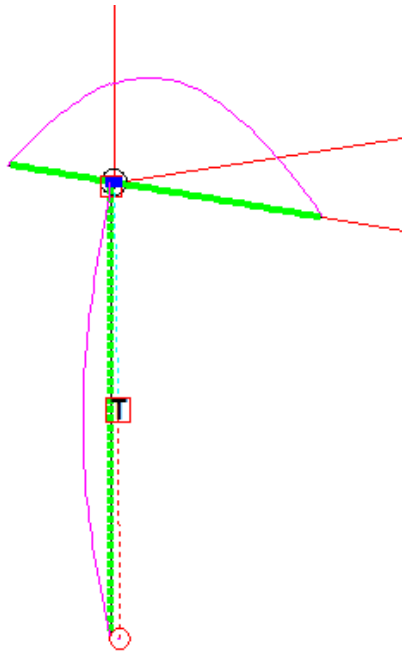
Gain = 1,9 dbi  
Impedance =  $11,55 + j 19,28$   
SWR(90) = 8.15

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



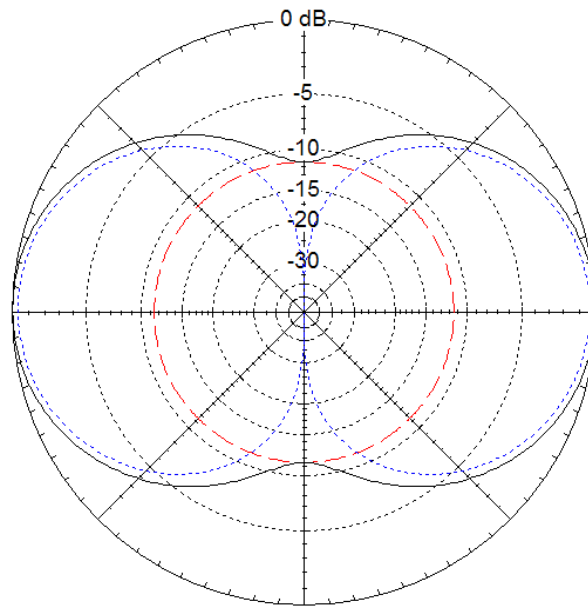
Gain = 2,15 dBi

Impedance =  $82,2 + j 8,478$

SWR (90) = 1,14

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

$X_L = 2000 \text{ Ohm}$



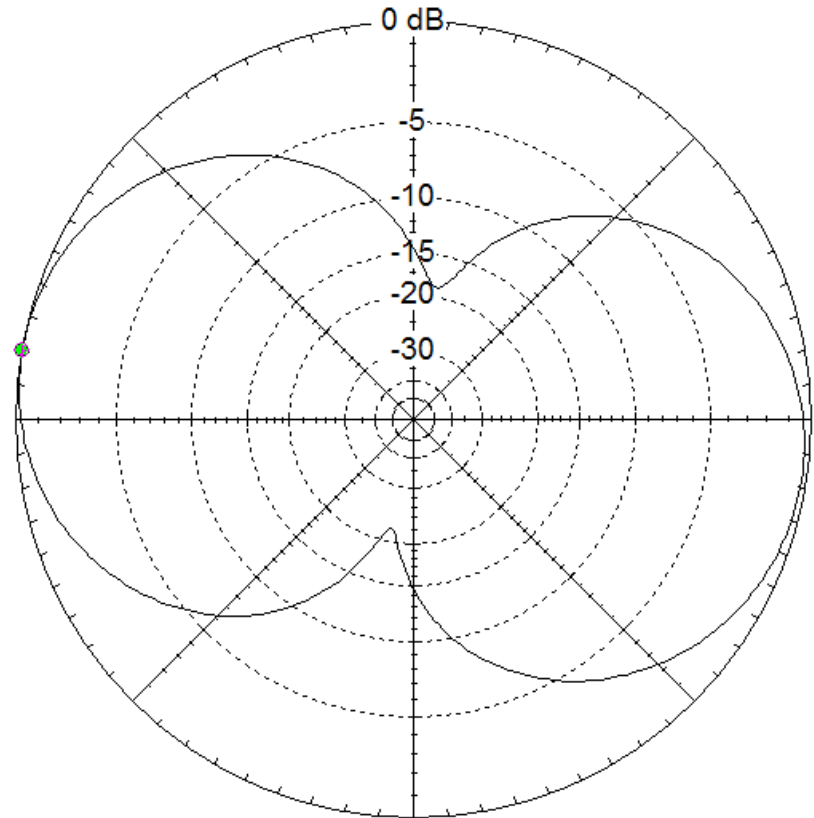
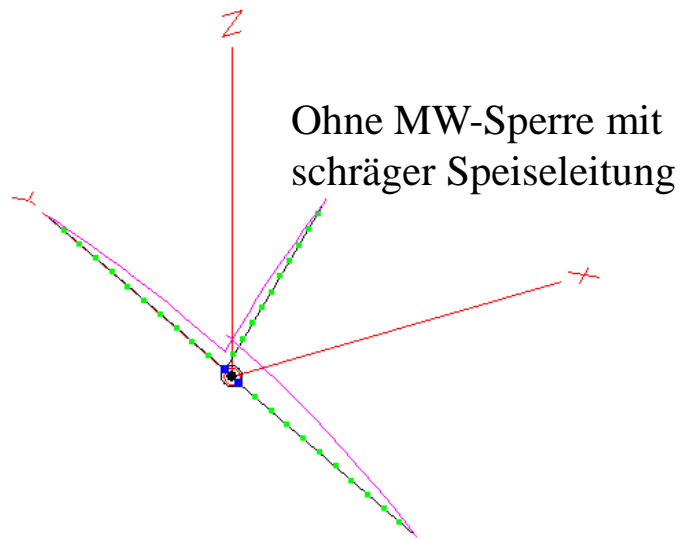
Gain = 2,29 dbi  
Impedance =  $80,59 + j 23,4$   
SWR (90) = 1,34

Kann ein Dipol schielen?

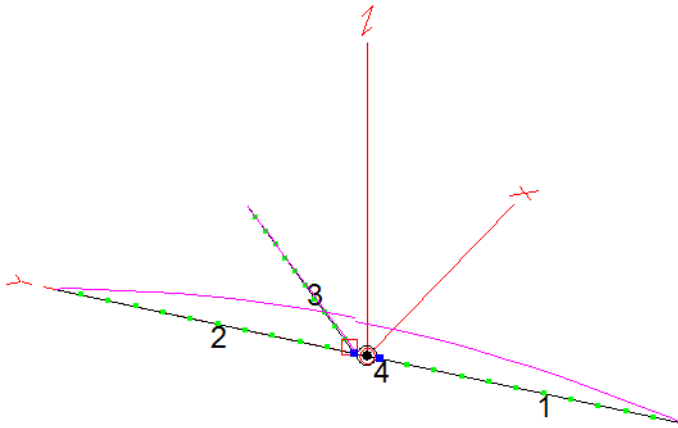
Wenn ja,

gibt es eventuell eine Brille?

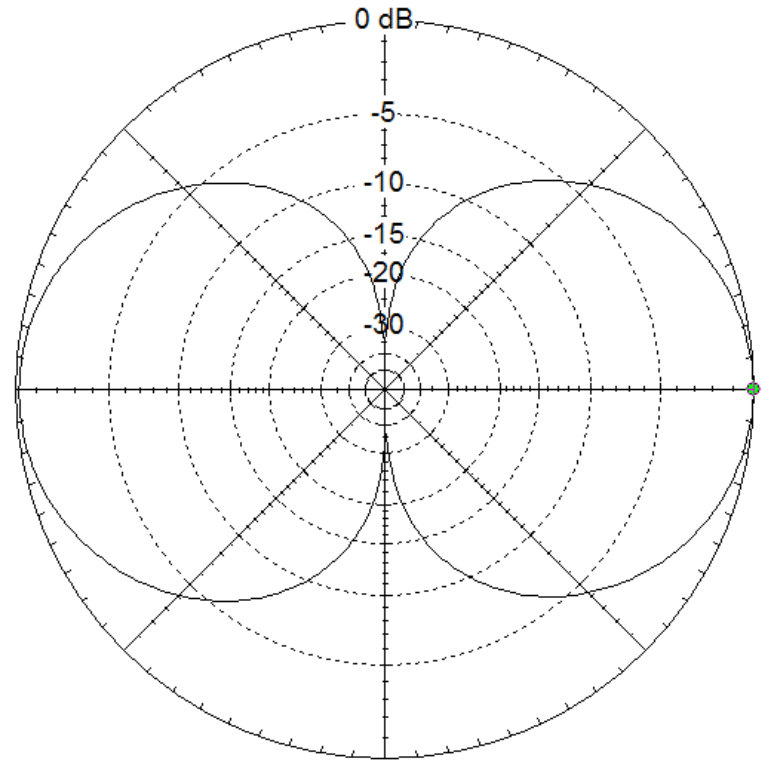
# Schielender Dipol



# Rolle statt Brille

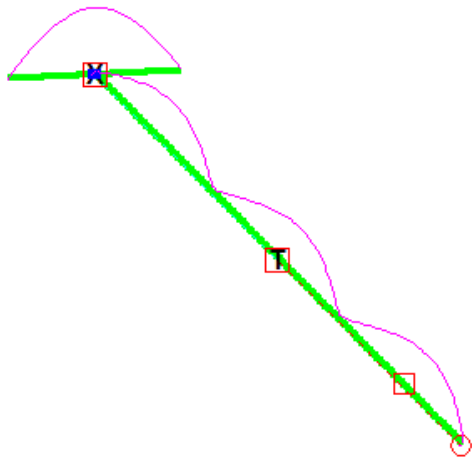


Mit MW-Sperre und  
schräger Speiseleitung

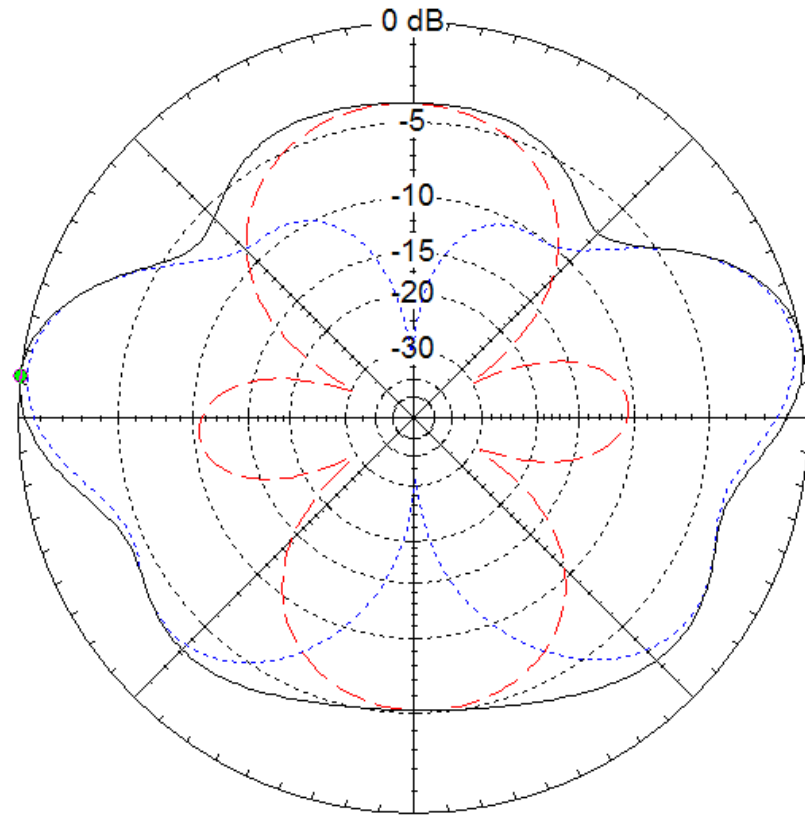


Bin ich mit einem guten Balun  
vor Mantelwellen sicher?

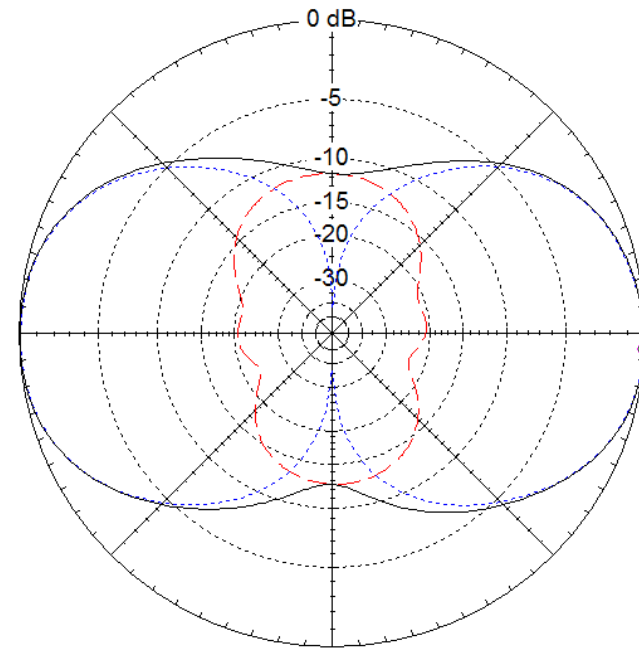
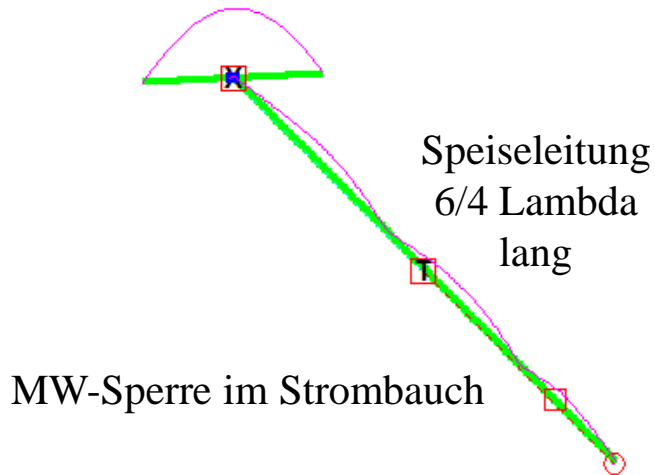
# Mantelwellen trotz Balun



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

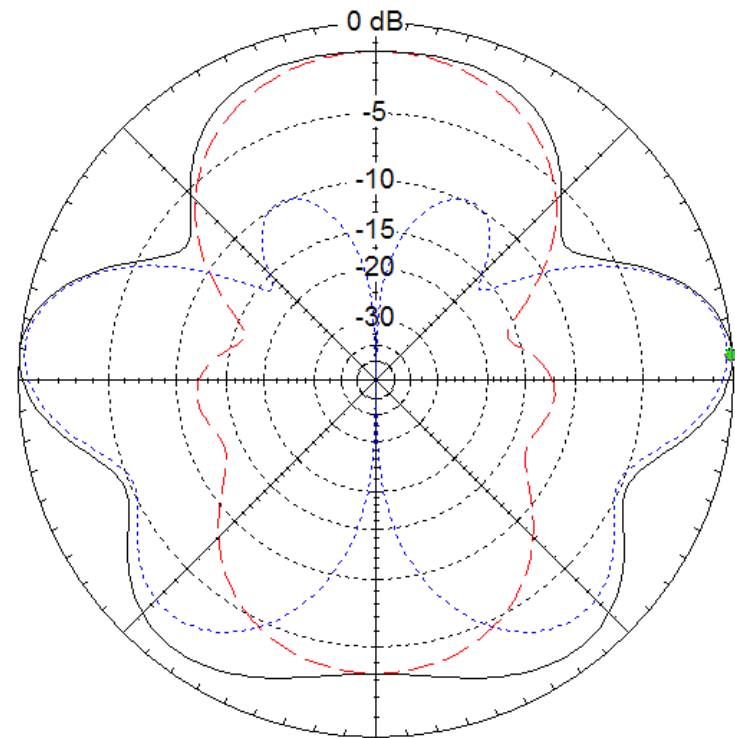
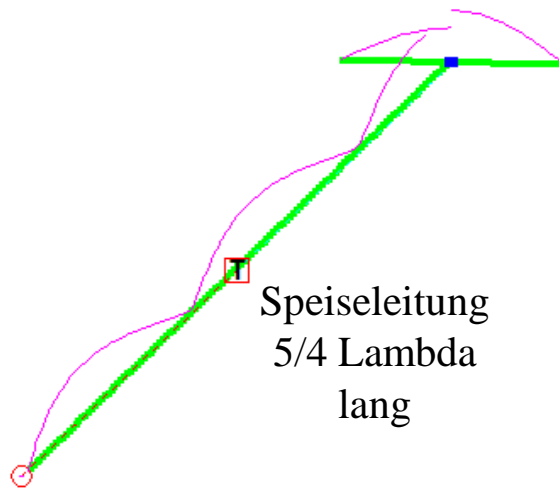


# Balun plus MW-Sperre am richtigen Ort

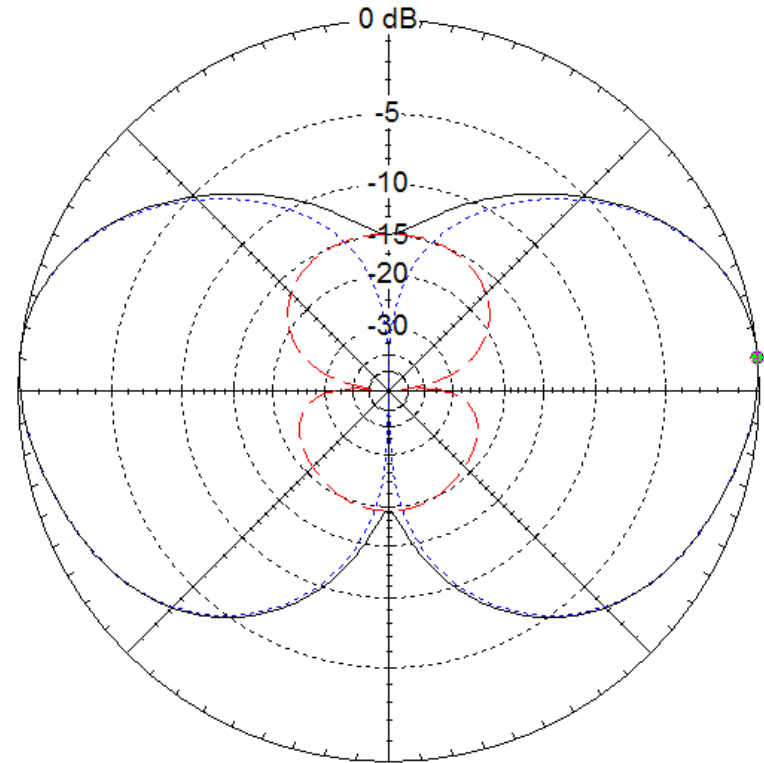
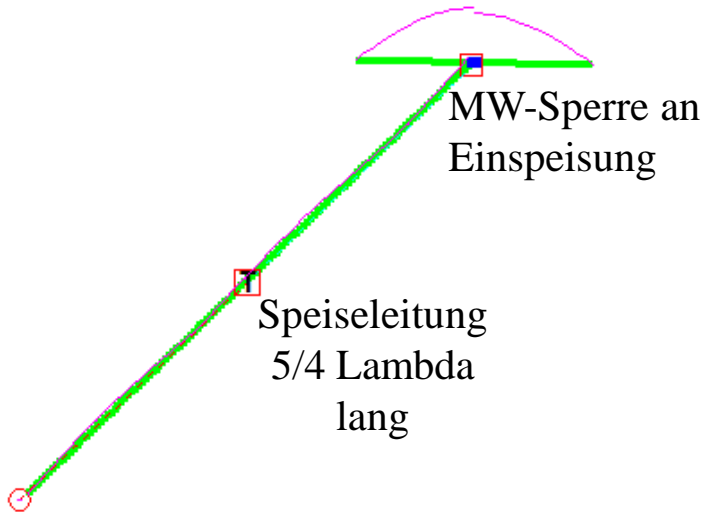




# Mantelwellen ohne Sperre bei schräger Speiseleitung



# 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

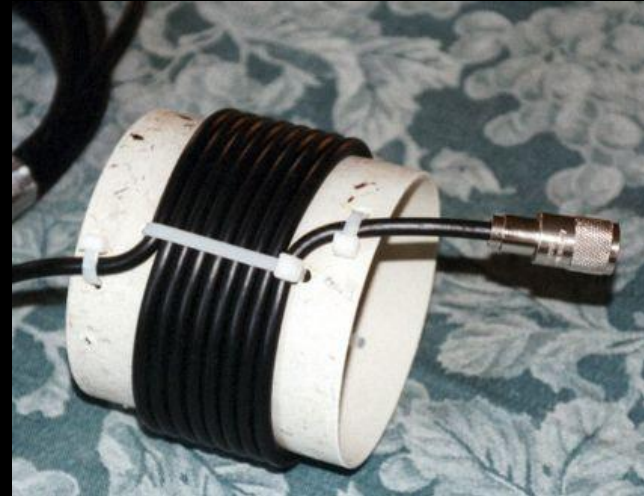


# Mantelwellensperren



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](http://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](http://www.dx-wire.de)

# Problem gelöst!



Herzlichen Dank  
für  
Ihre Geduld

