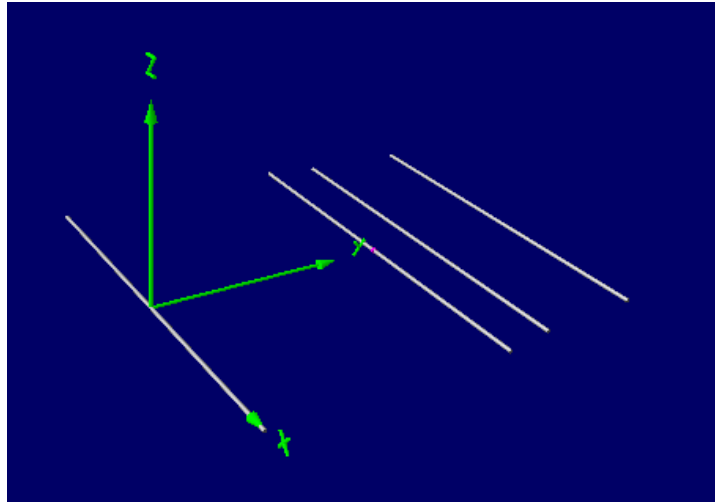


Yagi-Antenne (4ele) (2-m-Band)

Konstruiere eine allgemeine 4 ele Yagi für das 2-m-Band. Der Reflektor liegt mittig in der x-Achse, die Elemente sind auf der positiven y-Achse angesiedelt.

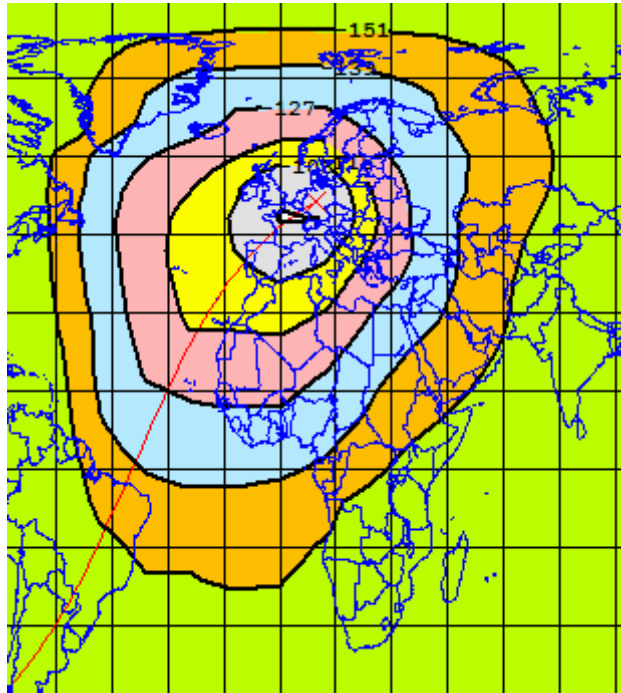


Verwende allgemeine Längen und Abstände, was zu 7 freien Variablen führt und rate zunächst die Längen und Abstände der Elemente. Verwende nun den Optimiser um die Antenne einigermaßen zum Laufen zu bekommen. Dabei soll sich ein Gewinn von mind. 9 dBi, eine Fußpunktimpedanz von 28 Ohm real und eine Vor/Rück-Verhältnis von mind. 20 dB einstellen.

Wenn alle Stricke reißen gebe ich hier die Dimensionierung der bekannten DK7ZB-Yagi bekannt:

lenD2=0.857 m
lenD1=0.937 m
lenS=0.990 m
lenR=1.030 m
absS=0.180 m
absD1=0.335 m
absD2=0.755 m

Ausbreitung



Konstruiere eine beliebige Antenne für das 80-m-Band.
Welchen S-Wert zeigt das S-Meter einer Gegenstation in Madeira (CT3) an, wenn Du mit ihr ein QSO unter folgenden Voraussetzung führst...

1. Die Antenne der Gegenstation ist isotrop (0 dBi Gewinn)
2. Das QSO findet im Juli gegen 22:00 UTC statt
3. Die Sonnenfleckenzahl beträgt 100
4. Deine Sendeleistung beträgt 100 W

Tipps:

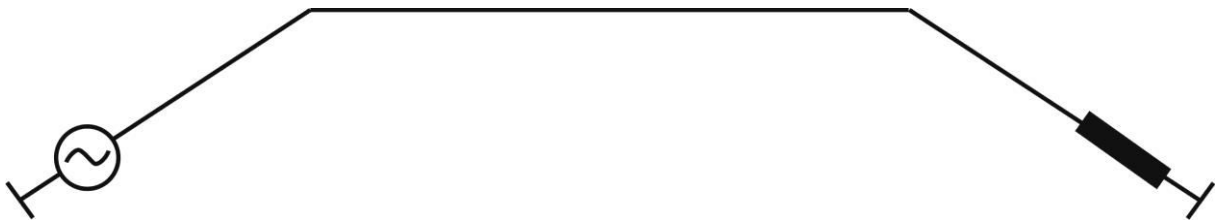
- a. Die Eingangsspannung U [dB μ V] = $137 + P[\text{dBW}]$
- b. Der S-Wert berechnet sich aus der Eingangsspannung: $S = 9 + (U[\text{dB}\mu\text{V}] - 34) / 6$

Lösung:

Für eine 3-ele Yagi in 26 m Höhe lautet das Ergebnis S7.
Für einen Dipol in 12 m Höhe dagegen S5.

Beverage Antenne (80 m)

Baue eine 350 m lange und 2m hohe Beverage Antenne für das 80-m-Band. Der Auf- und abfallende Teil des Drahtes sollte jeweils 1/12 der Gesamtlänge betragen. Vorzugsweise sollten Höhe und Gesamtlänge variabel sein.



Wie ist der Abschlusswiderstand zu wählen, damit man eine gutes Vor-/Rückverhältnis bekommt? (Verwende ggf. den Optimiser)

Wie ist der Einfluss der Bodenleitfähigkeit auf die Strahlungseigenschaften? Ist die Antenne in der Wüste besser oder schlechter als auf Grasland?

Lösungen:

Ca 300 Ohm für „Average“ Boden.

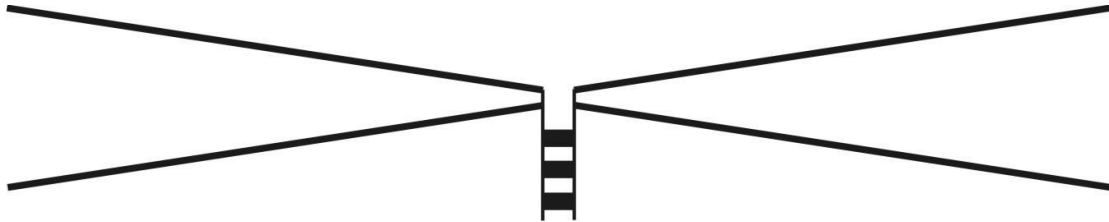
Sandy	$g = -2,4$	$ang=18$
Avg	$g = -3,3$	$ang=16$
Moist	$g = -3,8$	$ang=16$

Breitbanddipol

Untersuche einen langen Dipol (z.B. 2 x 53 m, Höhe 10 m) hinsichtlich seiner Fußpunktimpedanz im Bereich zwischen 3 MHz und 30 MHz.

Was kann hinsichtlich der Resonanzpunkte beobachtet werden?

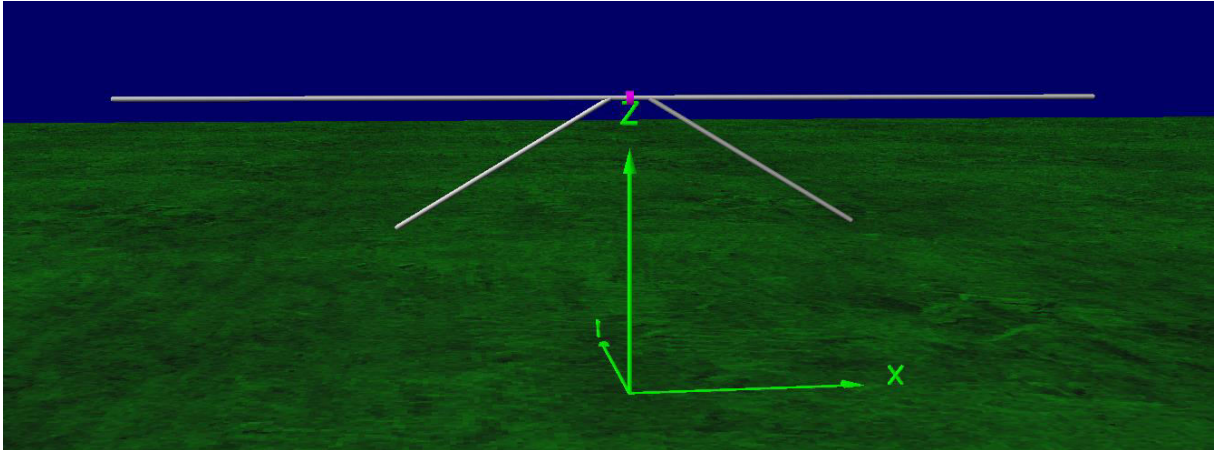
Wenn man einen Dipol „verdickt“ wird er breitbandiger. Dies kann man aber auch vorgaukeln, indem man statt einem Draht zwei Drähte verwendet, die am Speisepunkt zusammen, am Ende jedoch gespreizt (z.B. 3 m) sind. Im nächsten Schritt dann 4 Drähte je Seite. (Tipp: Der Speisepunkt kann in einem kurzen Drahtstück untergebracht werden, erst dann erfolgt die Aufspaltung)



Wie wirkt sich das auf den Verlauf der Fußpunktimpedanz, insbesondere auf dessen Imaginärteil aus?

Was sind die Vorteile für den Betrieb an einem Antennentuner?

Doppeldipol



Konstruiere einen Doppeldipol für das 80m- und 40m-Band. Der Dipol für 80m hängt in 12 m Höhe. Der Dipol für 40m soll dabei nach unten abknicken, wie im Bild gezeigt. Dabei habe die Endpunkte des kürzeren Dipols einen Abstand von 5 Metern zum gestreckt hängenden langen Dipol, was man in der Praxis etwa durch vorher abgemessene Leinen realisieren kann. Rechne mit einem durchschnittlichen Boden (Average).

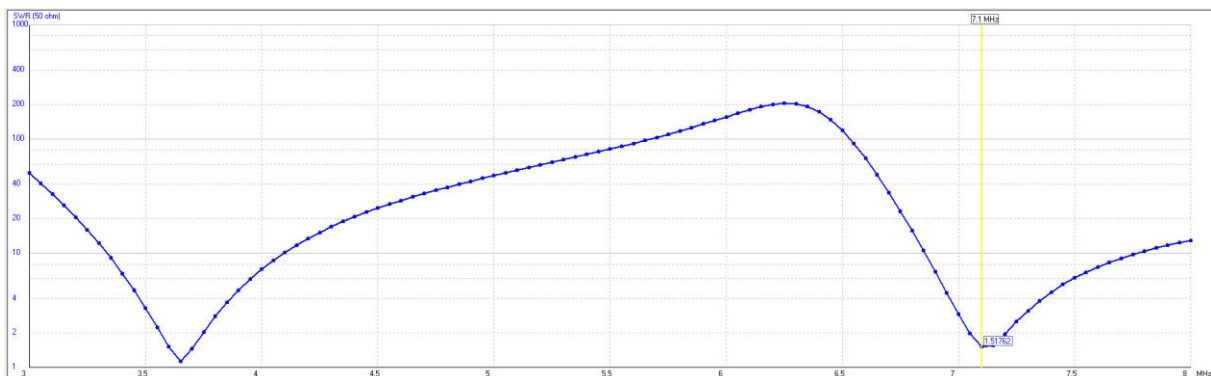
Optimiere die Längen der Drähte so, dass ein SWR von unter 1:1,5 auf den Mittelfrequenzen beider Bänder erreicht wird.

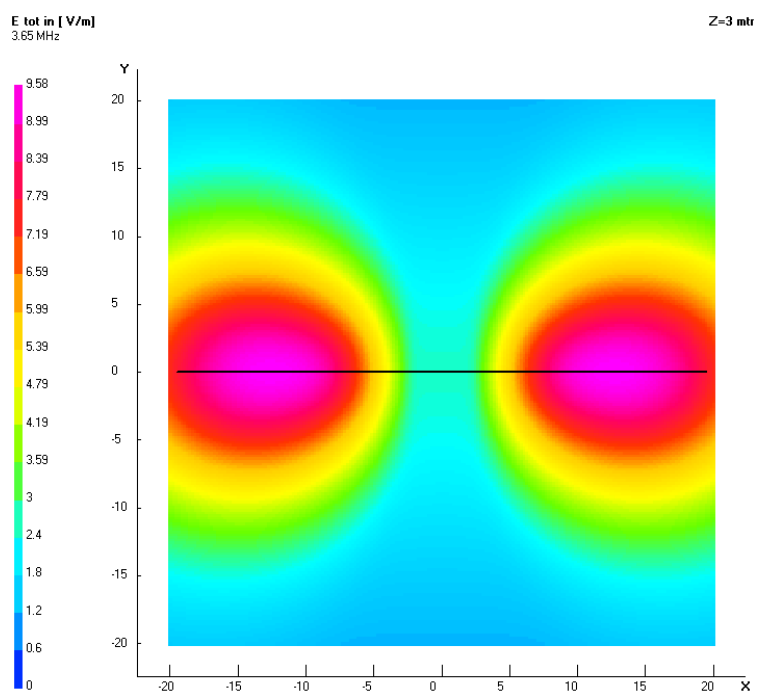
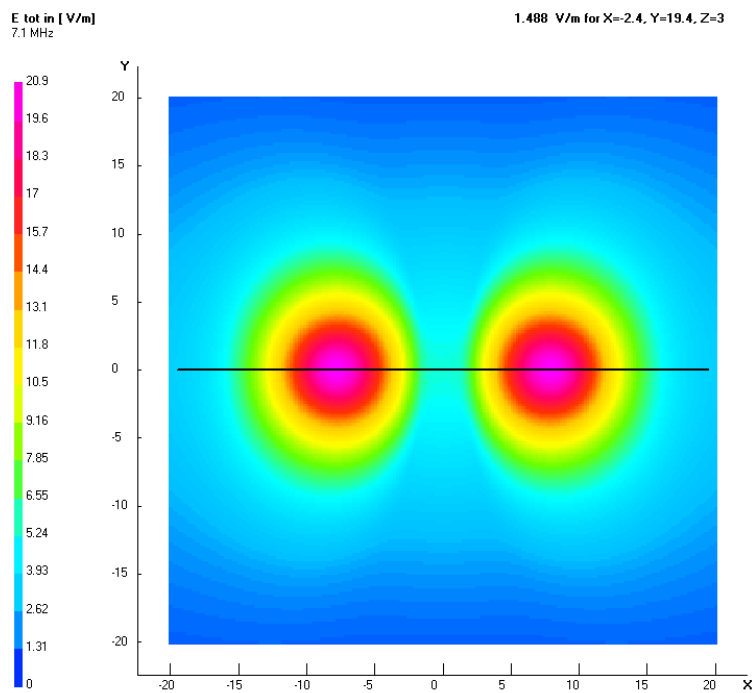
Berechne die höchste elektrische Feldstärke in der Ebene, die 3 Meter über dem Boden liegt, wenn Du den Doppeldipol mit 100 W betreibst. Wäre die so konstruierte Antenne denn BEMFV-Konform?

Grenzwert: 33 V/m (40m), 44 V/m (80m)

Lösung:

Langer Dipol 39m, kurzer Dipol 21,1 m



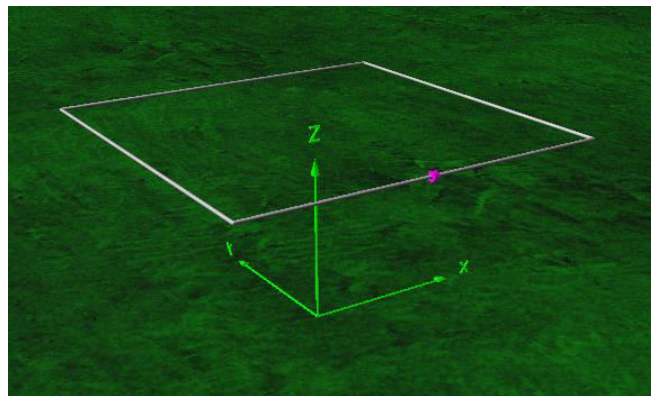


40m-Band: 21 V/m (Grenzwert: 33 V/m)

80m-Band: 10 V/m (Grenzwert: 44 V/m)

Horizontale Ganzwellenschleife (40-m-Band, alternativ 80-m-Band)

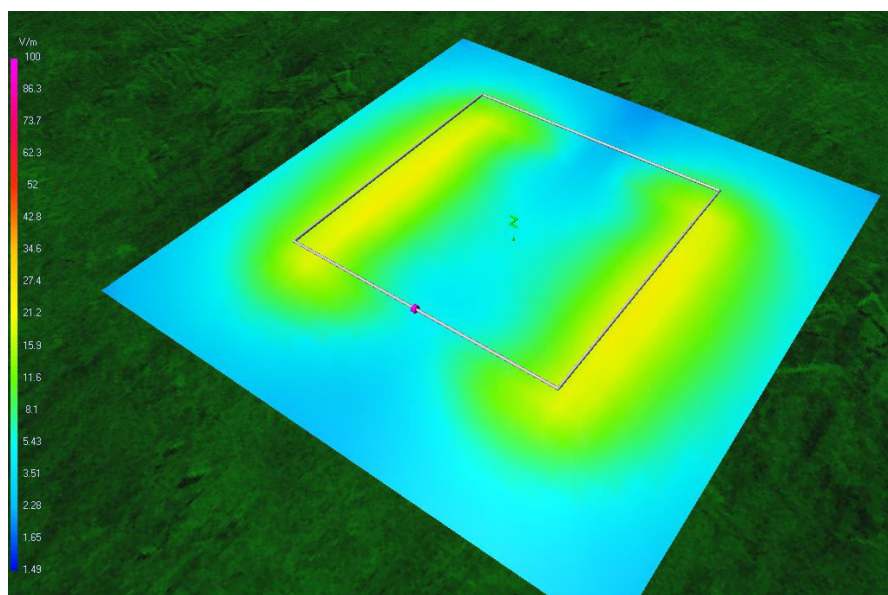
Konstruiere eine horizontale quadratische Loop-Antenne in 12 m Höhe, die im 40-m-Band resonant ist. Die Gesamtlänge sollte variabel gehalten werden. Optimiere die Antenne so, dass der Imaginärteil des Fußpunktwiderstandes in der Bandmitte verschwindet. Wie hoch ist dann der Realteil des Fußpunktwiderstandes?



EMVU:

Wie hoch muss ich die Antenne hängen, damit ich bei 100 W Speisung in 3 m Höhe maximal 10% des ICNIRP-Grenzwertes für die elektrische Feldstärke ausschöpfe?

Grenzwert: $E = 33 \text{ V/m}$ (44 V/m für 80 m)



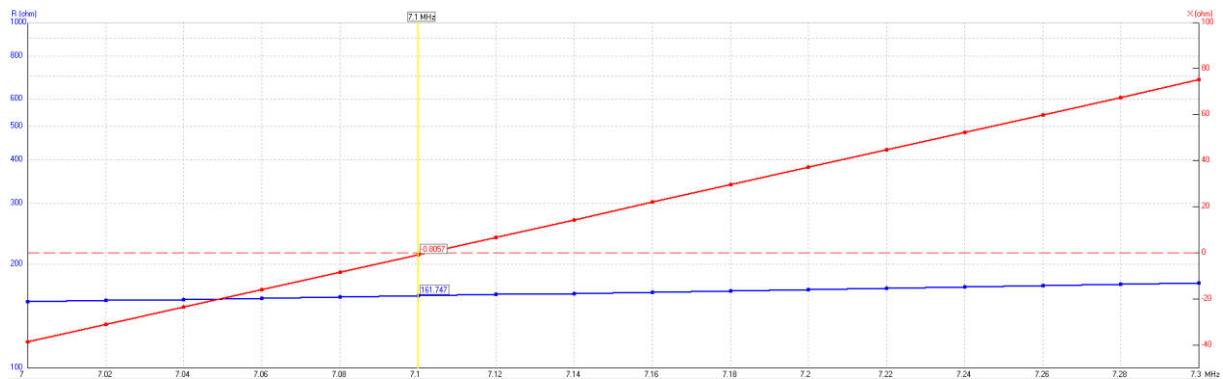
Lösung:

40m-Band

Gesamtlänge: 44,28 m also Seitenlänge je 11,07m

Realteil des Fußpunktwiderstandes: 161 Ohm

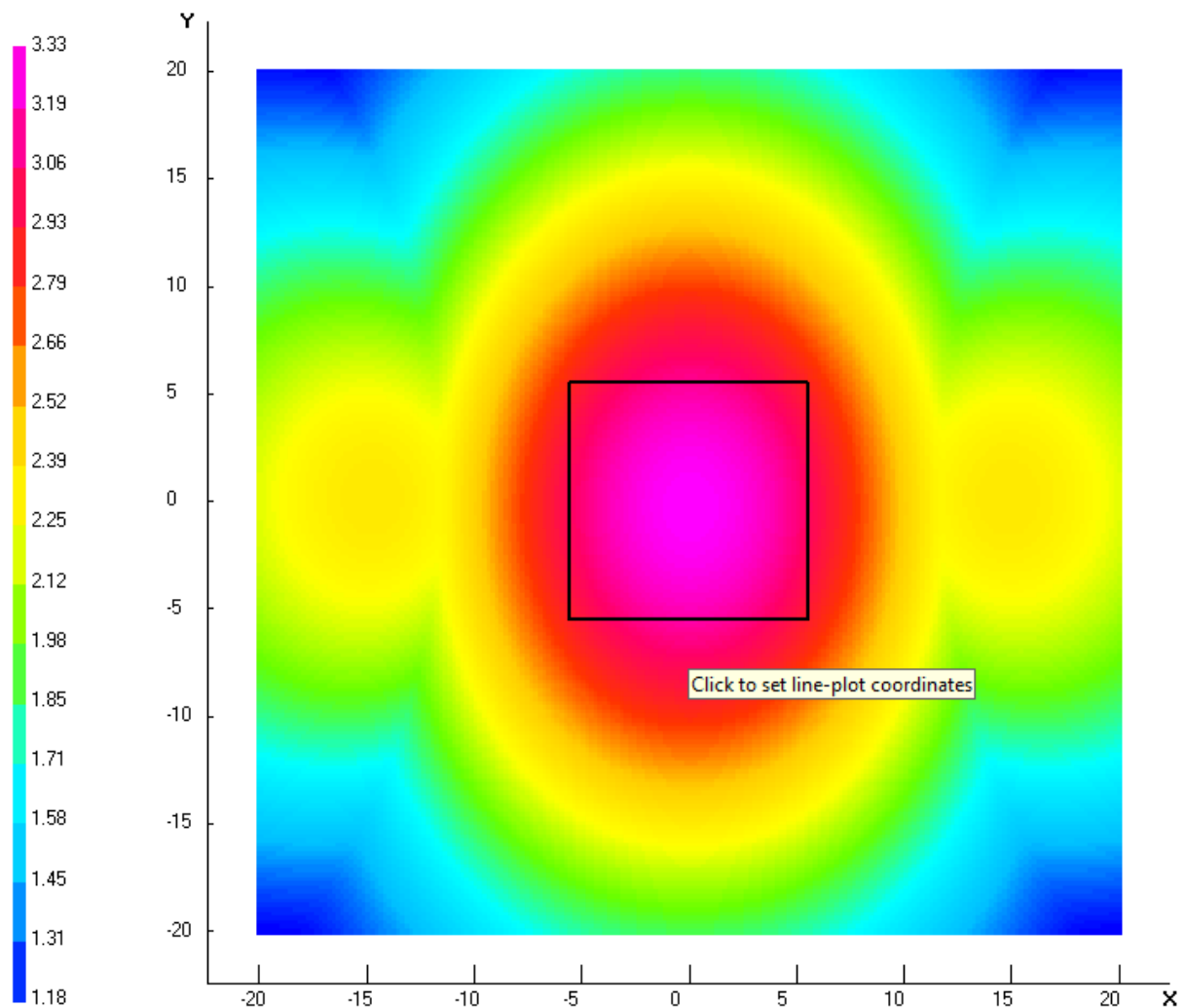
Antennenhöhe größer als 23m!!! Die Feldstärke nimmt mit zunehmender Höhe in der Mitte nur sehr langsam ab.



E-Feld für $h=23\text{m}$

E tot in [V/m]

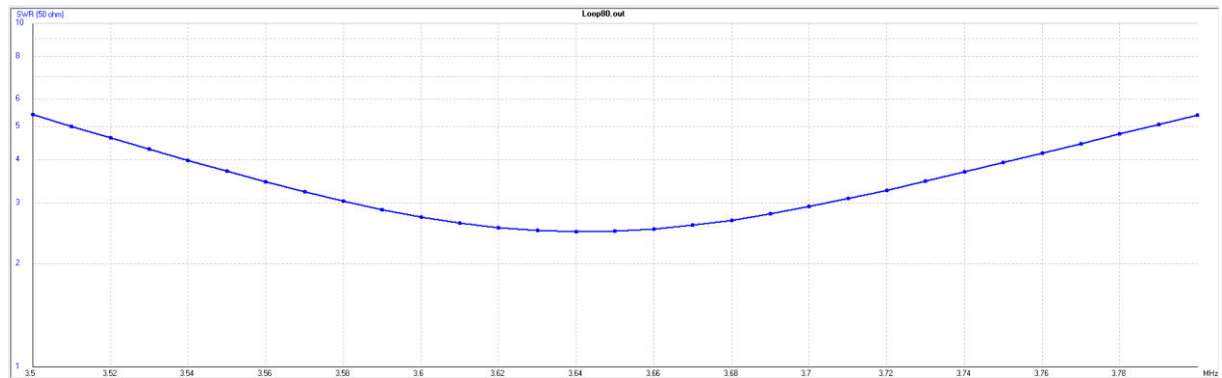
7.1 MHz



80m-Band

Gesamtlänge: 84,97 m also Seitenlänge je 21,24m

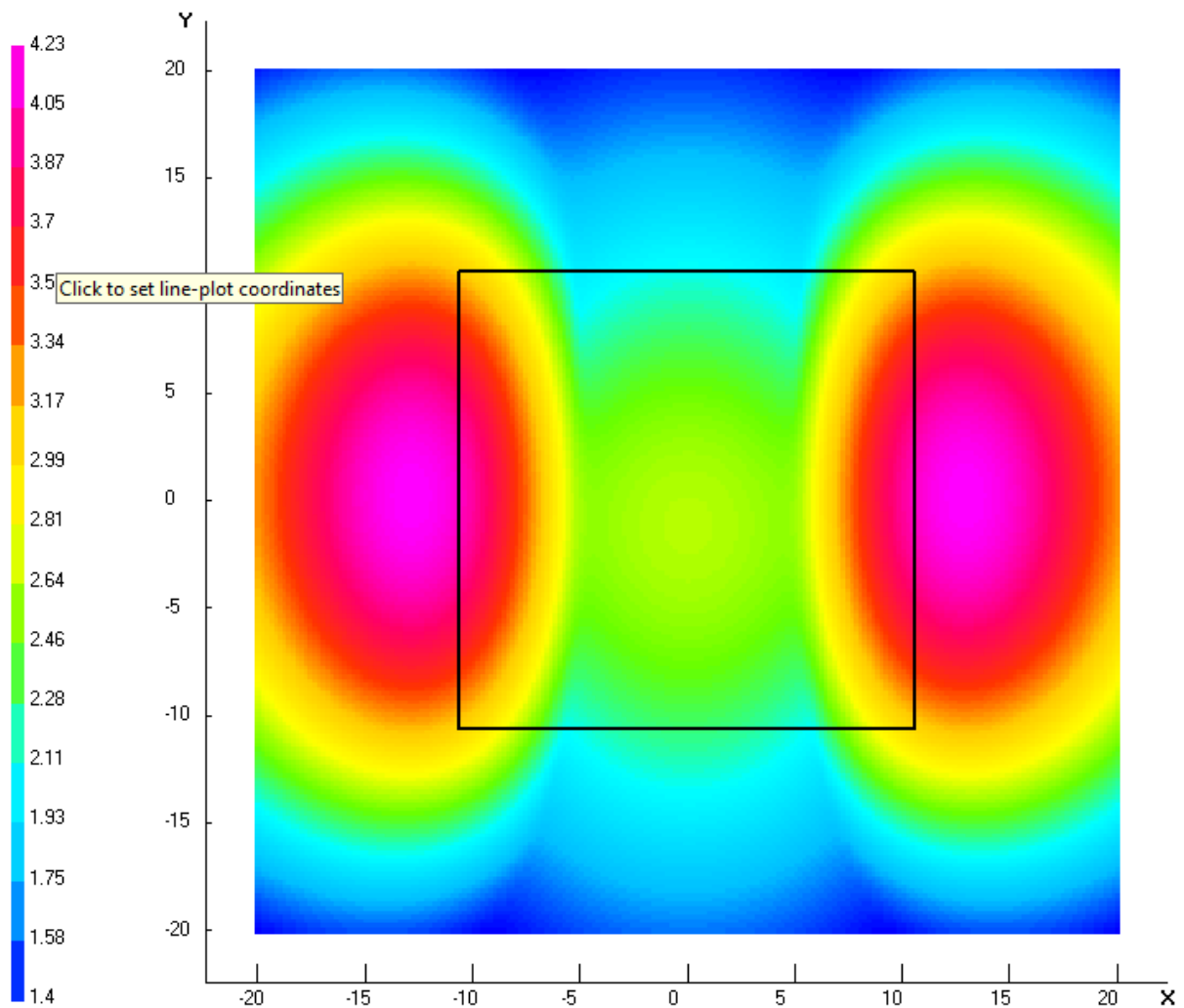
Realteil des Fußpunktwiderstandes: 124 Ohm



E-Feld für $h=16,5\text{m}$

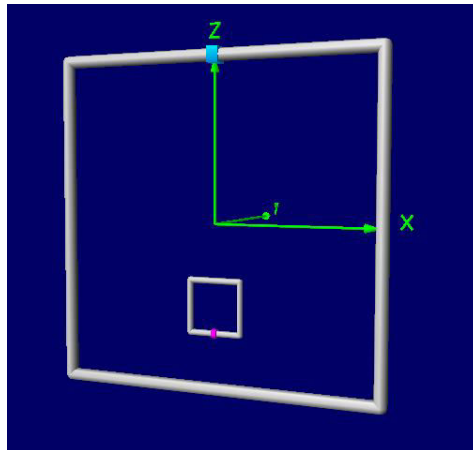
E tot in [V/m]
3.65 MHz

Z=3 mtr



Magnetische Loop-Antenne (40-m-Band)

Konstruiere eine stehende quadratische Loop-Antenne mit einer Kantenlänge von einem Meter, die irgendwo im 40-m-Band resonant ist.



Tipps: Kondensator hat ca. 200 pF, Kantenlänge der Einkoppelschleife ca. 16 cm, für die Antenne 28er **Kupfer**rohr, für die Einkoppelschleife 15er **Kupfer**rohr verwenden. Der Abstand des Mittelpunkts der Einkoppelschleife vom Mittelpunkt des Loops sollte ca. $\frac{1}{4}$ der Kantenlänge der Antenne betragen.

Untersuche die schmalbandige Resonanz. Verwende für die weiteren Untersuchungen **exakt** die Resonanzfrequenz.

Was fällt bei Vergleich des Nahfeldes mit dem Fernfelddiagramm auf? Warum eignet sich eine Loop so gut als Peilantenne?

EMVU:

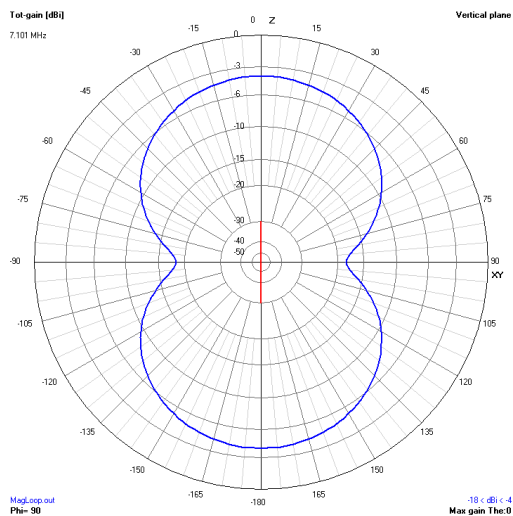
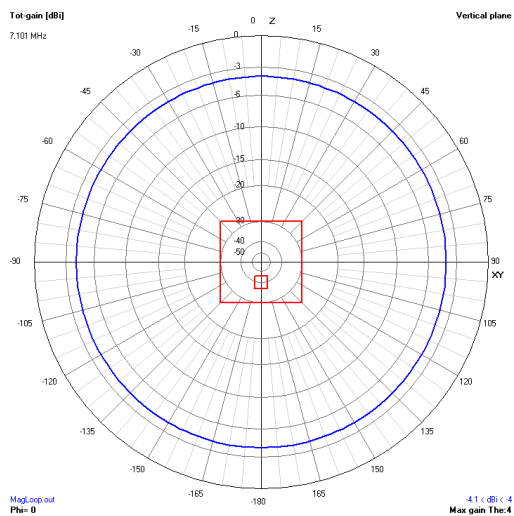
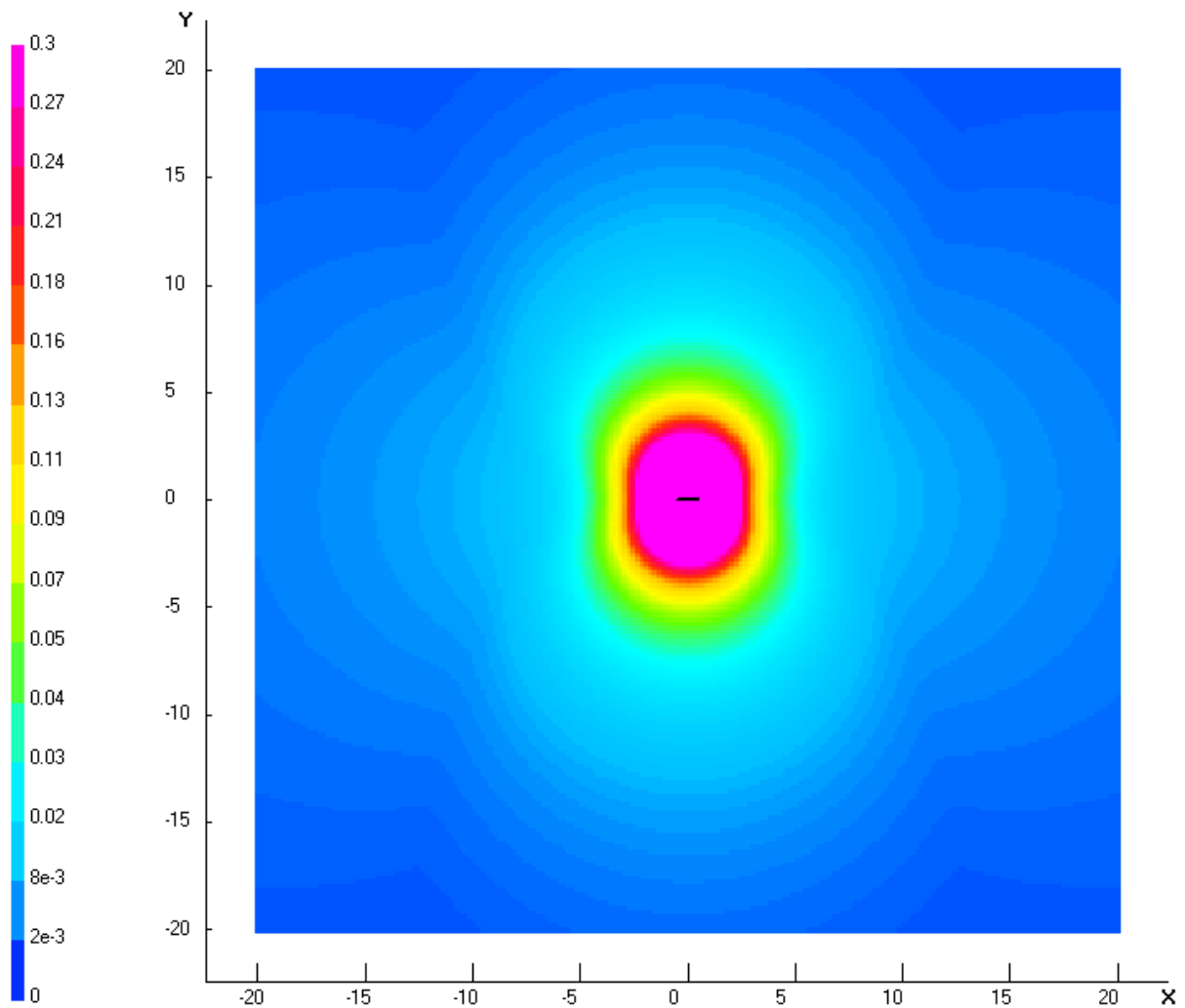
In welcher Entfernung (bei Speisung mit 100 W) wird der Grenzwert für die elektrische und magnetische Feldstärke für den Personenschutz nach BEMFV angenommen?

Grenzwerte: $E = 32 \text{ V/m}$ $H = 0,1 \text{ A/m}$

Lösung:
Kondensator genau 174,25 pF für 7,0993 MHz

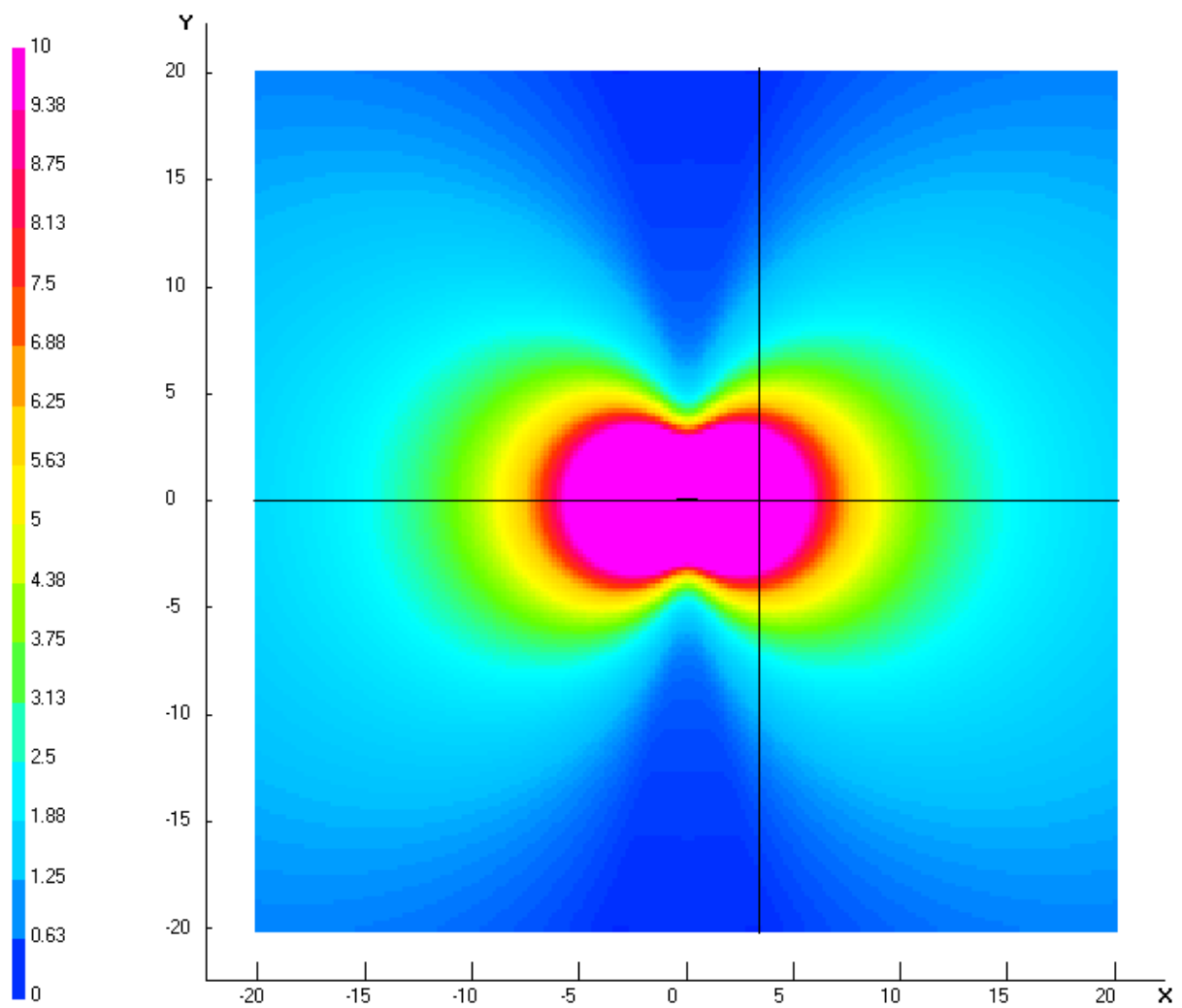
H tot in [A/m]
7.101 MHz

4.e-3 A/m for X=15.6, Y=11.2, Z=0



E tot in [V/m]
7.101 MHz

0.538 V/m for X=6, Y=19.2, Z=0

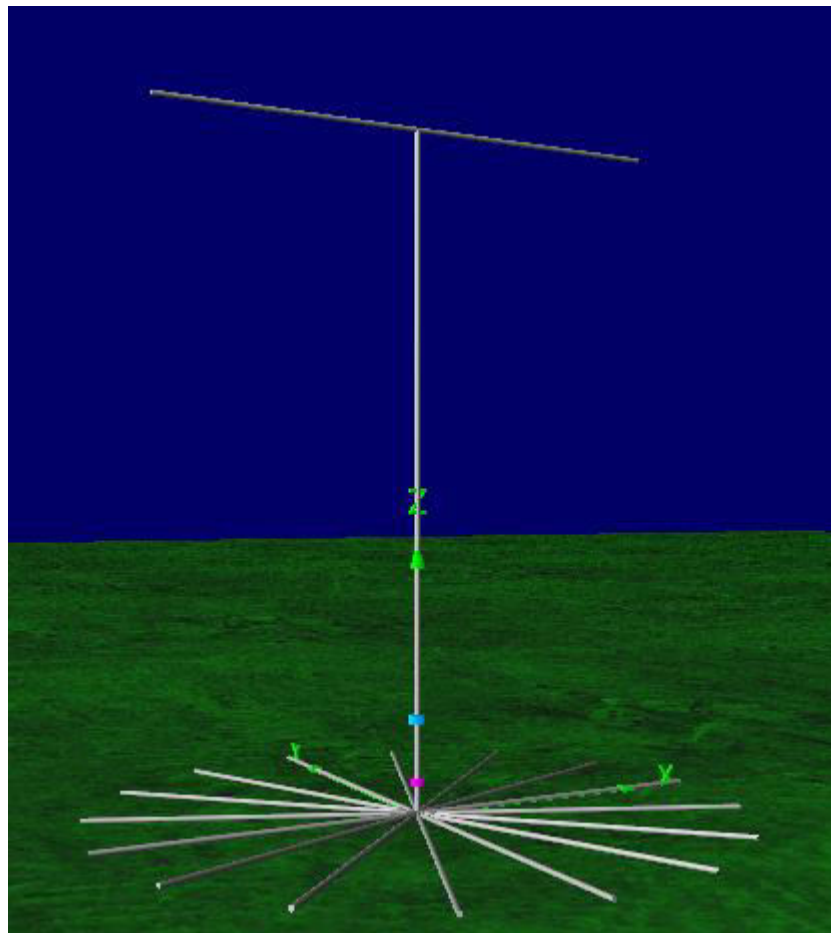


Grenzwert 32 V/m bei etwa 3,2 m, 0,1 A/m bei 4,5 m

Mittelwellen-Strahler (475 kHz)

Nehmen wir an Du hast eine Dipolantenne (Kupferlitze) für das 40-m-Band, die in 25 m Höhe gestreckt hängt und mit einer Zweidrahtleitung (Kupferlitze) gespeist wird. Diese möchtest Du nun als Vertikalstrahler für das Mittelwellenband (472 - 479 kHz) verwenden, in dem Du die beiden Litzen der Zweidrahtleitung zusammenschließt und gegen 16 Radiale mit je 12 m Länge betreibst. Siehe Bild. Beachte: Das Radialnetz (Kupferlitze) liegt hier 10 cm über dem Boden (Average).

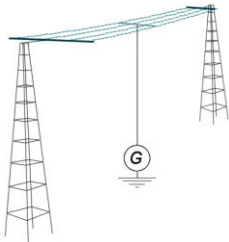
Die Einspeisung erfolgt relativ nahe am Boden. Sicher wird man eine geeignete Verlängerungsspule, die ebenfalls relativ weit unten angebracht werden soll, brauchen. Ziel ist es, den Wert für diese Spule auszurechnen. Wie groß ist dann der resultierende Realteil des Fußpunktwiderstandes? Welchen Abstrahlwinkel kann man erreichen?



Lösung: $L = 531 \mu\text{H}$ für eine Vertikalantenne, Realteil = 4,75 Ohm, Abstrahlwinkel ca. 20°



Ersetze den „Kopf“ der Antenne gegen den in der Abbildung, womit wir uns auf dem Weg hin zu einer T-Antenne bewegen.



Warum ist diese Lösung besser?

Lösung: $L = 365 \mu\text{H}$ für eine Vertikalantenne, Realteil = $3,40 \text{ Ohm}$

Um eine Induktivität zu erzeugen muss Kupferlitze zu einer Spule gewickelt werden. Diese Spule hat dann einen ohmschen Verlust. Je kleiner die nötige Induktivität, desto kleiner die Verluste.

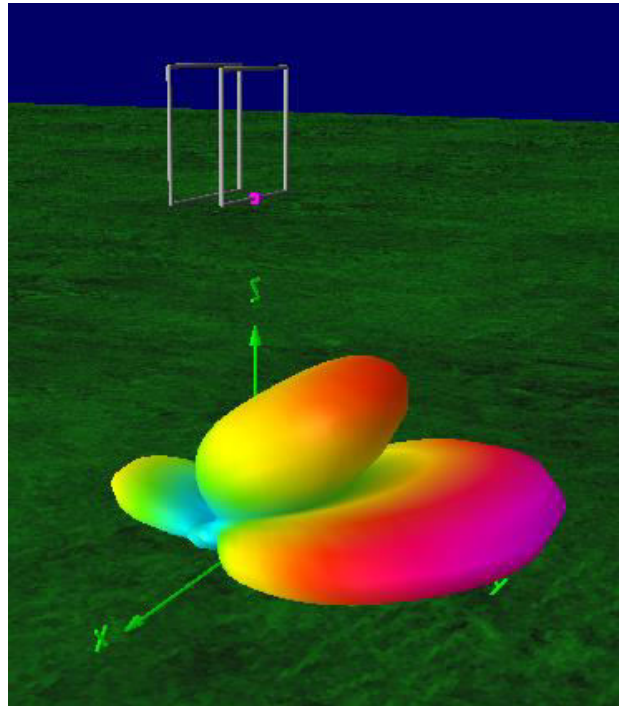
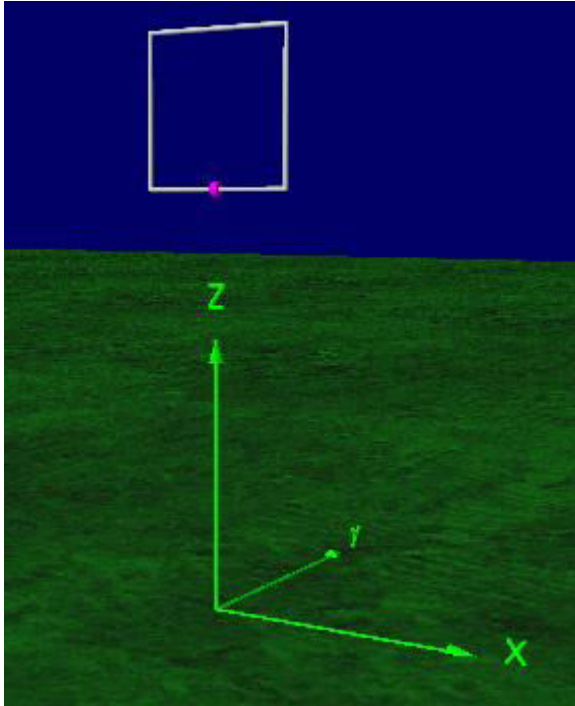
Induktivität Zylinderspule:

$$L \approx \frac{\mu_0 N^2 A}{l}$$

Länge Draht $\sim N \cdot r \sim R_{\text{Verlust}}$

2 ele Quad

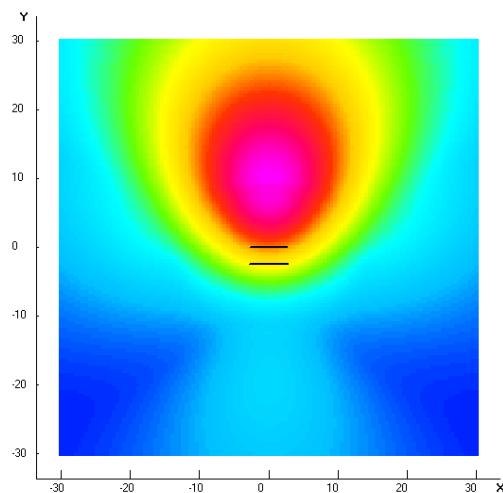
Konstruiere zunächst eine 1-ele-Quad für das 20-m-Band in einer Höhe (Mittelpunkt) von 18 m. Mache den Umfang möglichst variabel und optimiere diesen dann auf Resonanz.



Wenn Du mit der Konstruktion zufrieden bist, ergänze einen Reflektor (mit Abstand ca. $\lambda/8$) und einem Umfang von 5% mehr als der Strahler.

Versuche nun den Gewinn zu maximieren und achte auch darauf, dass die Resonanz erhalten bleibt. Wer schafft mehr als 12 dBi?

Berechne die E-Feldverteilung in 3 m Höhe. Besteht bei 750 W die Gefahr den Grenzwert (27,5 V/m) zu überschreiten?



1 ele Lösung:

Strahlerlänge 22,37 m, Realteil 132 Ohm

2 ele Lösung: Es gibt viele mögliche Lösungen, eine davon ist...

Strahlerlänge 21,45 m, Reflektorlänge 22,04 m, Abstand 3,95 m

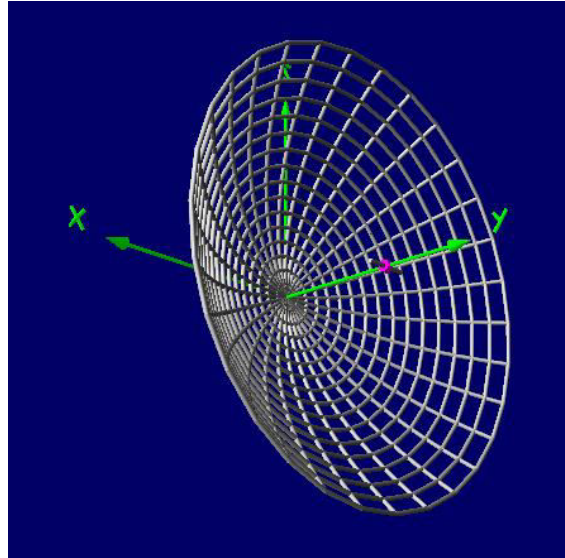
Realteil 85 Ohm, 12,69 dBi

Eine Gefahr den EMVU-Grenzwert in 3 Metern Höhe zu überschreiten existiert nicht.

Die höchste auftretende Feldstärke beträgt etwa 13 V/m.

Spiegel

Achtung... viel Rechenzeit!



Konstruiere einen Parabolspiegel (23 cm Band), der durch einen Dipol angeregt wird und optimiere den Ort des Dipols so, dass der Gewinn maximal wird.

Faustformel: Gewinn (lin.) = Wirkungsgrad ($\pi \cdot \text{Durchmesser} / \text{Wellenlänge}$)

EMVU:

In welcher Entfernung (bei Speisung mit 10 W) wird der Grenzwert für die elektrische und Feldstärke angenommen?

Grenzwert: $E = 46 \text{ V/m}$

Vergleiche das Ergebnis mit klassischer Rechnung.

$\text{Sicherheitsabstand} = \sqrt{30 \cdot P \cdot G} / E_{\text{Grenzwert}}$

Lösung für $D = 2 \text{ m}$ (1270 MHz)

Gewinn nach Faustformel: 28,7 dBi

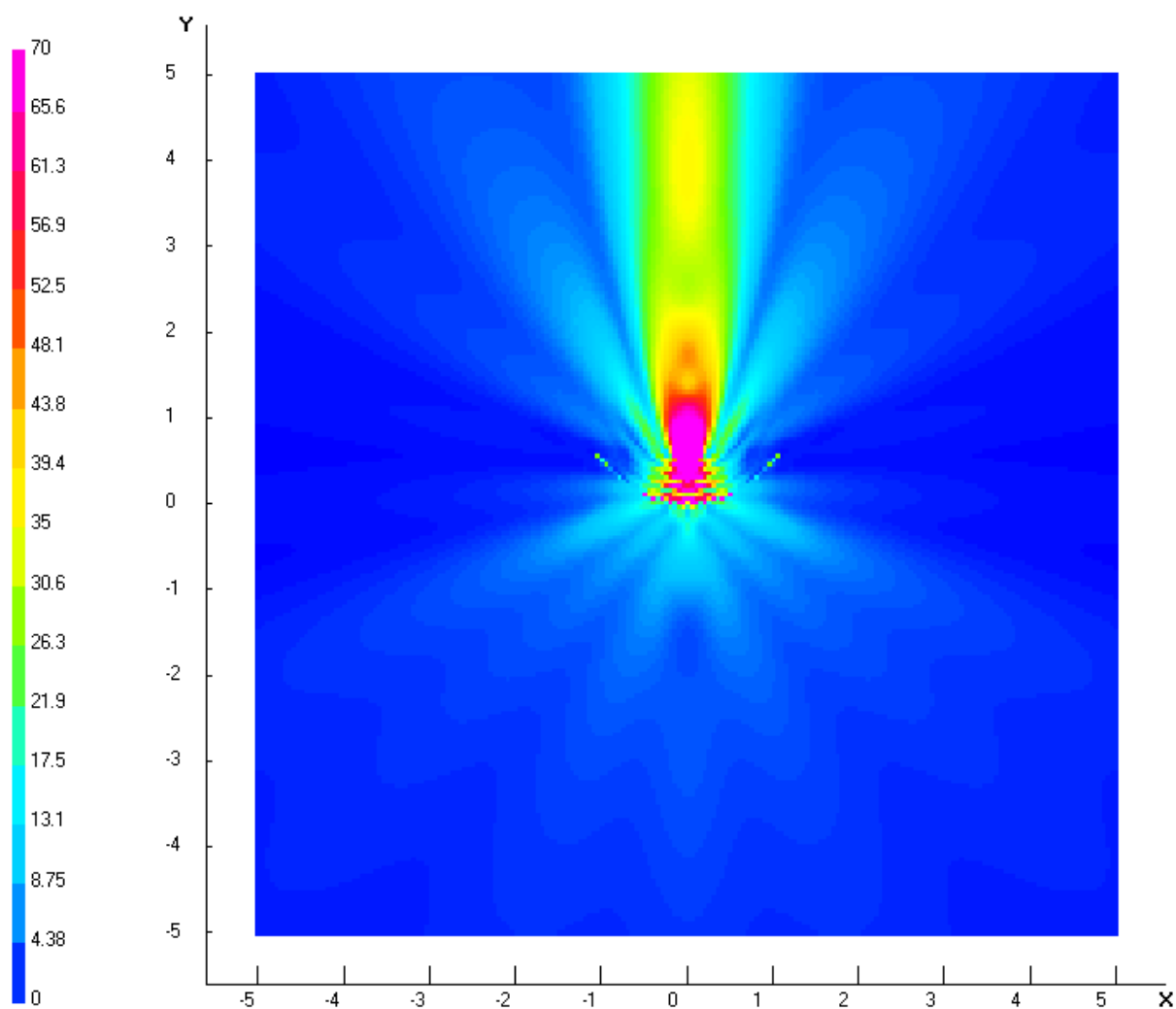
Erreichter Gewinn ca. 20 dBi mit ca. 54 cm Focalabstand

$\text{Sicherheitsabstand} = \sqrt{30 \cdot 10 \cdot 100} / 46 = 3,76 \text{ m}$

Eine Nahfeldanalyse zeigt, dass die Feldstärke auch noch mal in einem Abstand von ca. 4m gefährlich nahe an den Grenzwert kommt.

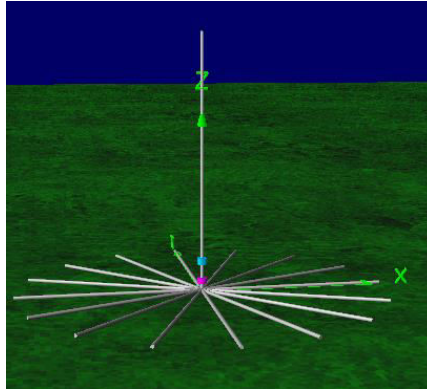
E tot in [V/m]
1270 MHz

3.793 V/m for X=2.35, Y=5, Z=0



Vertikalantenne

Konstruiere einen Vertikalstrahler für das 160-m-Band, der viel zu kurz ist (z.B. 14 m). Er arbeitet gegen ein Radialnetz (dieses liegt 10 cm über dem Boden), deren Radialzahl variiert werden kann. Beginne mit 2 Radials.



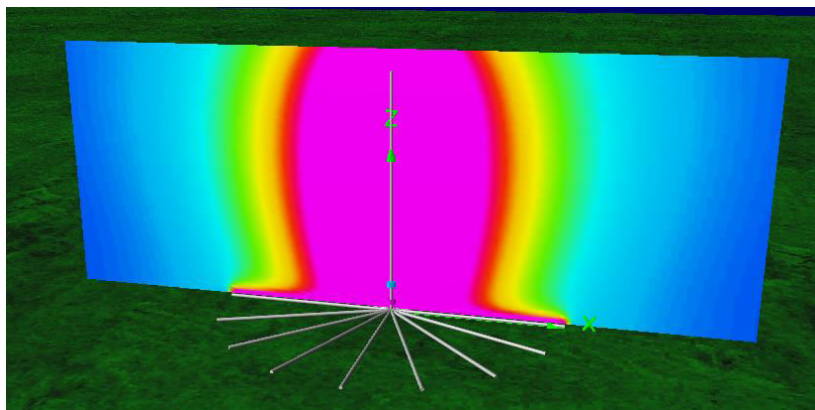
Füge eine Verlängerungsspule in die Antenne ein und berechne deren Induktivität, um Resonanz auf 1,850 MHz zu erzielen.

Berechne ein Anpassnetzwerk (Spulengüte max. 100) für den verbliebenen (niederohmigen) Realteil und bestimme dann den Frequenzbereich in dem das SWR unter 1:3 bleibt.

Untersuche den Einfluss der Radialzahl auf den Gewinn. Danach rechnen wir mit 32 Radials weiter.

Wie weit darf ich mich der Antenne (dem Strahler) nähern, ohne dass der Personenschutzgrenzwert überschritten wird (bei 100 Watt)? Vernachlässige die „Füße“.

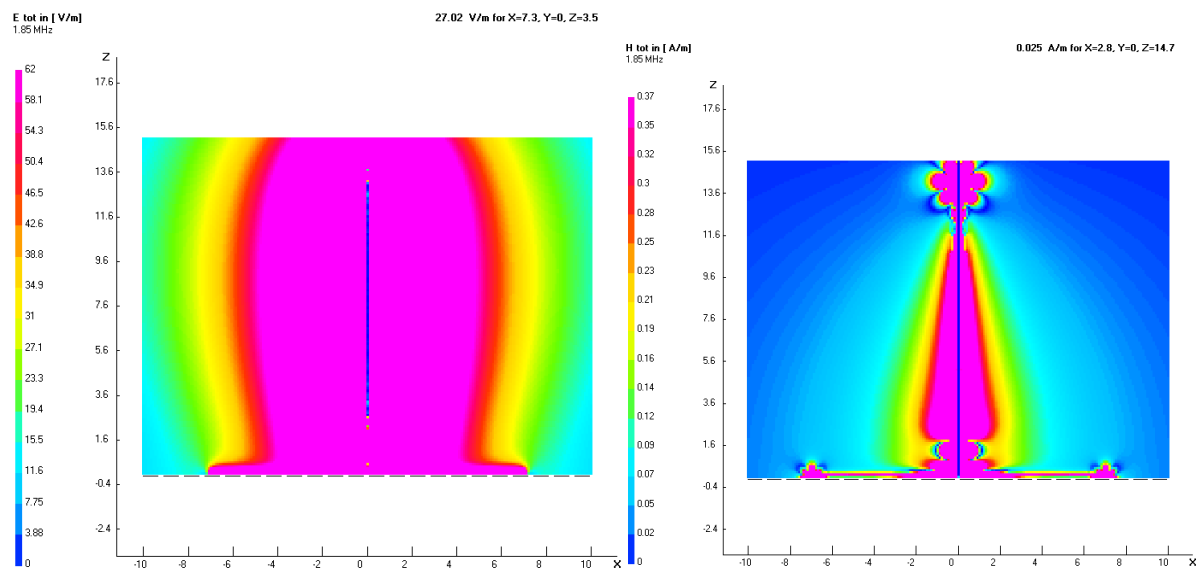
Grenzwerte 160m: 61,5 V/m und 0,365 A/m



Für zwei Radials: 66,0 uH, Realteil 17 Ohm, 26°, -4,75 dBi, 1,831-1,869 MHz
Für acht Radials: 50,4 uH, Realteil 9,5 Ohm, 26°, -2,5 dBi, 1,836-1,864 MHz
Für 32 Radials: 45uH, Realteil 9 Ohm, 24°, -2,38 dBi, 1,834-1,866 MHz

E-Feld: ca. 5 m

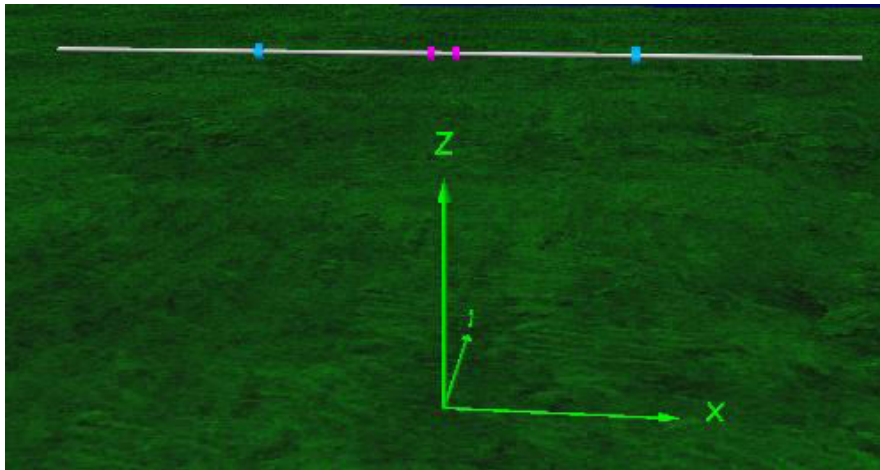
H-Feld: ca. 2 m



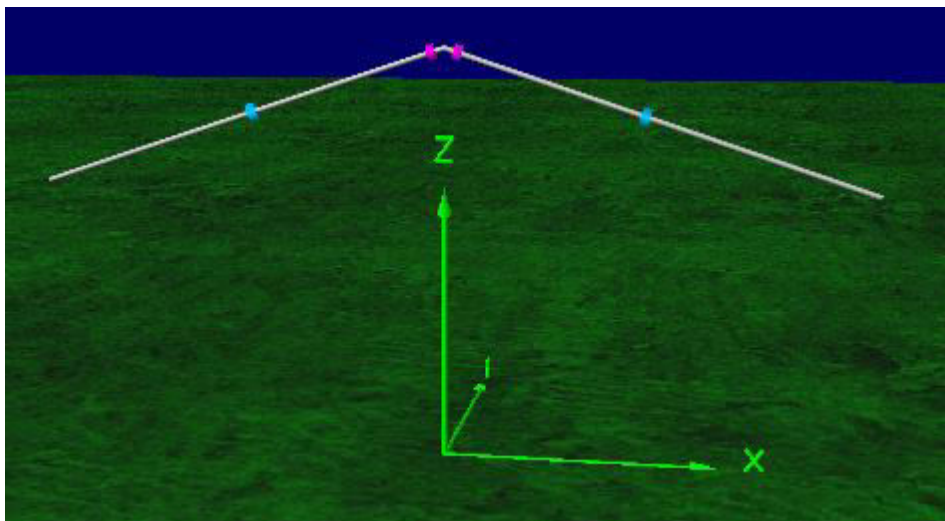
W3-2000

Konstruiere eine W3-2000, zunächst gestreckt auf einer Höhe von 15 m. Sie soll auf den Bändern 40 m und 80 m arbeiten. Die W3-2000 ist 32 m lang, hat jeweils einen Trap, der 7,5 m von Speisepunkt entfernt ist und folgende Daten hat: $L=7,73 \mu\text{H}$, $C = 88 \text{ pF}$ und eine Spulengüte von $Q = 500$.

Prüfe, ob die Antenne auf beiden Bändern ein brauchbares SWR aufzeigt. Bedenke dabei, dass alle Werte bis 1:3 am Speisepunkt (!!) in Ordnung sind, denn durch das angeschlossene Kabel, bzw. dessen Dämpfung, ist das SWR am Transceiver dann schon sehr brauchbar.



Nun sollen die Enden der Drähte abgesenkt werden, die Antenne nimmt also die Form eines invertierten Vs (engl.: inverted V) an. Die Enden sollen auf einer Höhe von 10 Metern liegen.

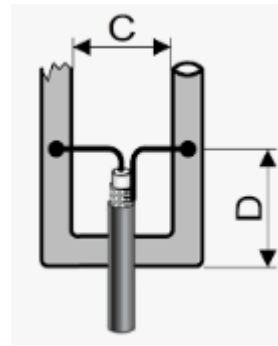
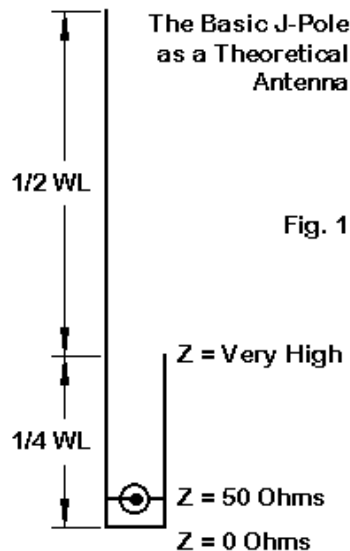


Ist das SWR noch OK?

Schau Dir den Unterschied zwischen den Abstrahlwinkeln auf beiden Bändern an.

J-Pole

Konstruiere eine J-Pole Antenne für das 2-Meter-Band. Die grundsätzliche Idee dabei ist, dass man eine Zweidrahtleitung nimmt, die eine Viertelwellenlänge hat. Diese hat „unten“ 0 Ohm und „oben“ theoretisch unendlich Ohm. Die zweite Eigenschaft sorgt dafür, dass man einen Halbwellenstrahler am Ende Speisen kann (Spannungsspeisung).



Außerdem muss es zwischen 0 und unendlich Ohm einen Punkt auf der Zweidrahtleitung geben, an dem 50 Ohm angenommen werden. Diese soll die Speisestelle werden. Zur Konstruktion könnte man etwa Kupferrohr mit 22 mm Durchmesser wählen und den Abstand der Leiter im unteren Bereich 10 cm. Finde heraus, an welcher Stelle (am Besten in Prozent von der Viertelwellenleitung) man den Speisepunkt wählen muss, um auf 145 MHz eine sehr gutes SWR zu erhalten. Bestenfalls sollte der Imaginärteil fast verschwinden und der Realteil zwischen 47 und 53 Ohm liegen.

Tipps:

- Damit 4nec2 richtig rechnet sollte beachtet werden, dass bei parallelen Leitungen, die Segmente erstens gleich lang und zweitens exakt parallel liegen müssen.
- Bei Benutzung des Optimizers sollte man nicht unbedingt beide Variablen (welche?) gleichzeitig optimieren. Wenn die Antenne schon „ganz gut spielt“, sind kleine Veränderungen vielleicht besser von Hand vorzunehmen. Dabei kann man auch eine Menge lernen.

Lösung:

Bei meinem Strahler ($r=11\text{mm}$, Abstand zwischen den Leitern $d=10\text{cm}$) hat der Halbwellenteil eine Länge von $1,182\text{ m}$. Der Viertelwellenteil ergibt sich daraus. Der Abgriff für die Einspeisung liegt bei $34,67\%$.

