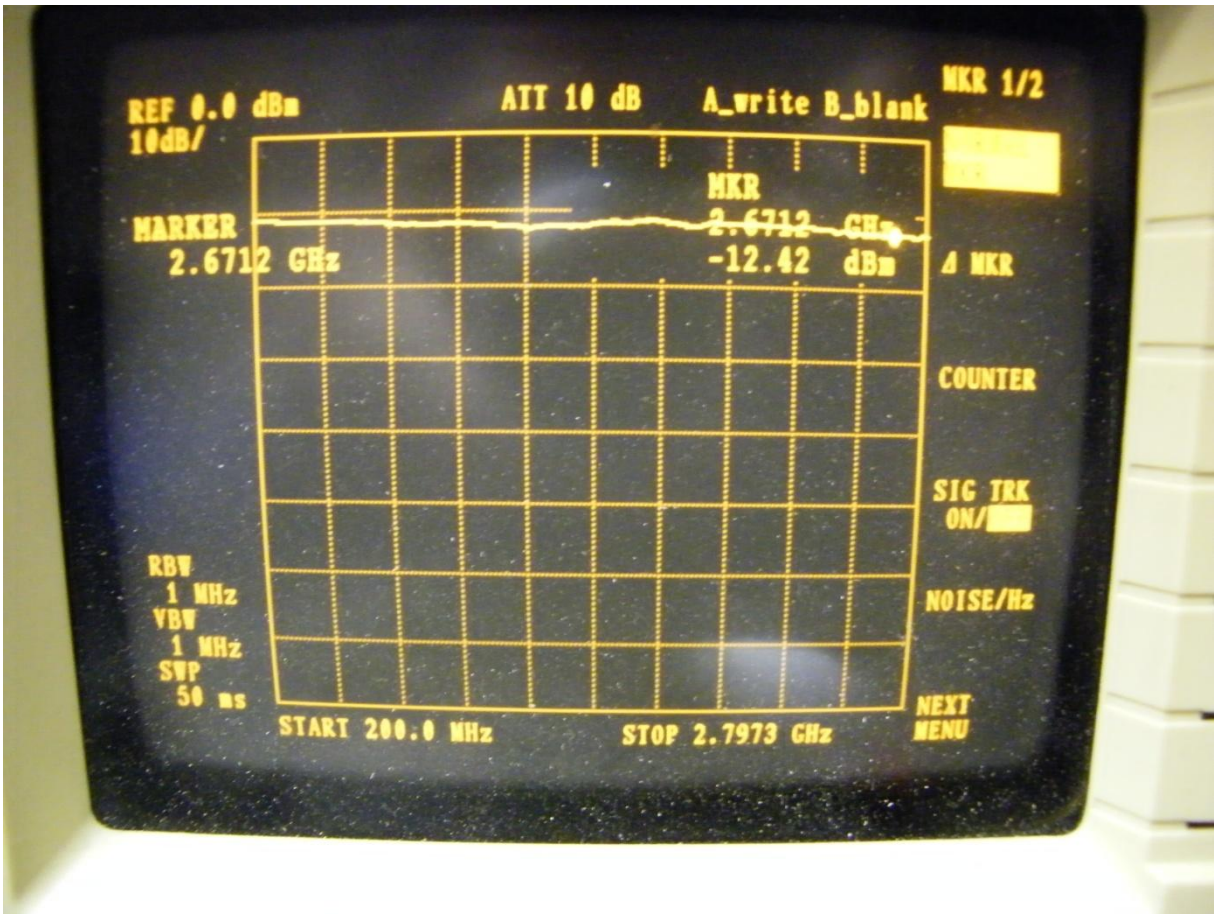
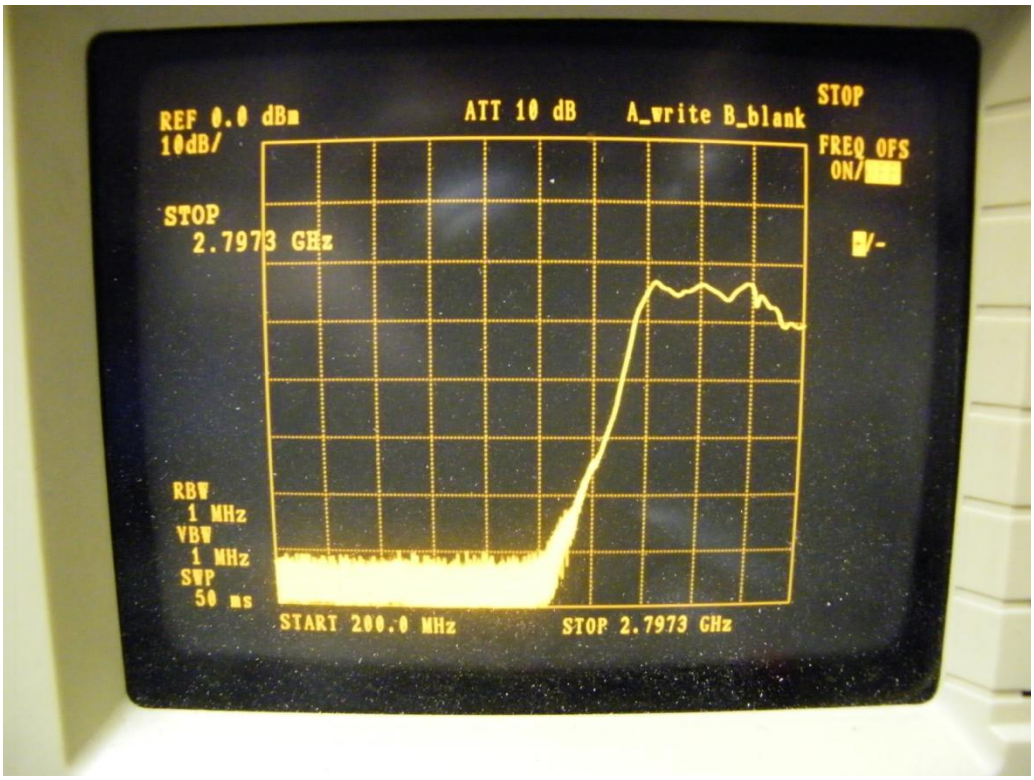
Meine Dosenantennen

Es wurden zwei Dosenantennen gebaut. Näheres dazu später mehr. Die Dosenantennen wurden zentral ausgerichtet gegenüber gestellt. Der Abstand von Öffnungsrand zu Öffnungsrand war 40 cm. Dann wurde ein Spektrumanalysator mit Mitlaufgenerator angeschlossen. Die Kabelverbindungen waren 1m und 40cm. Dazu dienten hochwertige Messkabel, wie man im folgen Bild sehen kann. Es zeigt die direkte Verbindung ohne Antennen.

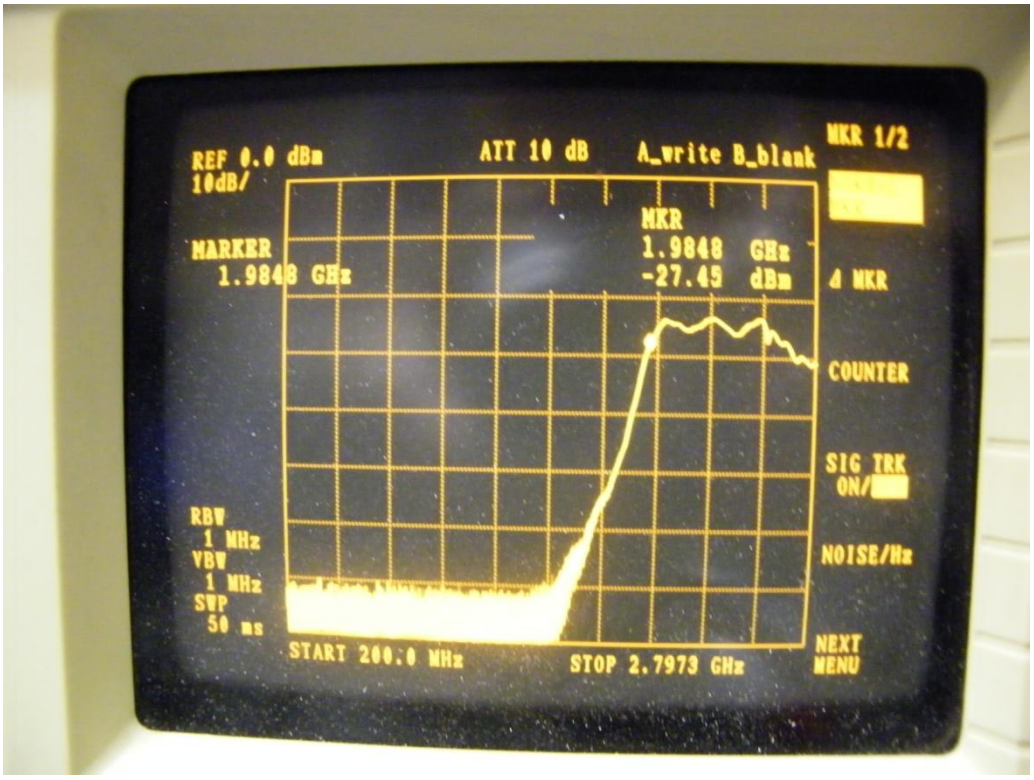


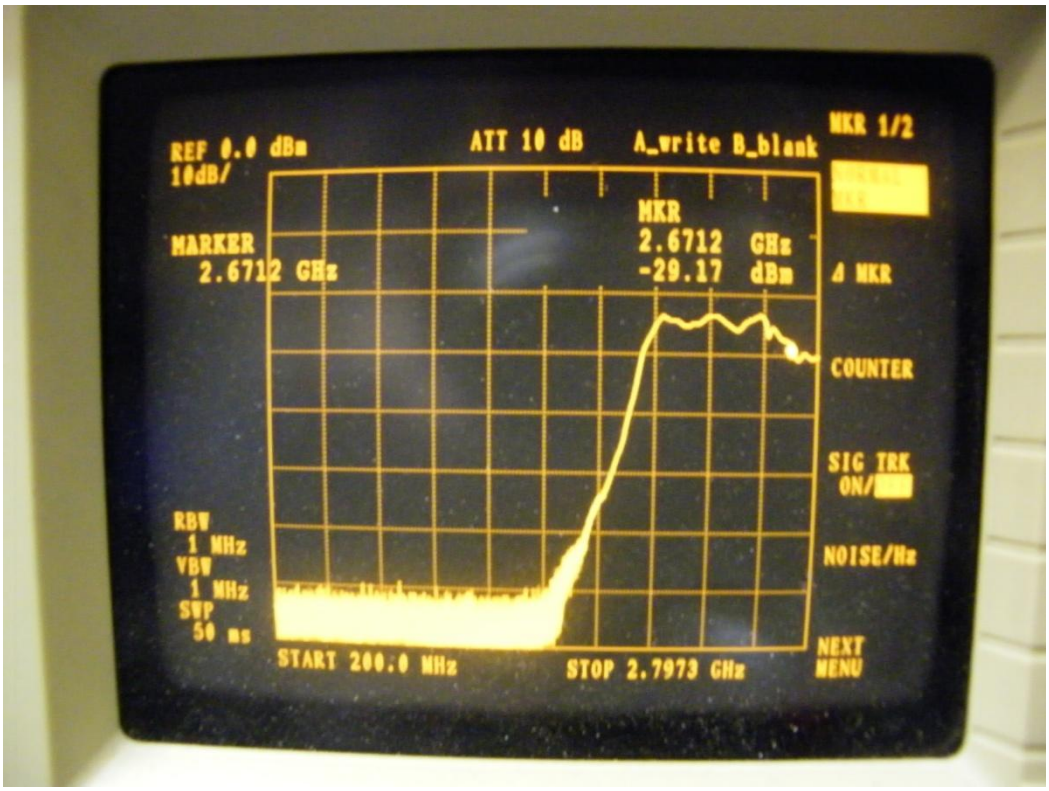
Das Ausgangssignal war 0 dBm. Die Dämpfung vor dem Detektor 10 dB. Im interessierenden Frequenzbereich betrug die Kabeldämpfung max. 2,4 dB.

Es folgt eine Gesamtaufnahme des Durchlassbereiches der Antennen. Man sieht einen relativ glatten Verlauf. Beginnend mit der unteren Cut-Off-Frequenz von etwas über 1,98 GHz. Der Analysator konnte bis 2,8 GHz betrieben werden.



Und hierzu die Frequenzmarken:





Der Ausbreitungsverlust mit den Dosenantennen betrug mehr als 10 dB! Das ist überraschend viel, denn man spricht vom Gewinn einer Dosenantenne von bis zu 6 dBi. Eine Ursache vermutete ich zunächst dahingehend, dass die Dosen von ihrer geometrischen Beschaffenheit nicht optimal waren. Der Dosendurchmesser war 92 mm. Die Länge sehr genau 123,3 mm. Und der Einspeisepunkt lag bei 49,7 mm vom hinteren Deckel(innen). Der Strahler war ein 1,5 qmm CU-Blankdraht von 30,7 mm Länge. Es wurde eine SMA-Buchse eingebaut. Allerdings handelt es sich um gekürzte Klobürstenbehälter aus dem Baumarkt. Sie bestehen aus V-Stahl mit polierter Oberfläche.

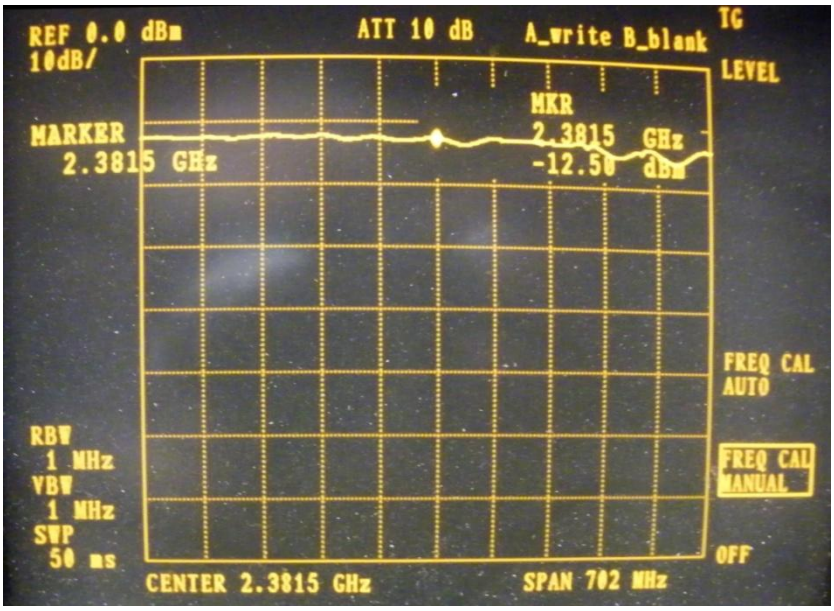
Mit den Dosenantennen möchte ich eine kurze Richtfunkstrecke zur Demonstration aufbauen. Die Schüler in meiner Technik-AG können hiermit erfahren, wie sich Radiowellen verhalten. U.a. möchte ich zeigen, wie sich Radiowellen mit Hilfe einer Metallplatte spiegeln bzw. umlenken lassen. Als aktive Module ist geplant, fertige Kleinsttransceiver zu verwendet, die im ISM-Band um 2,4 GHz arbeiten. Auf der Empfangsseite dient ein Zeigerinstrument für den Nachweis der Signalstärke.

Die Dosen

Das Foto zeigt sie innen und außen. Die Länge wurde mit der Flex(spezielle Trennscheibe) zugeschnitten. Dabei entsteht leider ein gefährlicher Rand, den ich mit Isolierband entschärfte.

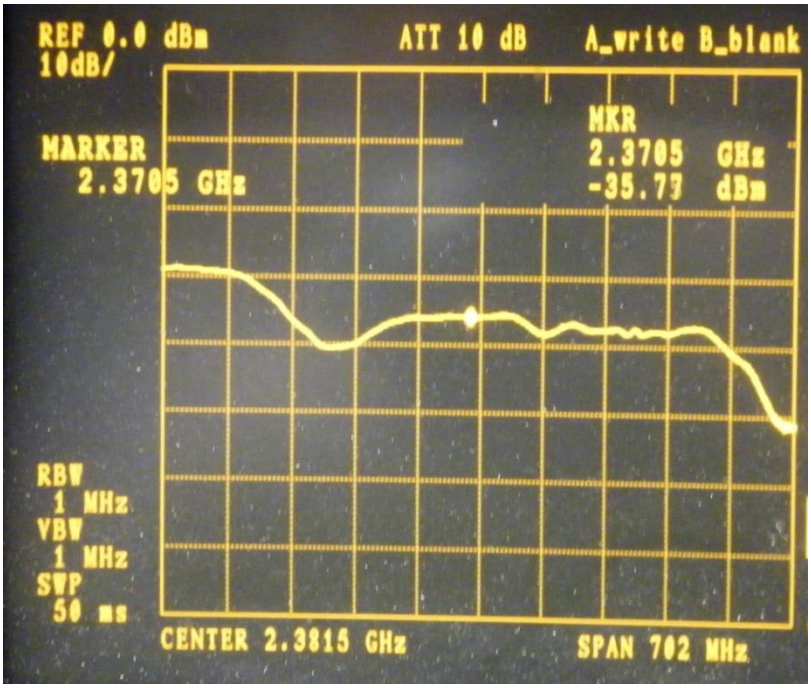
Nahfeld

Zunächst wurden die Dosen direkt aufeinander gestellt; beide Strahler nicht gegeneinander verdreht. Man sieht keinen Strahlungsverlust. Lediglich die Kabeldämpfung macht sich unverändert bemerkbar. Also steht nun fest, dass es sich um eine Feldstärkeminderung durch Ausbreitung handelt.



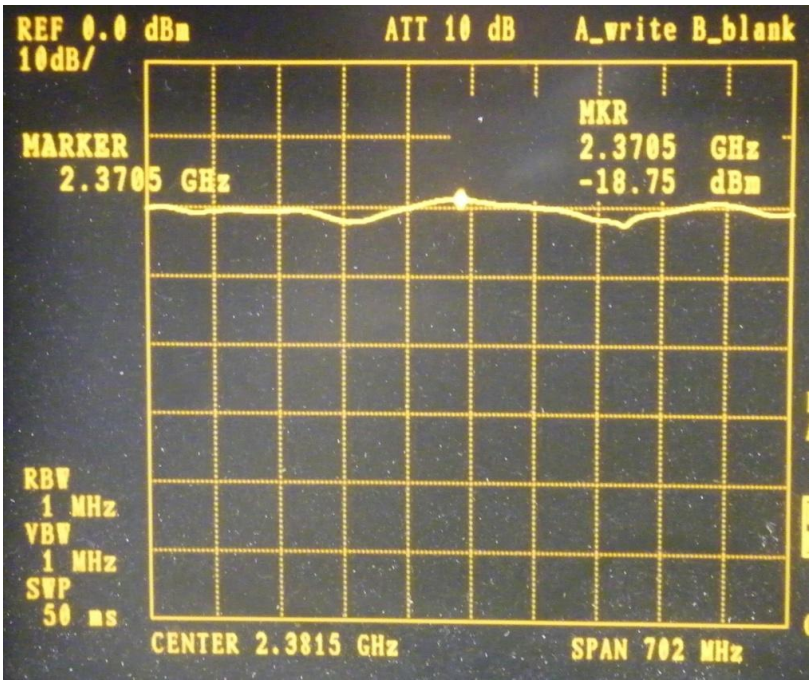
Polarisation

Nun wurden die Dosen im Abstand von 8cm gegenüber angeordnet. Zunächst mit um 90 Grad verdrehten Strahlern. Die Polarisationsebenen standen also senkrecht zueinander.



Der Polaritätsverlust ist hier im Nahfeld ca. -35,7 dBm - -18,7 dBm = 17 dB.

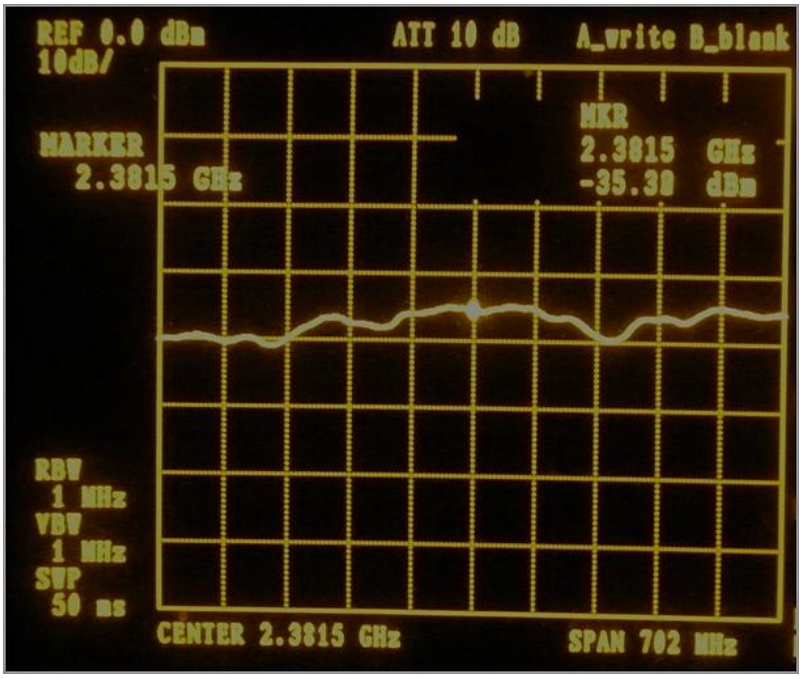
Danach wurden die Dosen so ausgerichtet, dass beide Strahler unverdreht in derselben Ebene lagen.



Man erkennt aber den Ausbreitungsverlust, der bei 8cm Abstand schon > 6 dB ist.

Fernfeld

Erst ab ca. 70cm Abstand kann man vom Fernfeld ausgehen. Es wurde nochmal die Strecke verlängert. Dabei waren die beiden Lambda/4-Strahler in derselben Ebene, um Verluste durch unterschiedliche Polarisation zu vermeiden. Im Bild sieht man deutlich den Abfall der Leistung bei größerer Entfernung. Aber es ist auch zu erkennen, dass die Antennen einen unerwartet flachen Frequenzgang haben,



obwohl ringsumher alle möglichen Gegenstände reflektierten. Bei einer vollkommen freien Strecke wird er noch flacher!

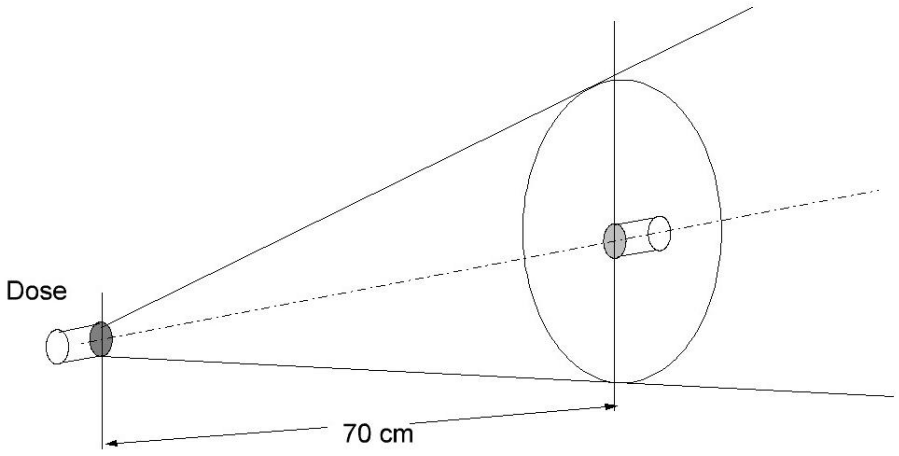
Der Streckenverlust erhöhte sich um -35 dBm(70cm) - 25 dBm(40cm) = 10 dB bei einer Verlängerung des Abstandes um 30 cm. Das hatte ich nicht erwartet, ist aber annähernd proportional zur Verdoppelung der Entfernung! Wenn hierdurch die Fernfeldminderung beschrieben sein sollte, wird man im WLAN Strecken von nur einigen Metern sicher überbrücken. Eine größere Reichweite ist nur möglich, weil die Empfänger das Signal genügend verstärken.

Strahlungsleistung

Die Empfangsleistung ist im Fernfeld proportional der Strahlungsfläche, die die Empfangsdose erhält. Die nachfolgende Skizze erklärt die geometrischen Verhältnisse und die Verteilung der Energie. Daraus lässt sich der Öffnungswinkel berechnen.

Öffnungswinkel meiner Dosenantennen

DF8ZR



P = -2,6 dBm P = -22,6 dBm

Delta P = 20 dB << 1/100 der Strahlungsleistung an der Front der Antenne

die Öffnungsfläche ist 92mm <> 66,4 qcm;

die Strahlfläche in 70 cm ist 100 mal größer

der zugehörige Durchmesser der Strahlungsfläche ist 92cm

der Öffnungswinkel ist demnach aus Tangens 46cm / 70cm --> 33,3 Grad x 2 = 66,6 Grad

Das sieht doch plausibel aus, oder? Präzise müsste man ein sphärisches Modell betrachten. Der Unterschied im Ergebnis wäre aber marginal.

Fazit

Die Dosenantennen sind auf kurze Entfernung schon sehr richtungsempfindlich. Und das ist die gewünschte Eigenschaft, die ich erreichen wollte. Der „Gewinn“ der Antennen ist für den beschriebenen Einsatz unbedeutend.

DF8ZR, 02.12.2011