



Bachelor-Arbeit

Zum Verfasser

Thema: Numerische Optimierung von Hornantennen mit dielektrischer Innenbeschichtung

Verfasser: Harald Gillich

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Klaus W. Kark
Prof. Dr.-Ing. Siegfried Osterrieder

2007: Abitur
2007-2009: Studium
Physikalische Technik
2009-2013: Studium Elektro- und Informationstechnik mit Fachrichtung Kommunikationstechnik



Aufgabenstellung

In dieser Arbeit soll gezeigt werden, ob es möglich ist, mit einem Kegelhorn ähnliche Kreuzpolarisationswerte zu erhalten, wie dies mit einem Rillenhorn möglich ist. Es soll überprüft werden, ob mittels einer dielektrischen Innenbeschichtung oder sogar einer dielektrischen Füllung die Kreuzpolarisation bei einem Kegelhorn verbessert werden kann.

Rillenhörner sind verglichen mit einfachen Kegelhörnern in ihrer Struktur komplex und teuer in der Herstellung. Wenn also die Kreuzpolarisationsanforderungen an die Antenne nicht extrem hoch sind, könnte es möglich sein, dielektrisch gefüllte Kegelhörner zu verwenden. Die Anwendungsgebiete könnten Satellitenfunk oder die Speisung von Reflektorantennen sein. Um das gleichzeitige Übertragen von vertikaler und horizontaler Polarisation zu gewährleisten, muss die Kreuzpolarisation einen kleinen Wert aufweisen. Diese Arbeit wurde mit Hilfe von CST Microwave Studio, einem Programm zur numerischen Untersuchung von Hochfrequenzschaltungen, durchgeführt.

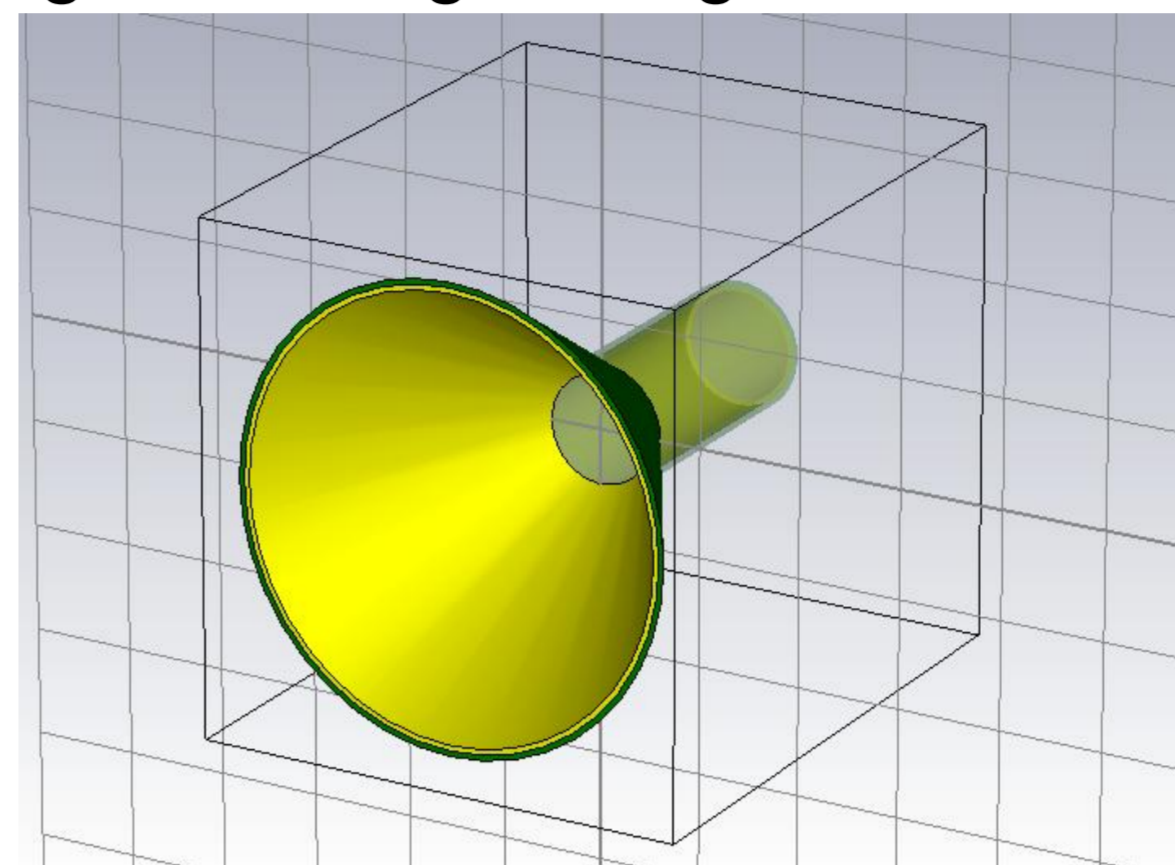
Forderungen

Die Forderungen an das Kegelhorn lauteten wie folgt:

- Anwendung im X-Band
- Alternative zum Rillenhorn
- Kostengünstige Herstellung
- Verbesserung der Kreuzpolarisation um 10 dB
- Breitbandiges Verhalten

Informationen zum Kegelhorn

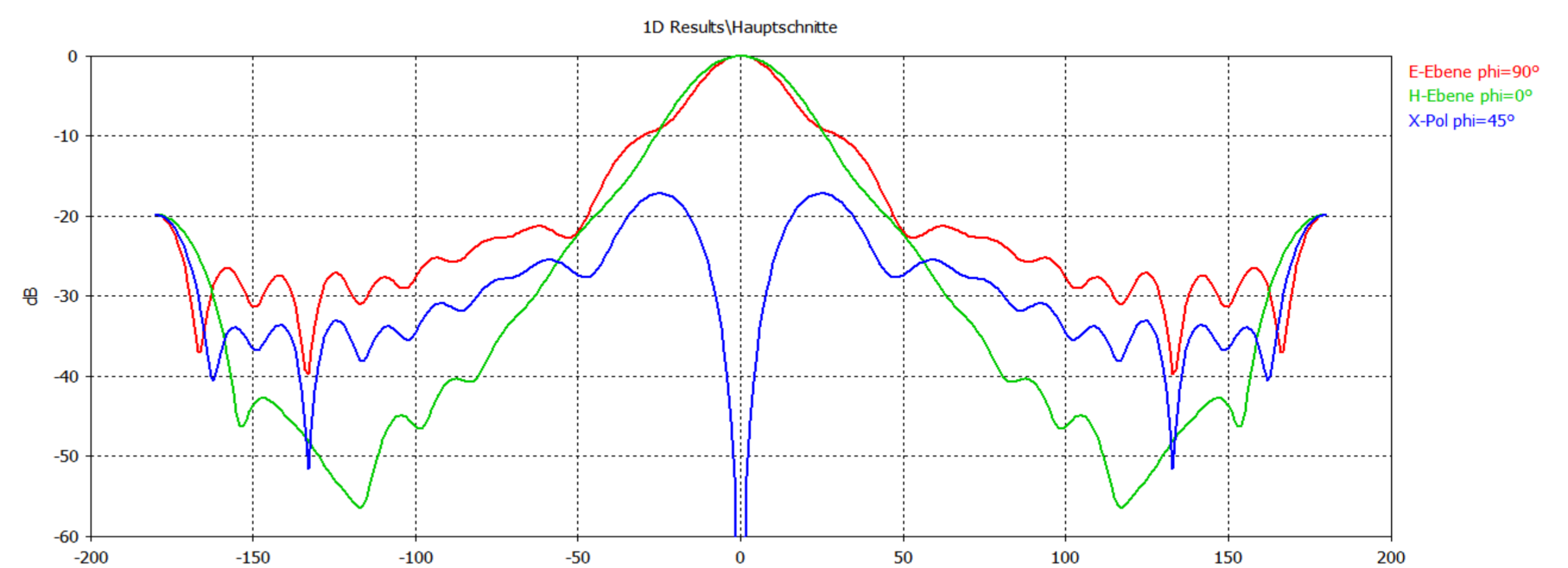
Beim vorgegebenen Kegelhorn handelte es sich um ein optimales Kegelhorn, das bei gegebener Apertur maximalen Gewinn aufweist. Die Kreuzpolarisation liegt dabei bei -17,5 dB. Das Kegelhorn wurde für das X-Band und einer Wellenlänge von 30 mm entworfen. Als Speisung wurde ein C104 Rundhohlleiter verwendet. Die folgende Abbildung zeigt das CAD-Modell des glattwandigen Kegelhorns. Die Anregung erfolgte mit der H_{11} -Grundwelle.



Geometrische Daten

Aperradius: 40,5 mm
Achslänge Apertur bis Apex: 69,95 mm
Steigungswinkel: 30°
HL-Durchmesser: 20,244 mm
Grenzfrequenz H_{11} - Welle f_c : 8,679 GHz
Frequenzbereich: $1,07 \cdot f_c < 1,3 \cdot f_c$

Richtdiagramme



Dielektrisch gefülltes Kegelhorn

Bei den Untersuchungen stellte sich heraus, dass ein Kegelhorn, gefüllt mit drei verschiedenen Dielektrika, ein gutes Verhalten bezüglich der Kreuzpolarisation aufwies. Die verwendeten Dielektrika waren:

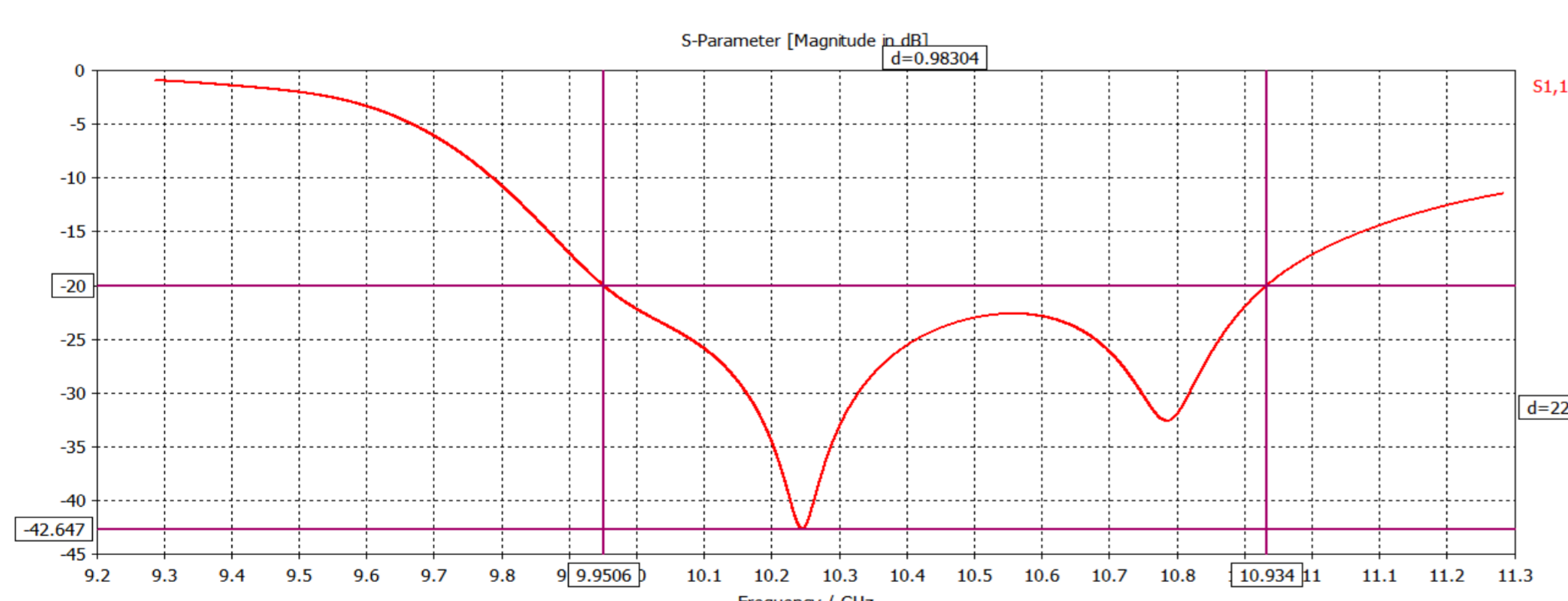
- Rohacell $\epsilon_r = 1,07$ (hellblau, äußeres Dielektrikum)
- Teflon $\epsilon_r = 2,1$ (grau, mittleres Dielektrikum)
- Polystyrol $\epsilon_r = 2,55$ (dunkelblau, inneres Dielektrikum)

Damit ergab sich das folgende CAD-Modell.



Kreuzpolarisation und S_{11} -Parameter

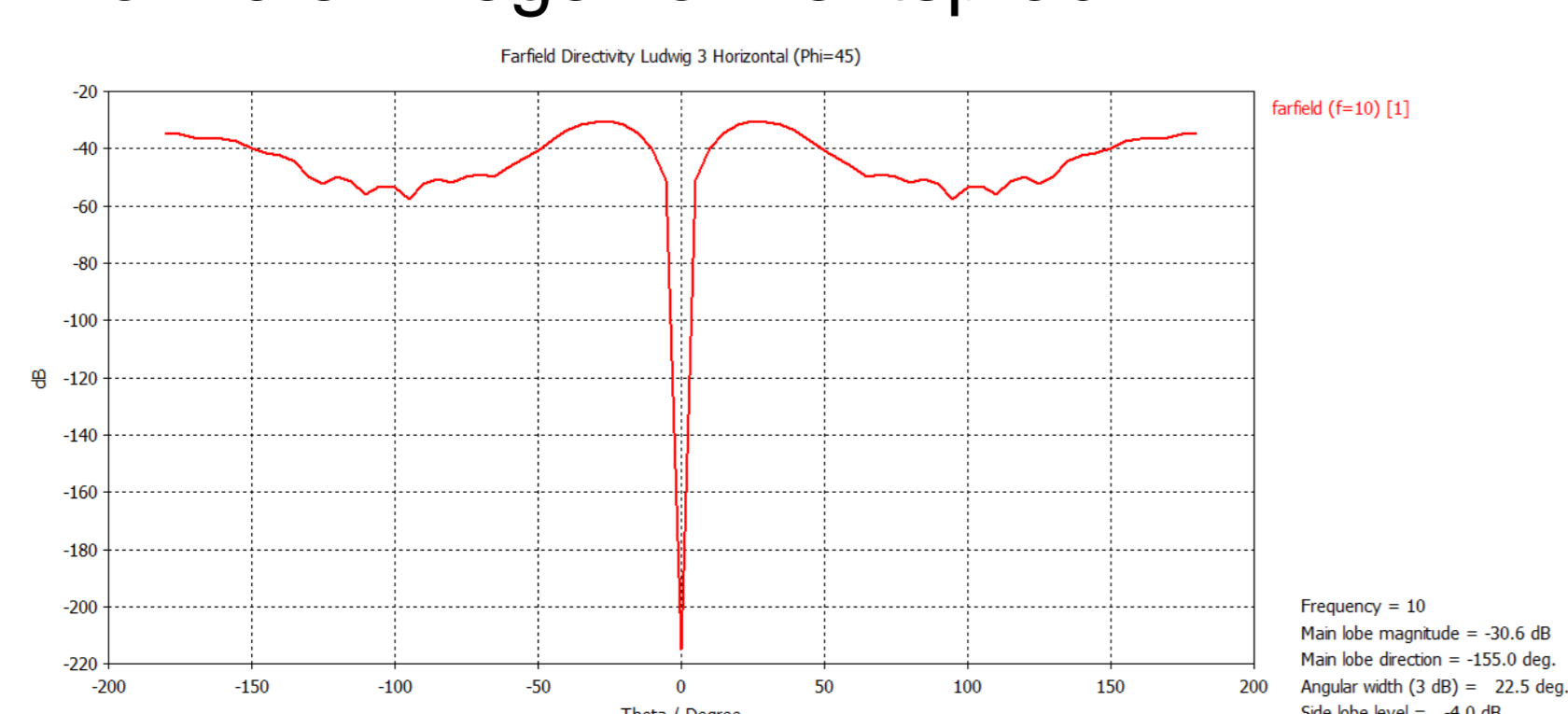
Um eine möglichst große Bandbreite zu erzielen, wurde im Hohlleiter eine metallische Anpassung integriert. Die Anpassung ist in ihrem Querschnitt keilförmig. Die S_{11} -Parameter sind im folgenden Diagramm dargestellt.



Die relative Bandbreite ergab sich zu:

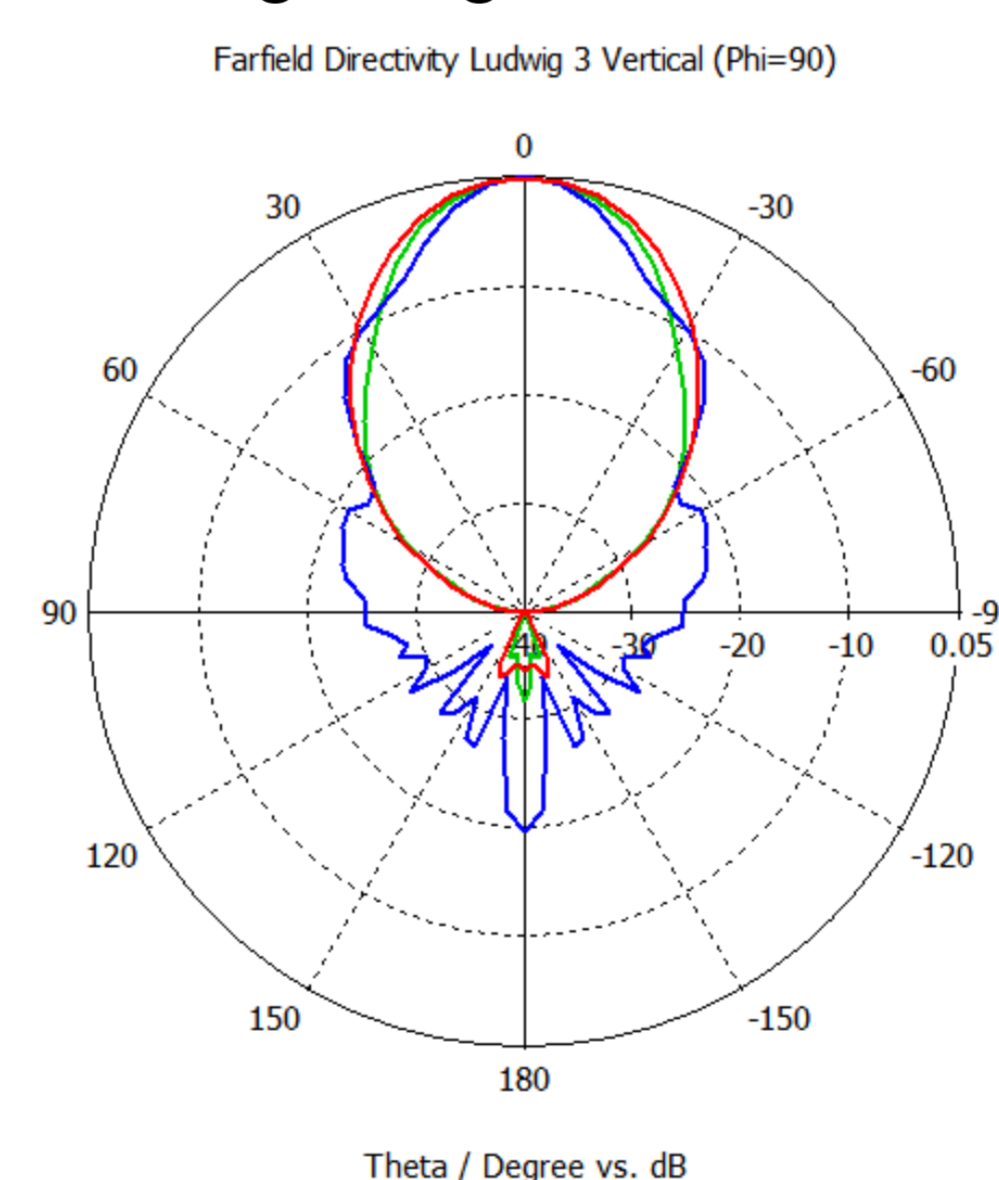
$$B_{rel} [\%] = 100\% \cdot \frac{10,934 - 9,9506}{10,5} = 9,37\%$$

Die Kreuzpolarisation bei 10 GHz brachte den folgenden Verlauf. Der Maximalwert lag dabei etwa bei -30 dB, was einer Verbesserung von 13 dB gegenüber dem normalen Kegelhorn entspricht.



Vergleich Rillenhorn, Kegelhorn und dielektrisch gefülltes Kegelhorn

Zum Abschluss wurden das Kegelhorn, das Rillenhorn und das entworfene dielektrisch gefüllte Horn noch miteinander verglichen. Dabei sollte gezeigt werden, dass das dielektrisch gefüllte Horn eine Alternative zu Rillenhörnern bei Anwendungen, die nicht so hohe Kreuzpolarisationsanforderungen haben, sein kann. Die Hörner hatten alle dieselben geometrischen Abmessungen, bezüglich ihrer Länge und des Öffnungswinkels. In der folgenden Darstellung werden die kopolaren Diagramme der E-Ebene, in polarer Darstellung der drei Hörner gezeigt.



Speziell der Vergleich von Kegelhorn (blau) zu dielektrisch gefülltem Kegelhorn (rot) zeigt, dass sich vor allem die Nebenkeulen und Rückkeulen stark reduzieren ließen.

Beim Betrachten der Kreuzpolarisation der drei Hörner zeigten sich die in der folgenden Darstellung gezeigten Verläufe. Der Vergleich zeigt, dass das dielektrisch gefüllte Kegelhorn in den niedrigeren Frequenzen nur ca. 10 dB schlechter ist als das Rillenhorn und 12 dB besser als das Kegelhorn. Mit den höheren Frequenzen vergrößert sich die Differenz zum Rillenhorn und verkleinert sie sich zum Kegelhorn. Dennoch ist das dielektrisch gefüllte Kegelhorn 5 dB bis 12 dB besser als das Kegelhorn. Es könnte also bei Anwendungen, bei denen die Kreuzpolarisation nicht so extrem kritisch ist, als Alternative zum Rillenhorn verwendet werden.

