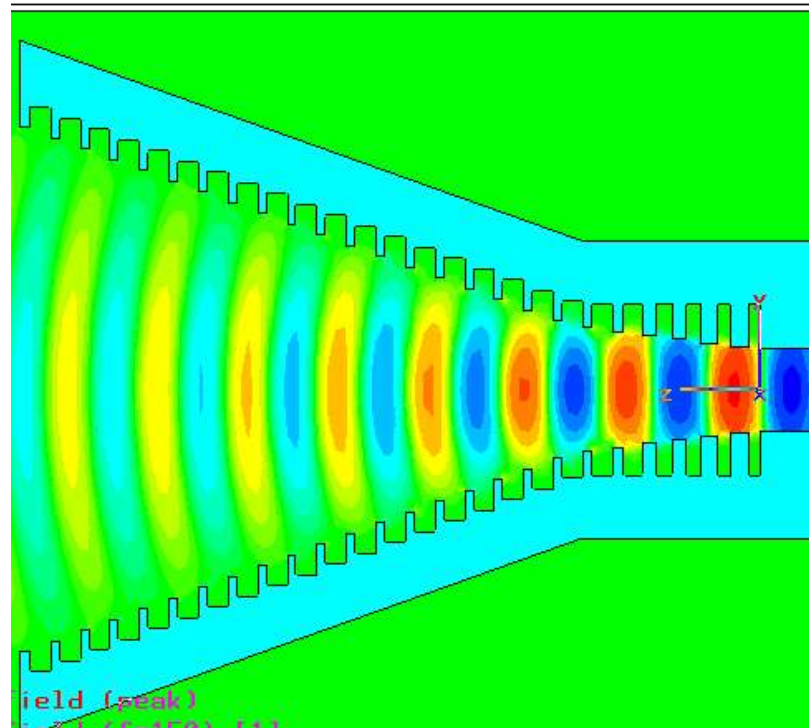


Bachelor-Vortrag

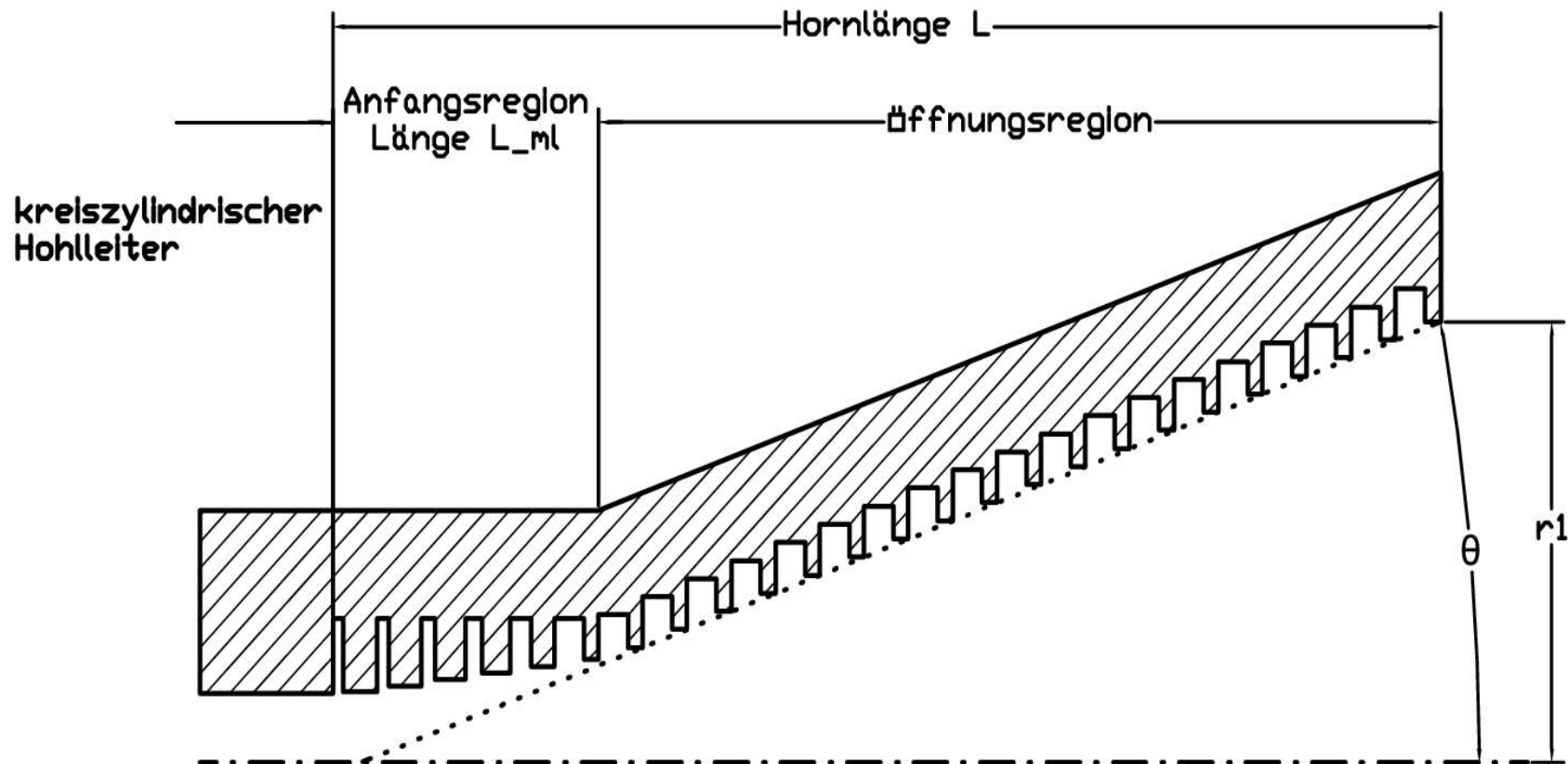
Rillenhörner



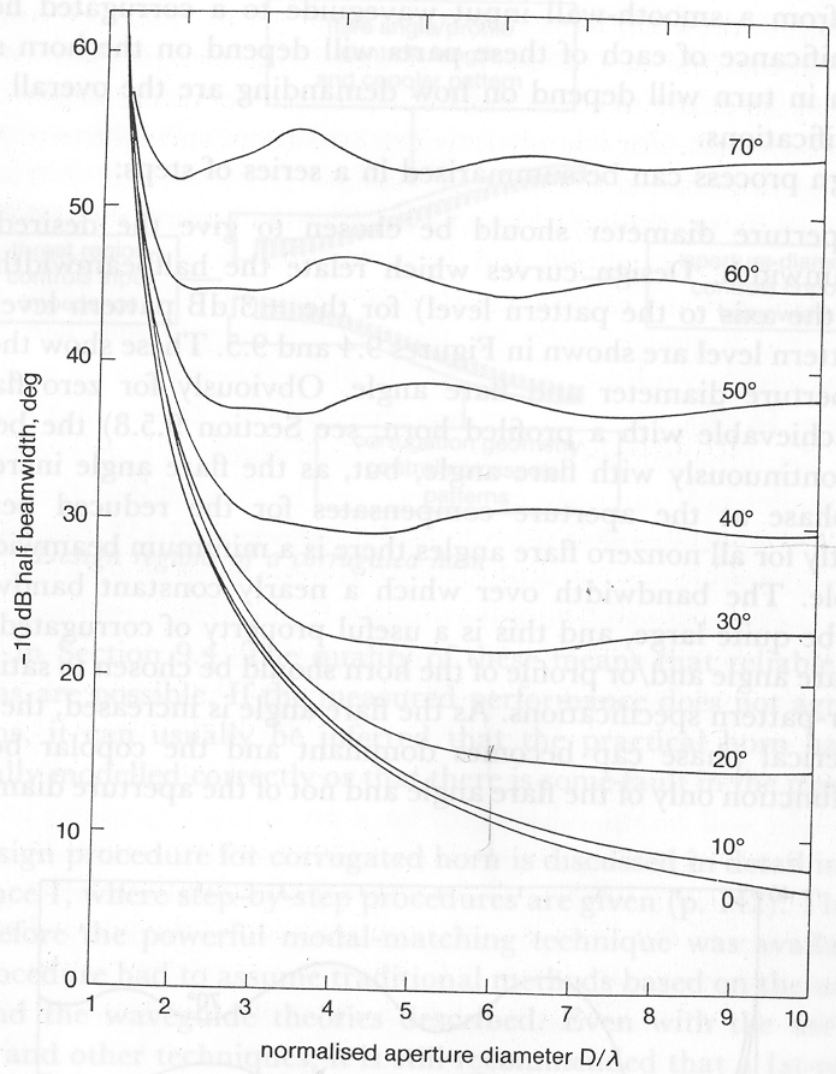
Überblick

- Theorie
- Matlabmodelle
- Simulationen in *CST Microwave Studio*
- Herstellung
- Zusammenfassung

Aufbau von Rillenhörnern



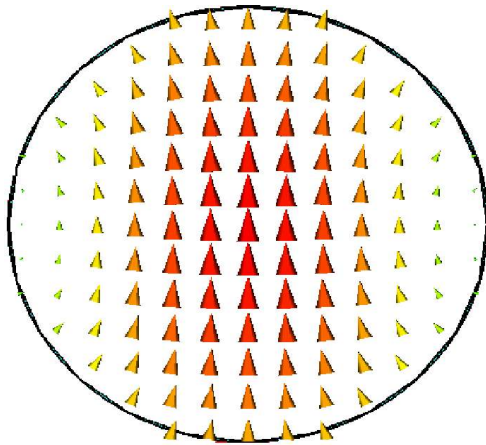
Rillenhorntypen



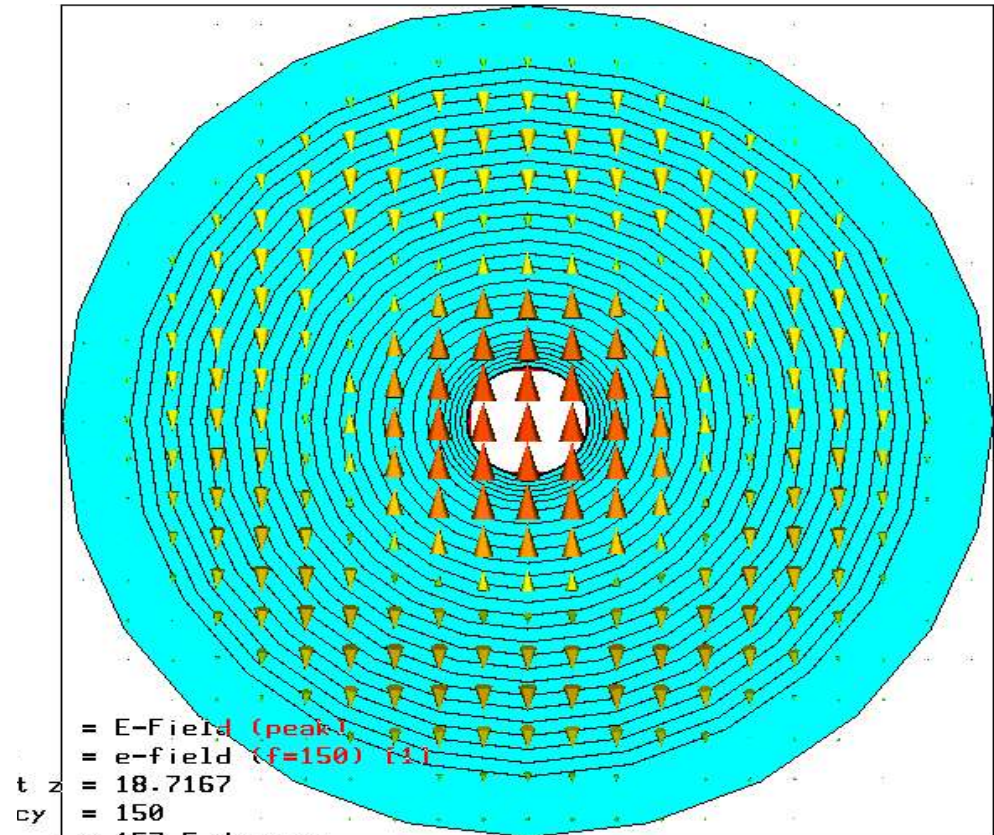
- Aperturkontrolliert (Winkel $< 20^\circ$)
- Öffnungswinkelkontrolliert (Winkel $> 20^\circ$)
- Profilierte Hörner (nicht-lineares Profil)

In dieser Arbeit: nur
aperturkontrollierte
Rillenhörner mit einem
Öffnungswinkel $< 20^\circ$

Physikalischer Effekt

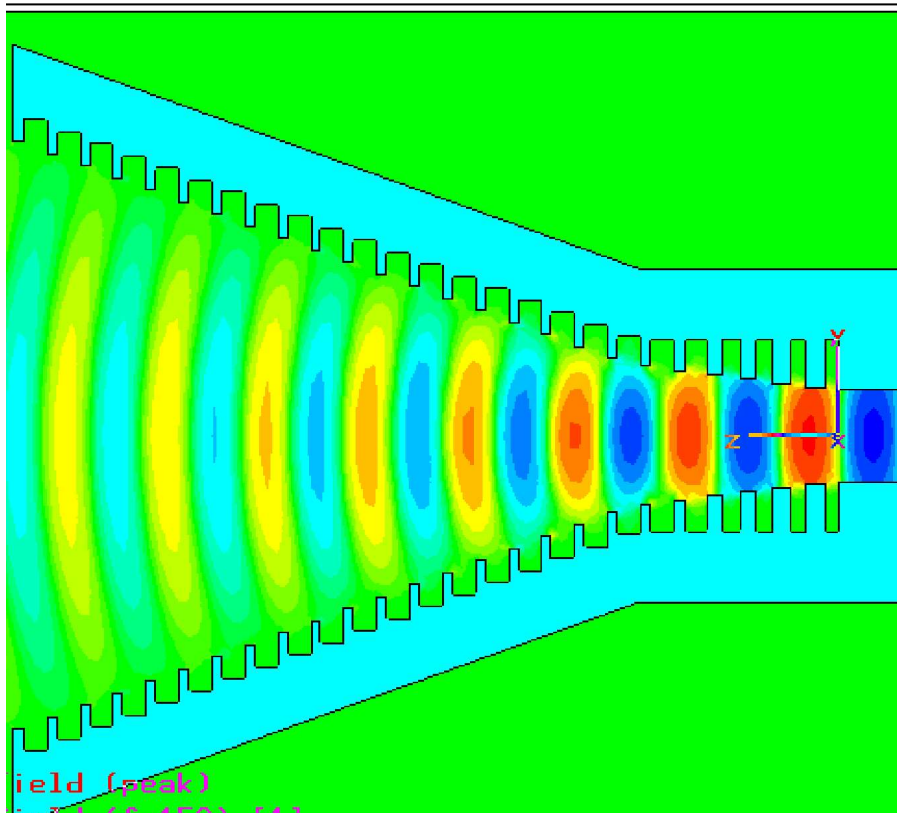


TE_{11}



HE_{11}

Physikalischer Effekt

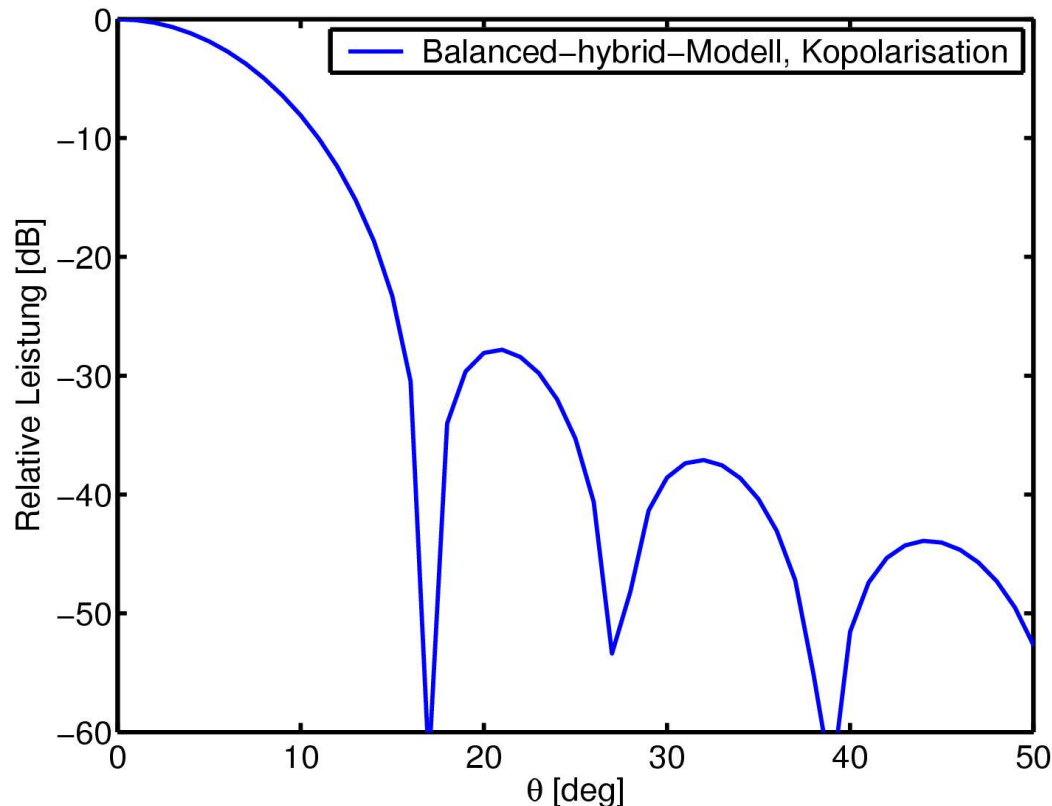


- Überführung der TE_{11} Eigenwelle in eine hybride HE_{11} Eigenwelle
- Unterschiedliche Randbedingungen für E- und H-Feld an metallischer Oberfläche
- Rillenstruktur -> gleiche Randbedingungen (E/H-Feld in radialer und axialer Richtung, nicht in Umfangrichtung)

Balanciert hybrider Zustand

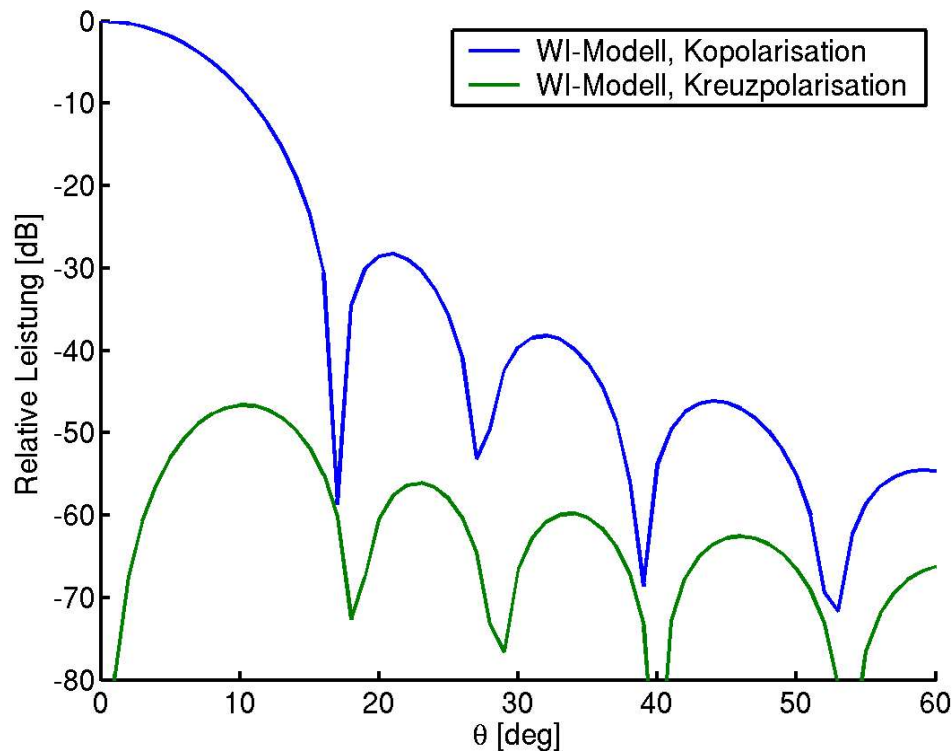
- Annäherung der Rillenstruktur als gleichmäßige Oberfläche
(Voraussetzung: mehr als 3 Rillen/Wellenlänge)
- Oberflächenimpedanz unendlich für $d = \lambda/4$
(Kurzschluß transformiert in Leerlauf)
- “Balanciert hybrider Zustand”
- Amplitude kreissymmetrisch
- linear polarisiert

Modell der Balanciert hybriden Bedingungen (BH)



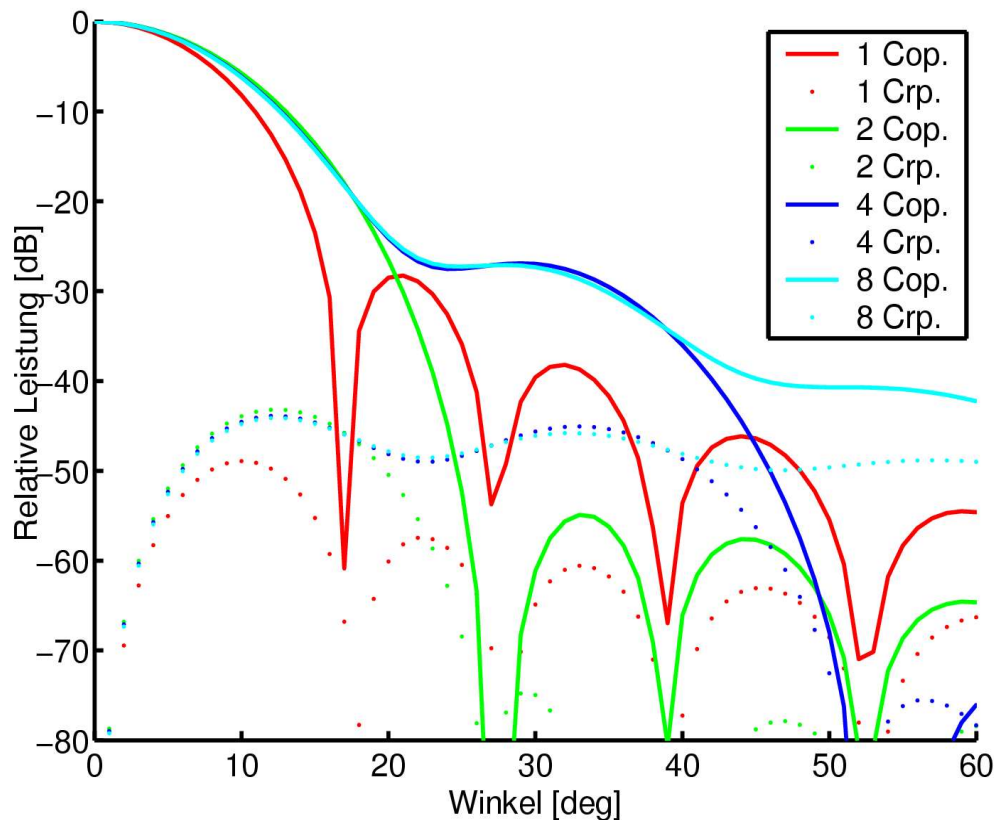
- Besselfunktion 1. Ordnung an der Apertur
- Nur Kopolarisation
- Gute Näherung in Hauptstrahlrichtung
- sehr einfach

Wandimpedanzmodell (WI) (1)



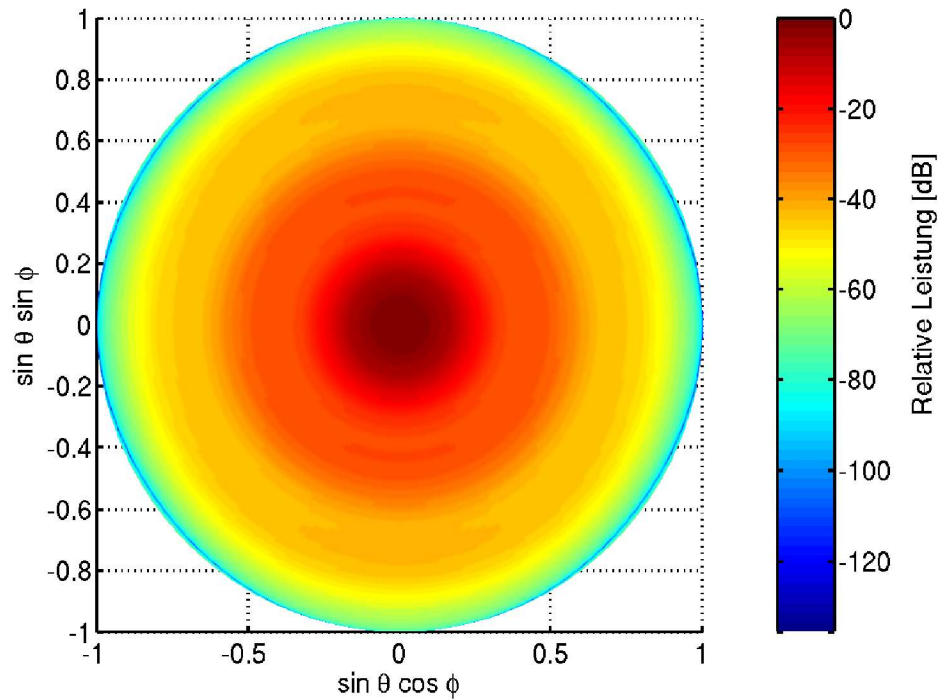
- Einbeziehung der Rillengeometrie
- Aussage über Ko- und Kreuzpolarisation
- Lösungen der charakterischen Gleichung -> Moden

Wandimpedanzmodell (2)

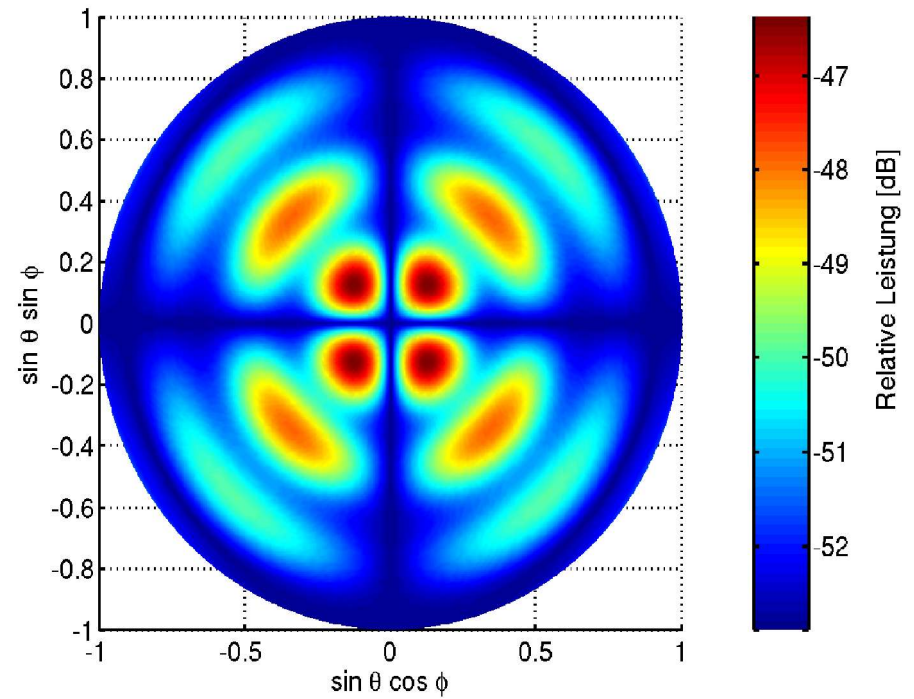


- Genauerer Verlauf bei Berücksichtigung mehrerer Eigenwellen
- Mehr als 8 nicht sinnvoll

Wandimpedanzmodell (3)

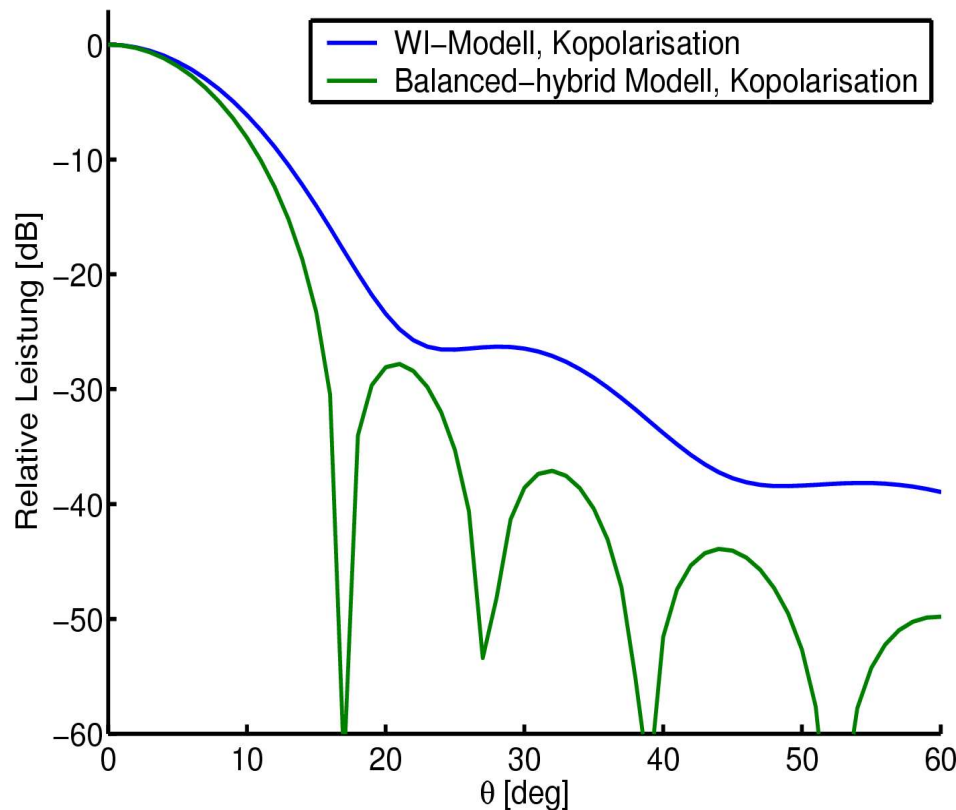


Kopolarisation



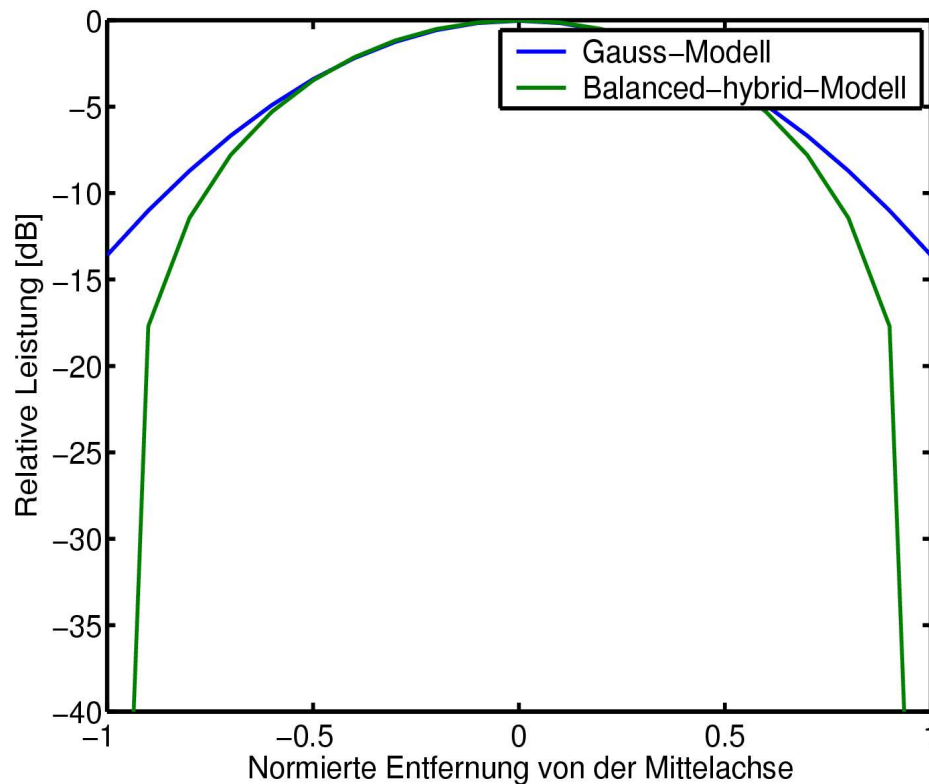
Kreuzpolarisation

Wandimpedanzmodell und Balanciert-Hybrides-Modell



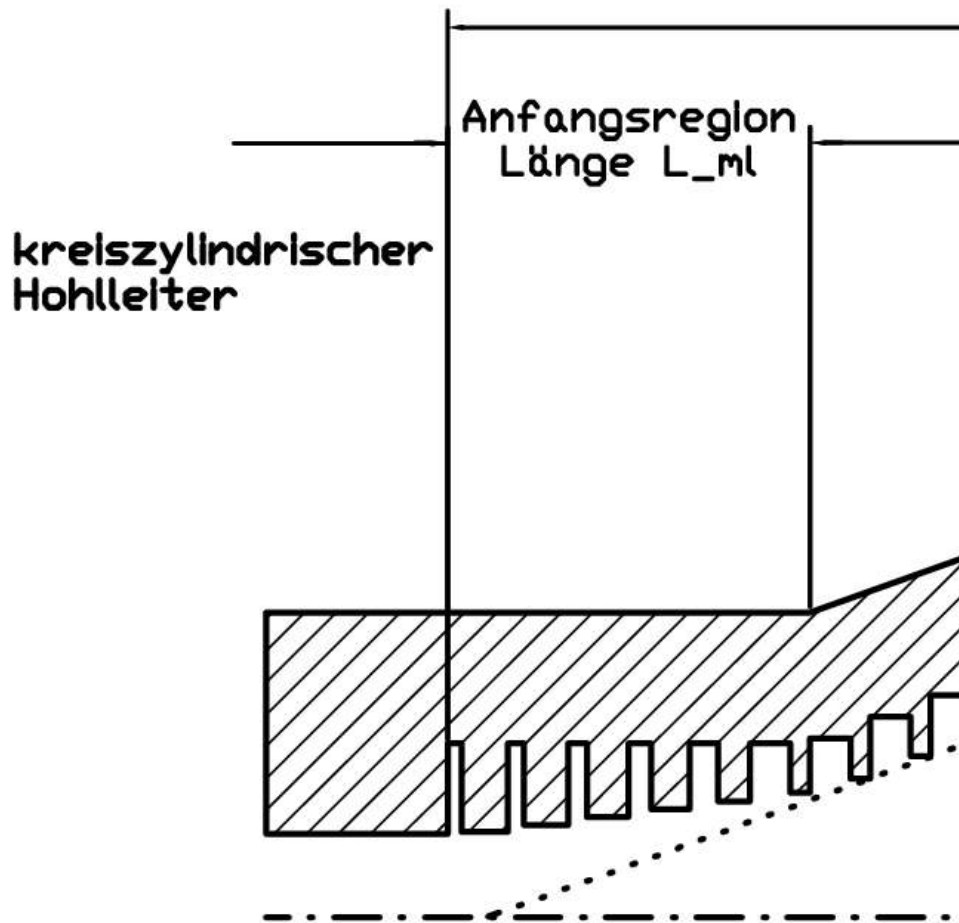
- WI-Modell genauer bei höherer Modenanzahl
- Hauptstrahlrichtung sehr ähnlich

Gaußmodell



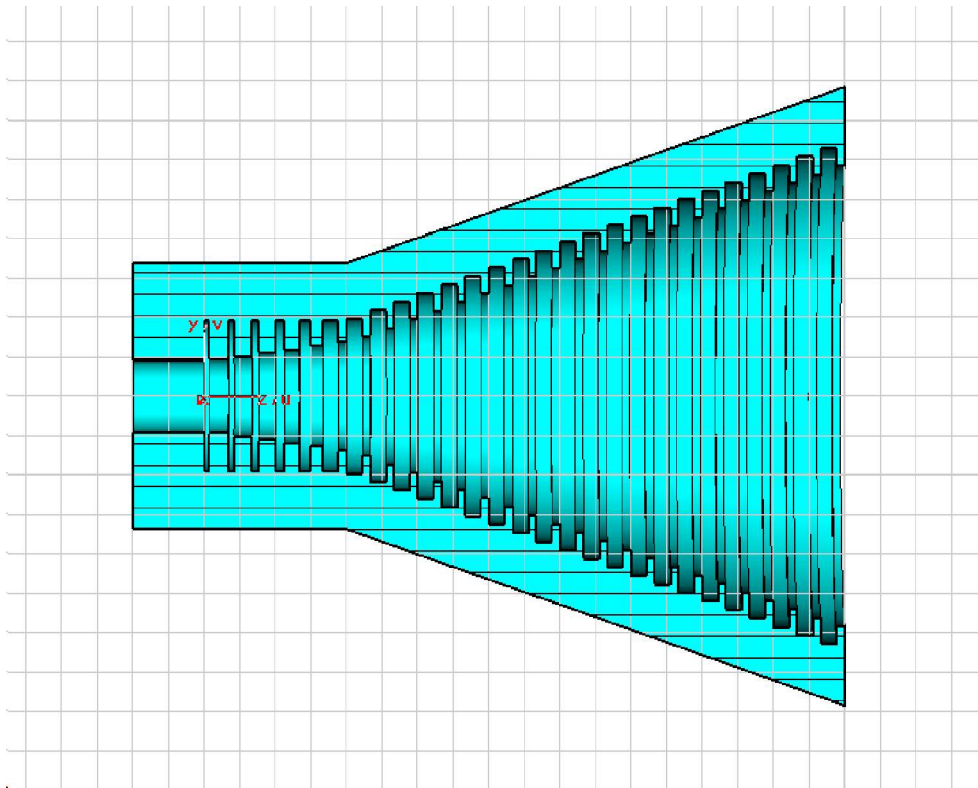
- Gaußfunktion ist der Besselfunktion sehr ähnlich (an der Apertur)
- nur Kopolarisation
- einfache Formeln
- geeignet für optische Aufbauten

Anfangsregion



- Anpassung an den kreiszyklindrischen Wellenleiter
- Variation der Rillenbreite und Rillentiefe (von $\lambda/2$ auf $\lambda/4$)
- langsamer Übergang
- hohe Bandbreite

Simulation in CST Microwave Studio

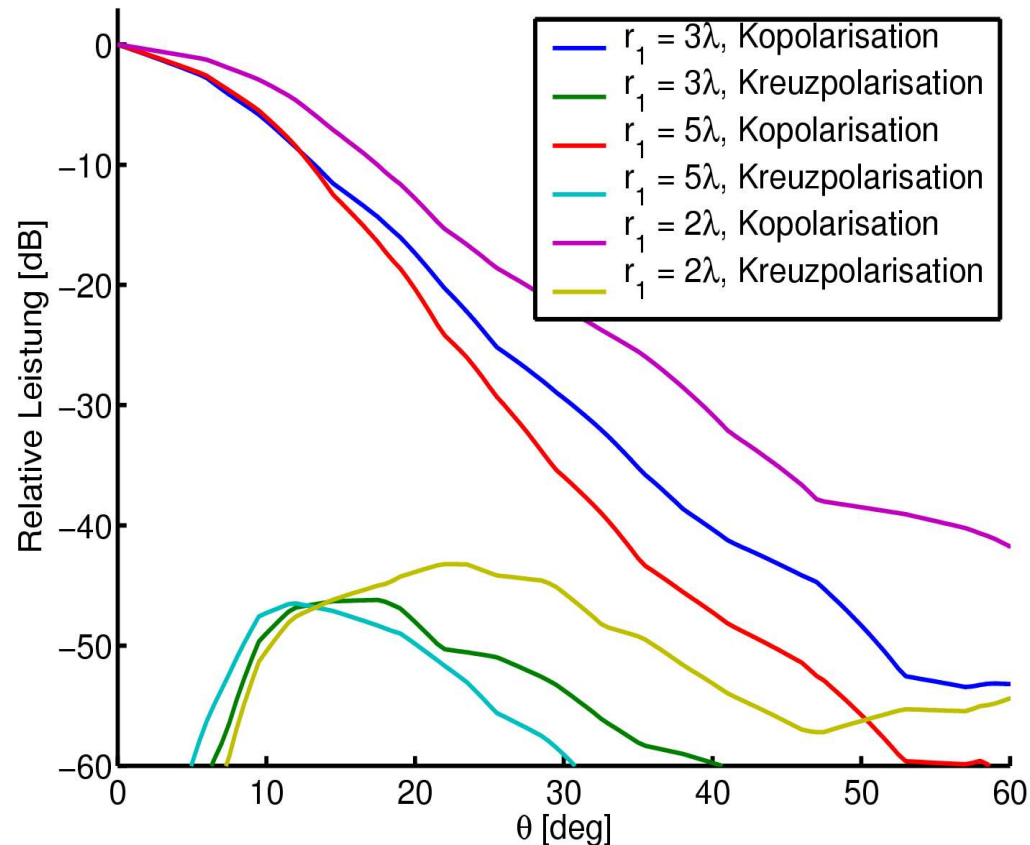


- Eingabe der Hörner mit Hilfe eines Makros
- sehr feine Strukturen
- viele Gitterzellen
- hoher Rechenaufwand

Simulationsparameter

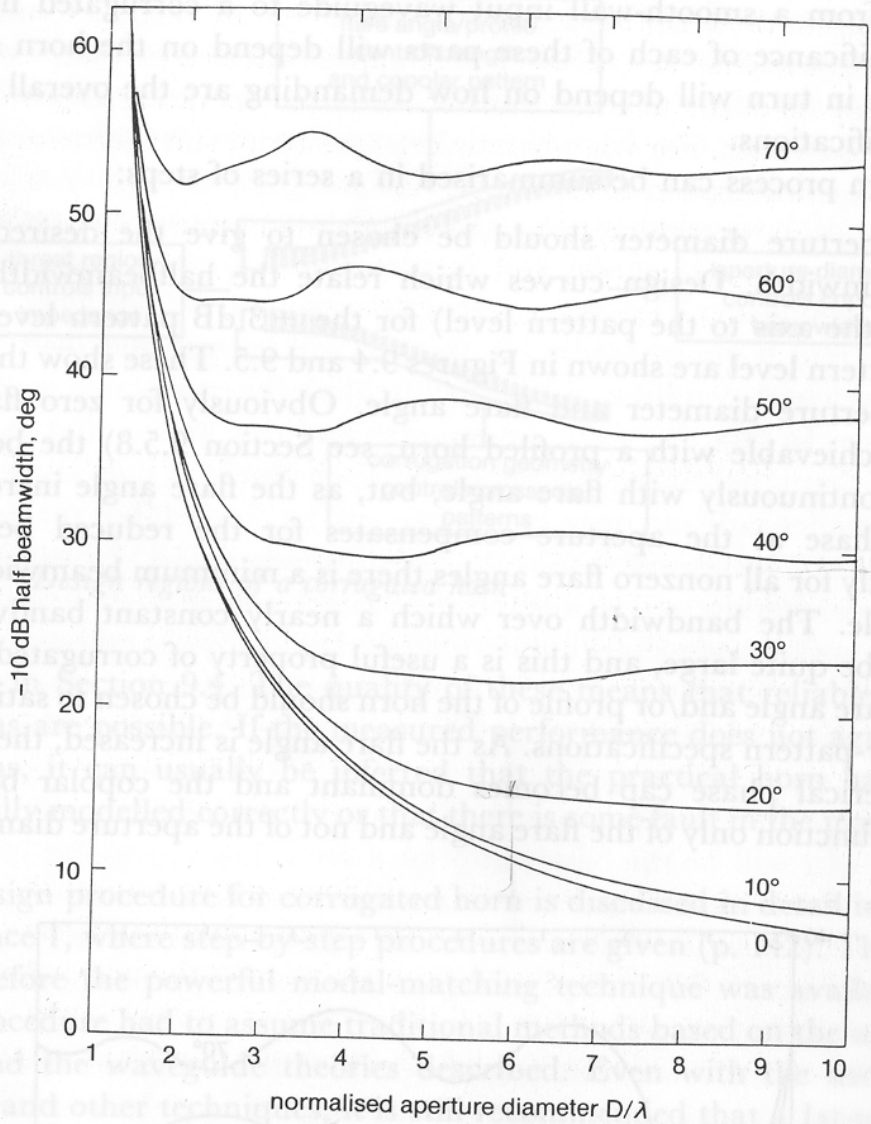
- Aperturradius
- Öffnungswinkel
- Tiefe der Rillen
- Dichte der Rillen
- Anfangsregion: mit/ohne, Länge
- Frequenz 150 GHz, Wellenlänge 2mm, Rillentiefe 0,5mm

Einfluss des Aperturradius'



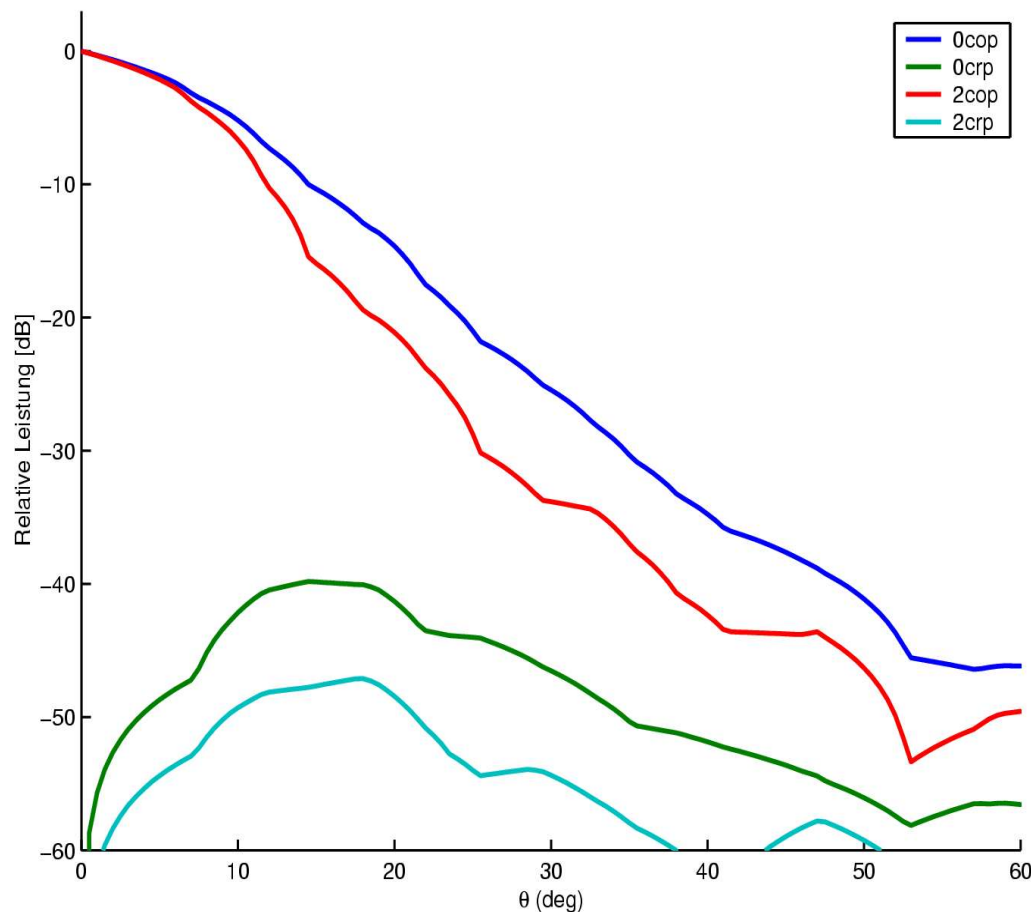
- größerer Radius -> niedrigere Strahlbreite
- Kreuzpolarisation fast unverändert

Einfluss des Öffnungswinkels



- Abhängigkeit der Strahlbreite vom Öffnungswinkel

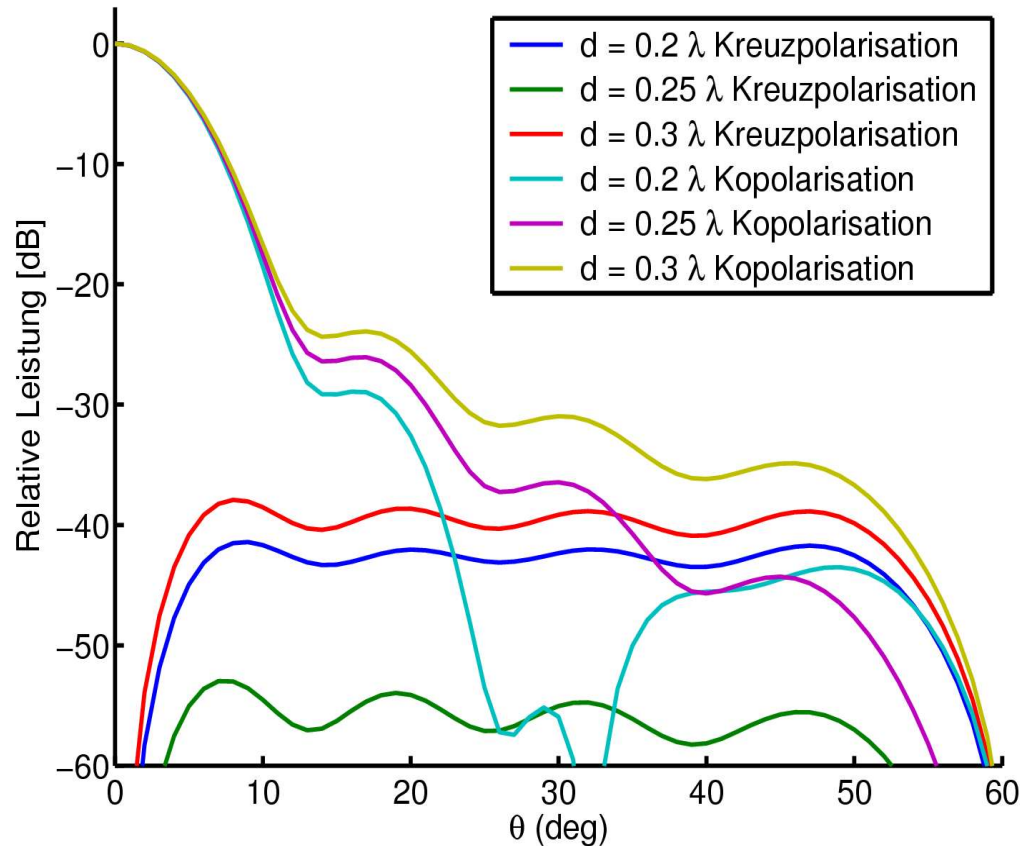
Einfluss des Öffnungswinkels (2)



- Strahlbreite kleiner bei größerem Öffnungswinkel
- $0^\circ - 10^\circ$ kaum Veränderung

10° vs. 20° Öffnungswinkel

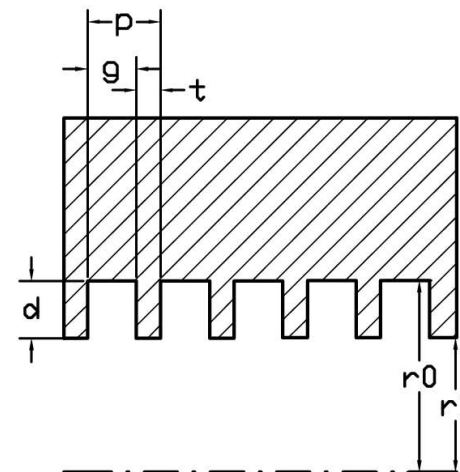
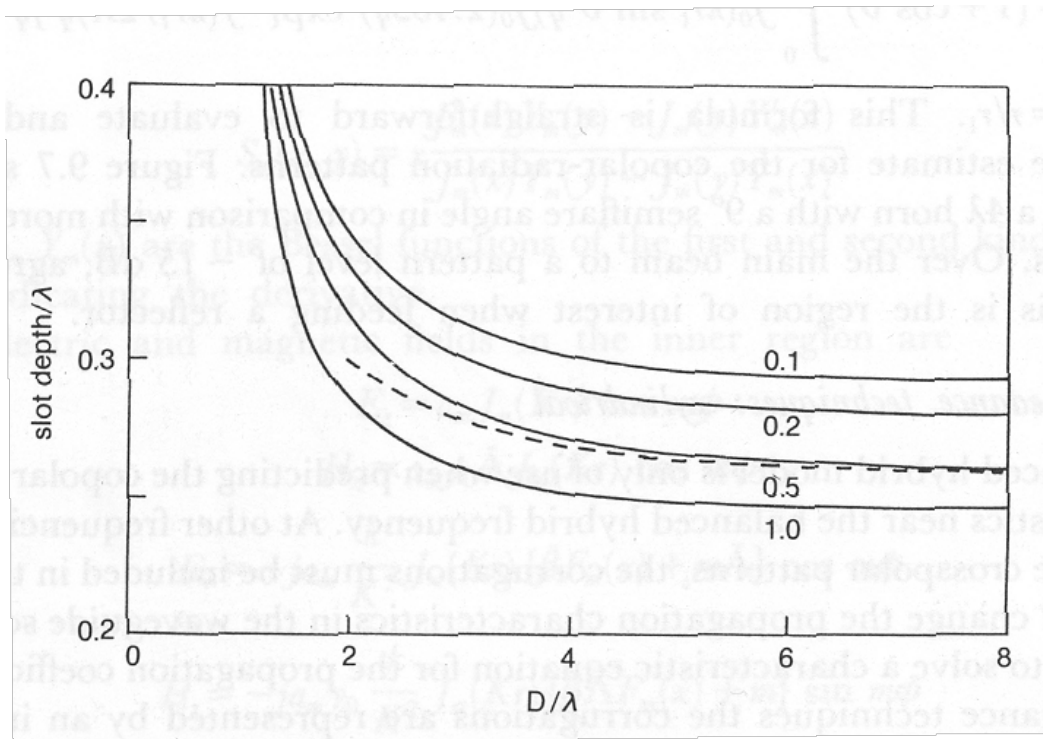
Einfluss der Rillentiefe



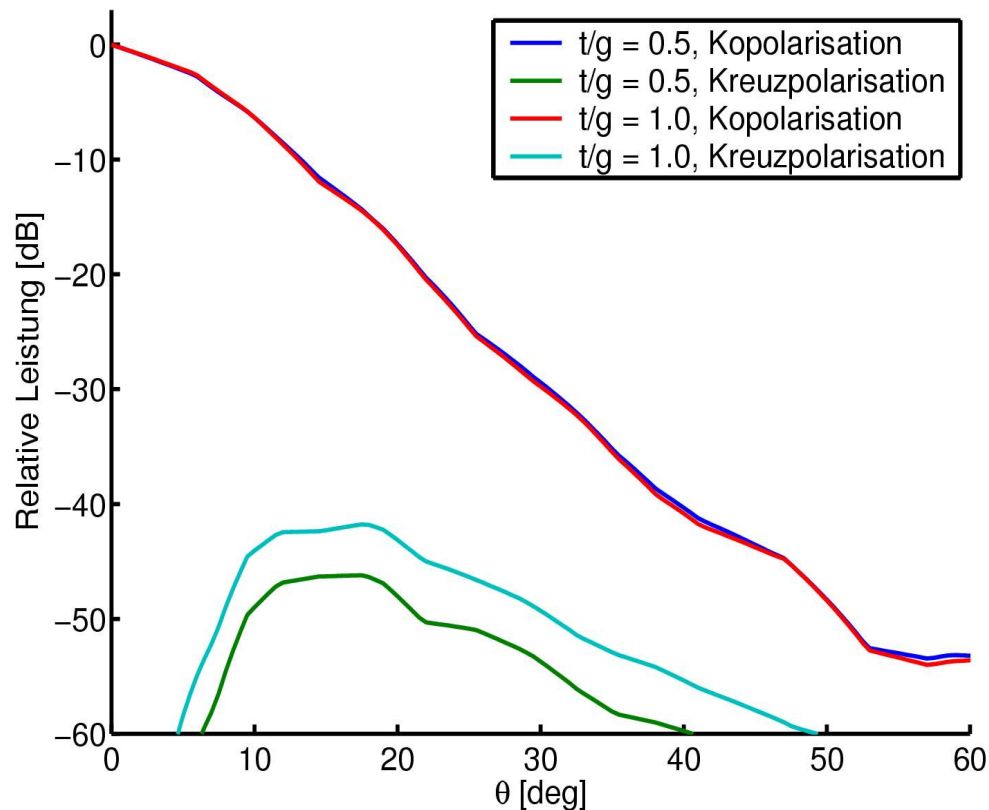
- Rillentiefe beeinflusst Kreuzpolarisation
- $\lambda/4$ optimal
- Kopolarisation kaum beeinflusst

Zusammenhang Rillentiefe und Verhältnis Steg-/Rillenlänge

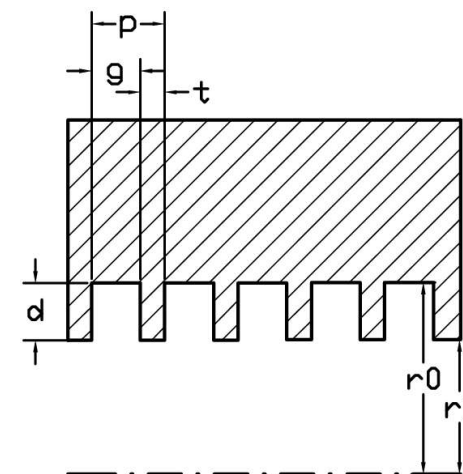
- Optimale Rillentiefe, etwas tiefer als $\lambda/4$



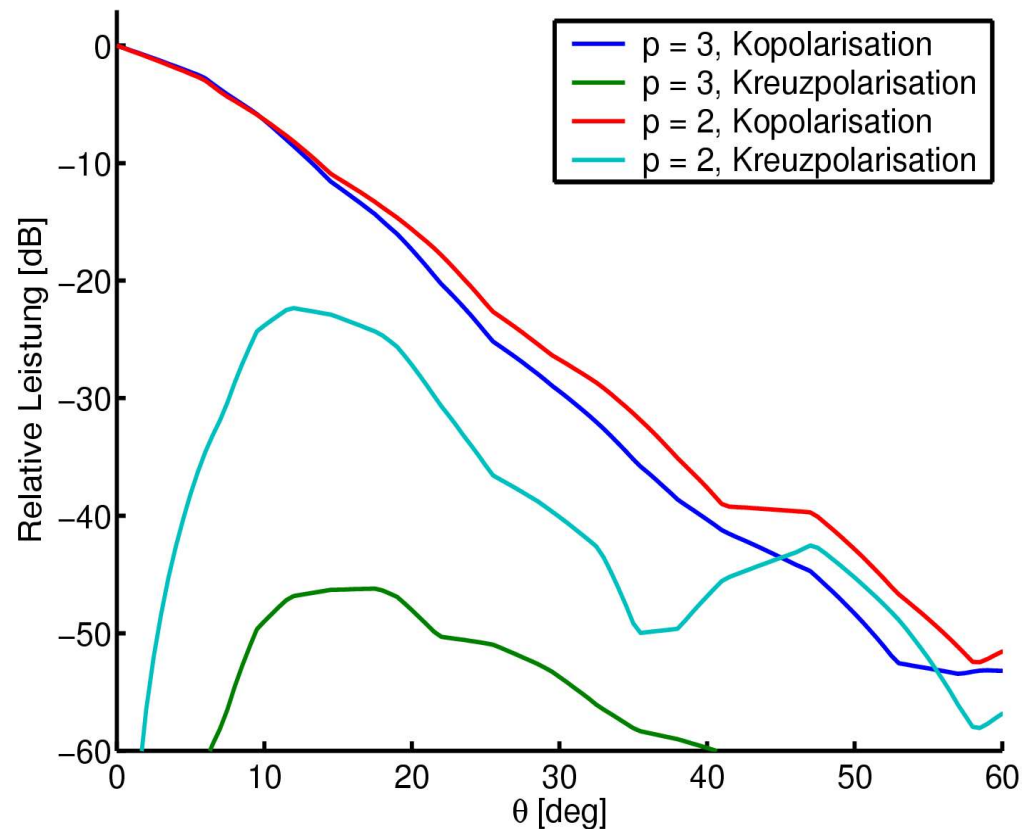
Einfluss des Verhältnisses der Steg-/Rillenlänge



- t : Steglänge
- g : Rillenlänge
- Vergrößerung des Verhältnisses schwierig aufgrund mechanischer Stabilität

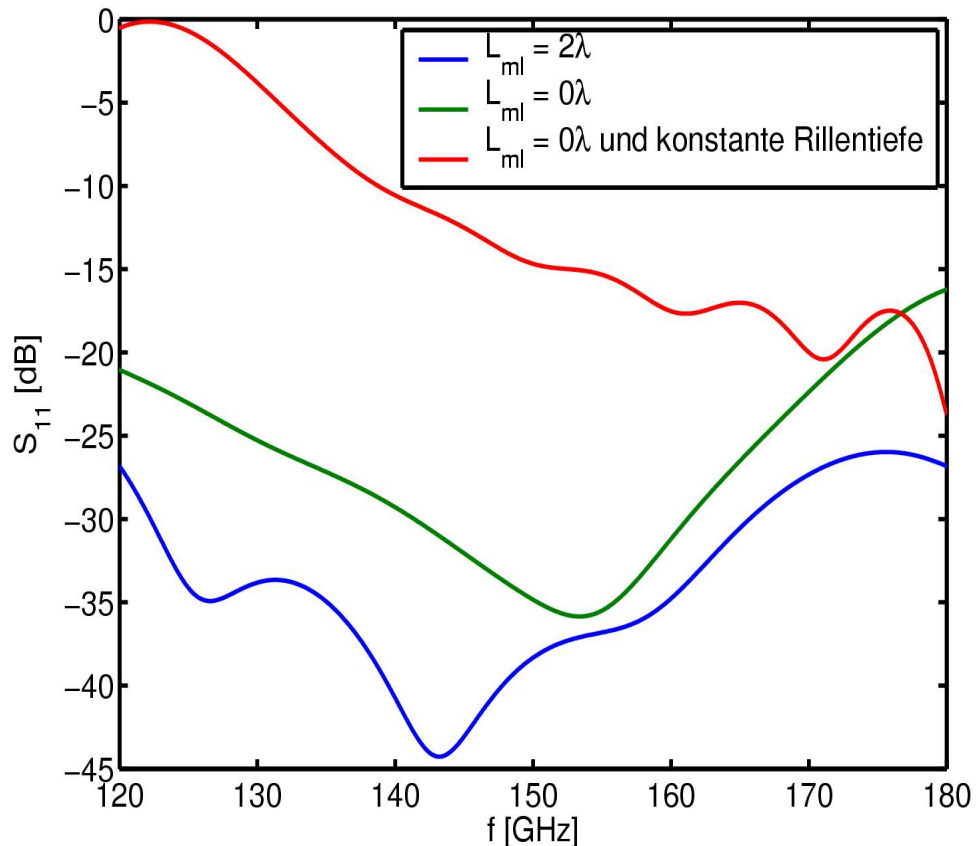


Einfluss der Rillendichte



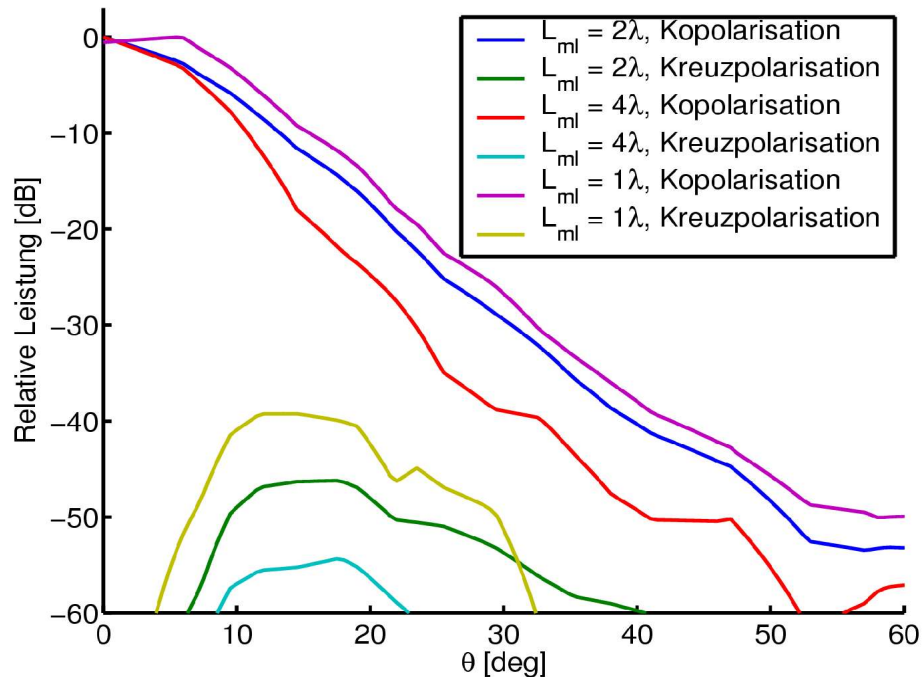
- Mindestens 3 Rillen pro Wellenlänge

Einfluss der Anfangsregion

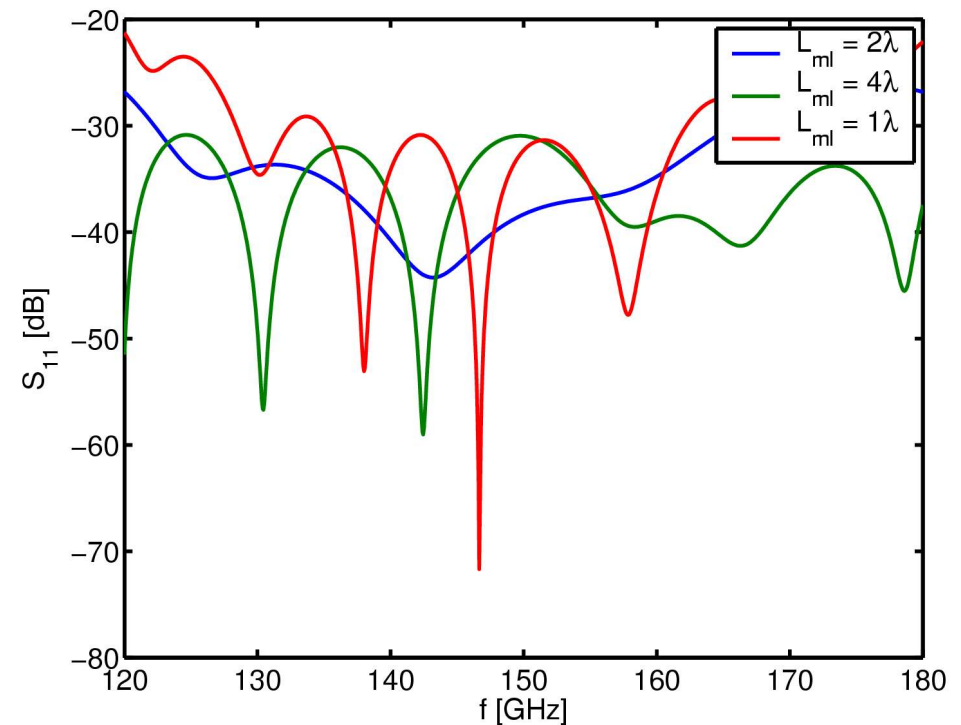


- Verbesserung der Anpassung durch Anfangsregion
- Alternative nur Variation der Rillentiefe
- durch Anfangsregion breitbandiger

Einfluss der Anfangsregion (2)



- Sollte 2 Wellenlängen lang sein



Zusammenfassung Simulation

- Apertur: Kopolarisation, Strahlbreite
- Rillengeometrie: Kreuzpolarisation, Minimum für $d=\lambda/4$
- Anfangsregion: Anpassung, Mindestlänge 2λ

Herstellung: Hornparameter

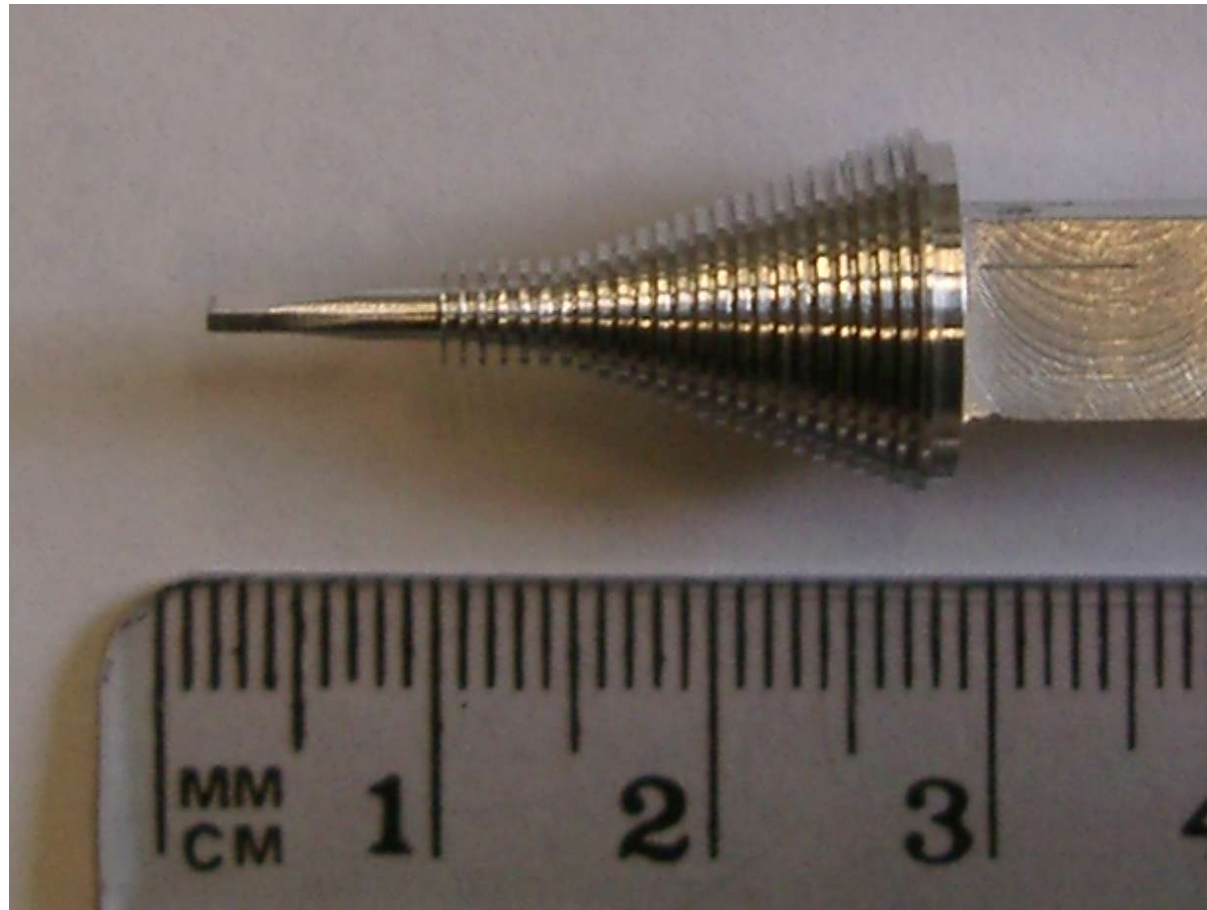
- Entwurf für 150 GHz, Wellenlänge 2mm

Parameter/Horn	1	2
Öffnungswinkel	20°	12°
Aperturradius	3 λ	5 λ
Tiefe der Rillen	0.26 λ	0.26 λ
Anzahl der Rillen	25	74

Überblick über die Herstellung

- Kern aus Aluminium drehen
- Kern mit Kupfer galvanisieren
- Kern wegätzen
- Flansch anbringen

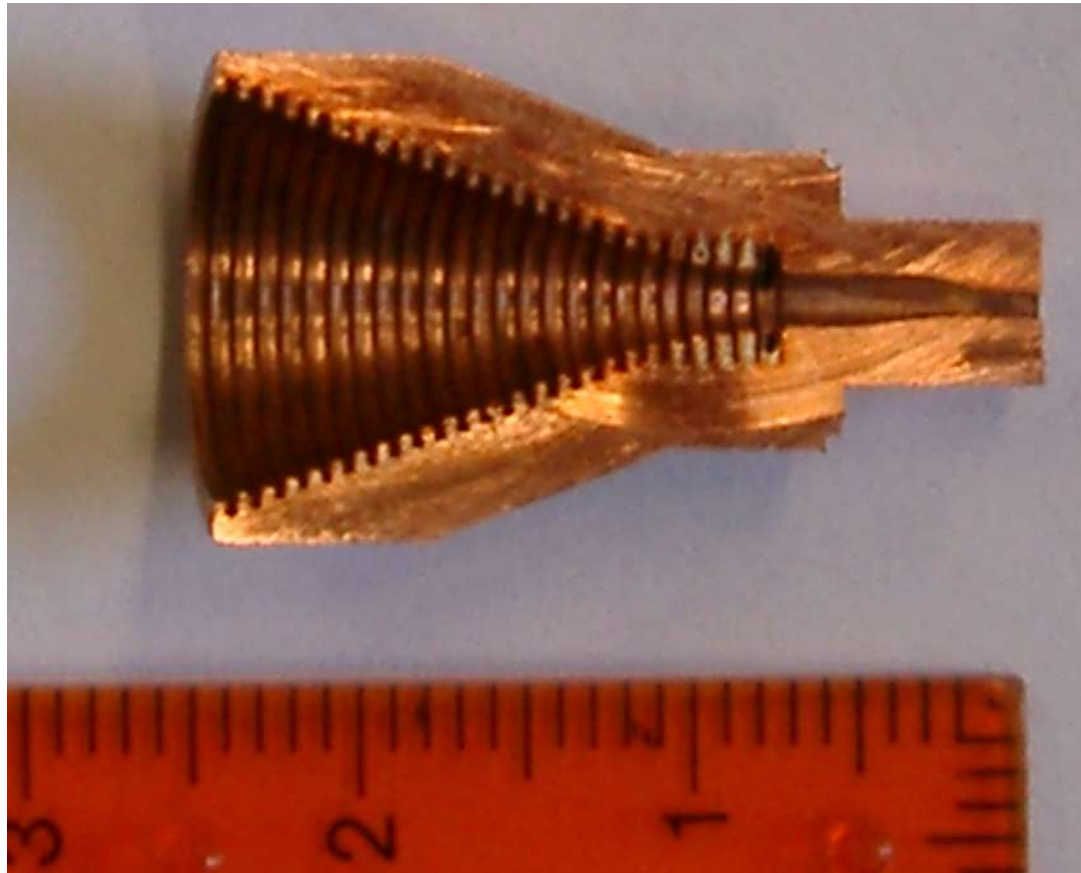
Drehen des Kerns



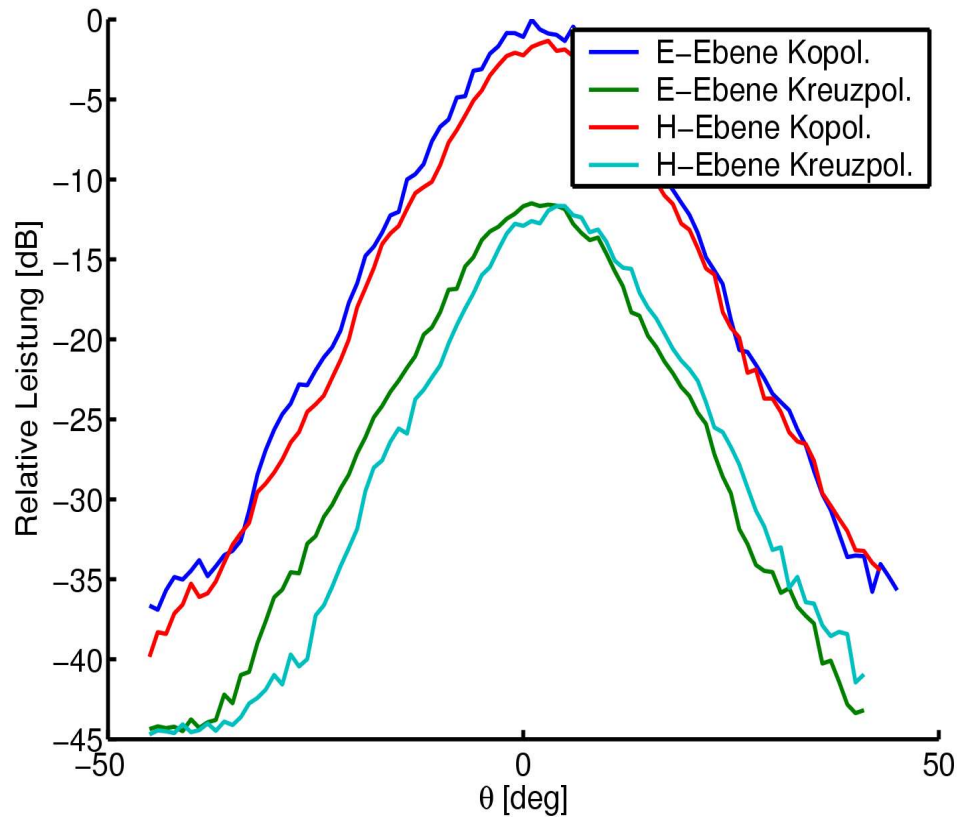
Galvanisiert



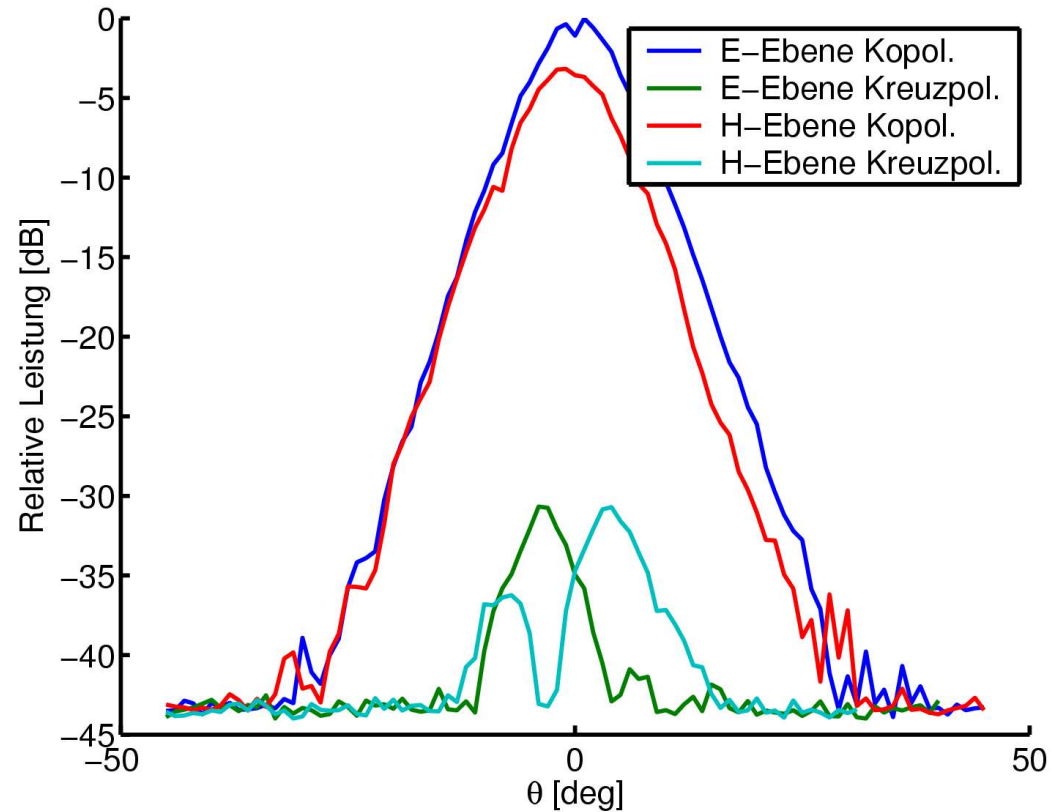
Horn aufgeschnitten



Ergebnisse Fernfeld

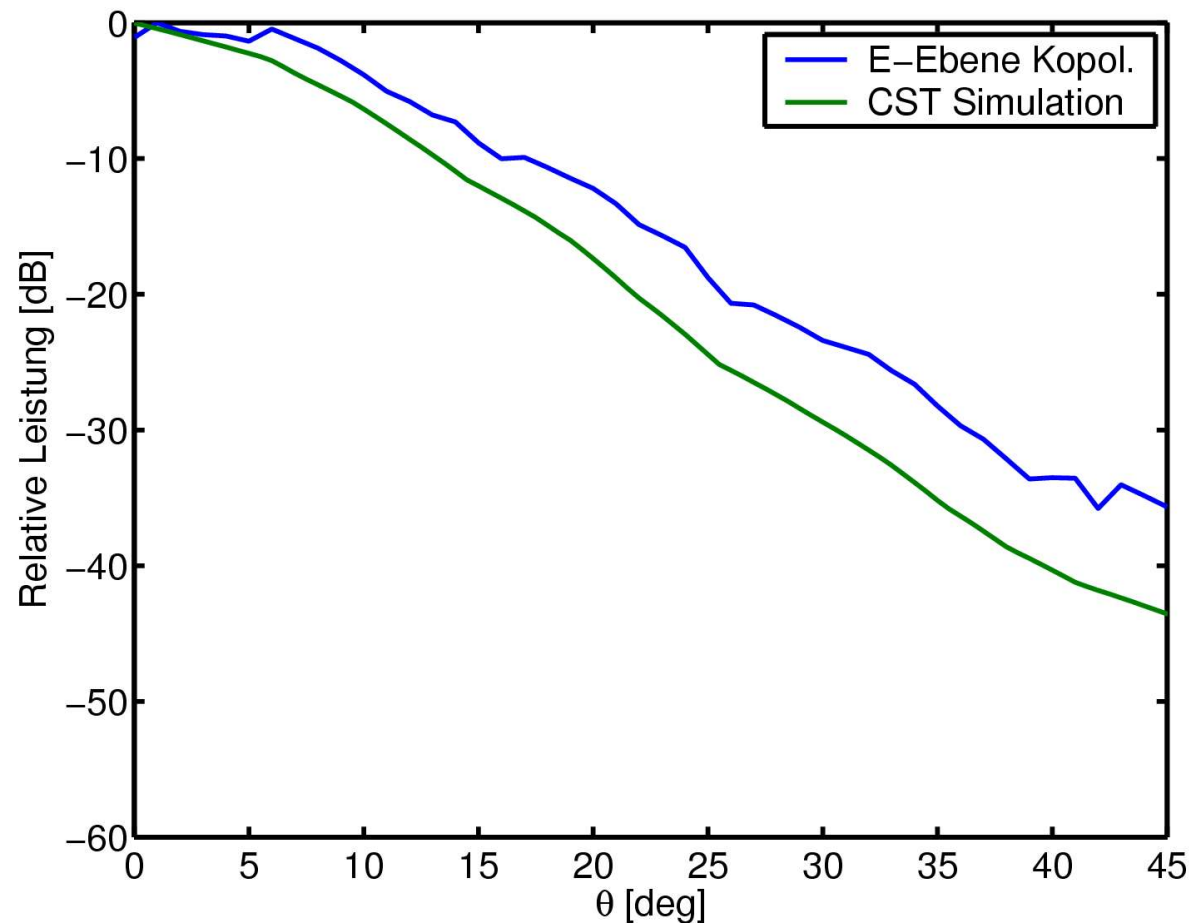


Horn 1



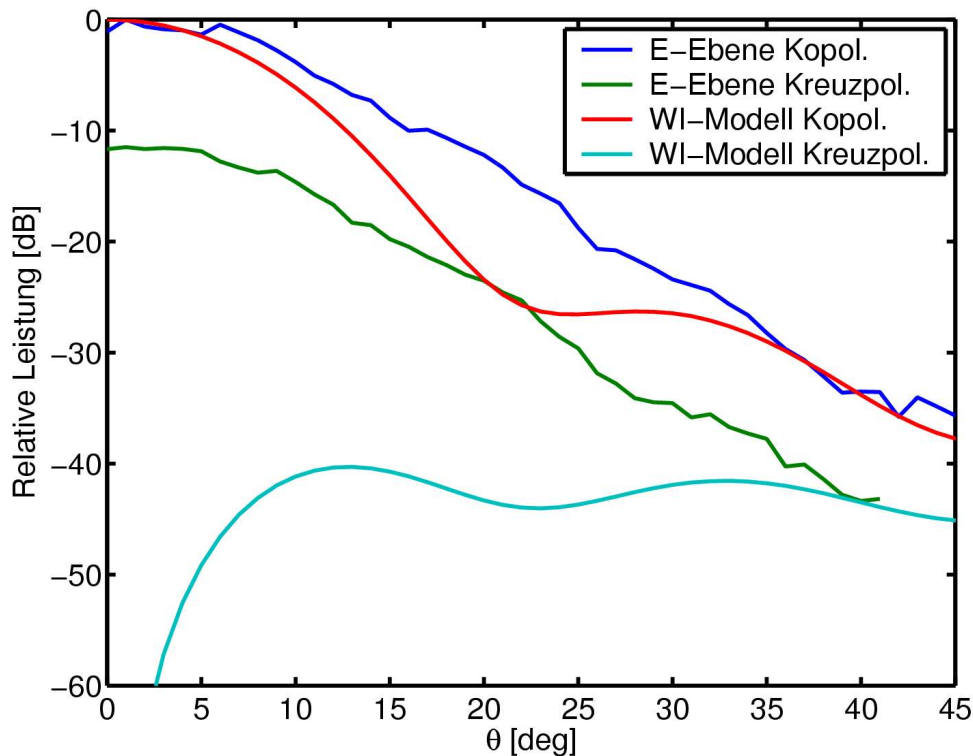
Horn 2

Ergebnisse Fernfeld – Vergleich mit CST Simulation

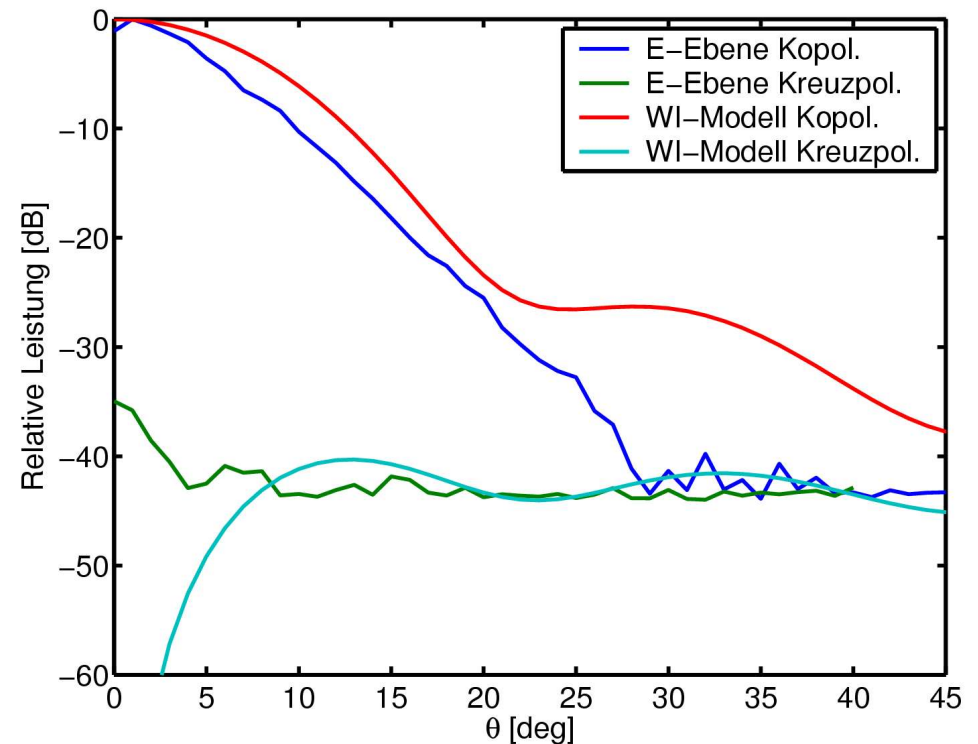


Horn 1

Ergebnisse Fernfeld - Vergleich mit dem WI-Modell

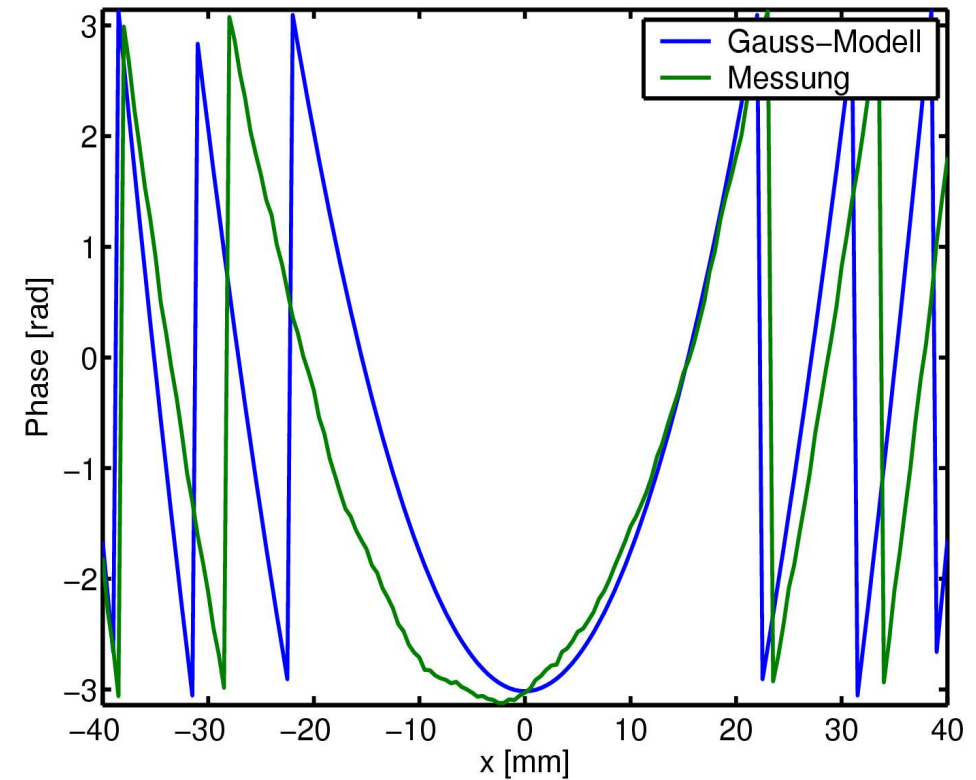
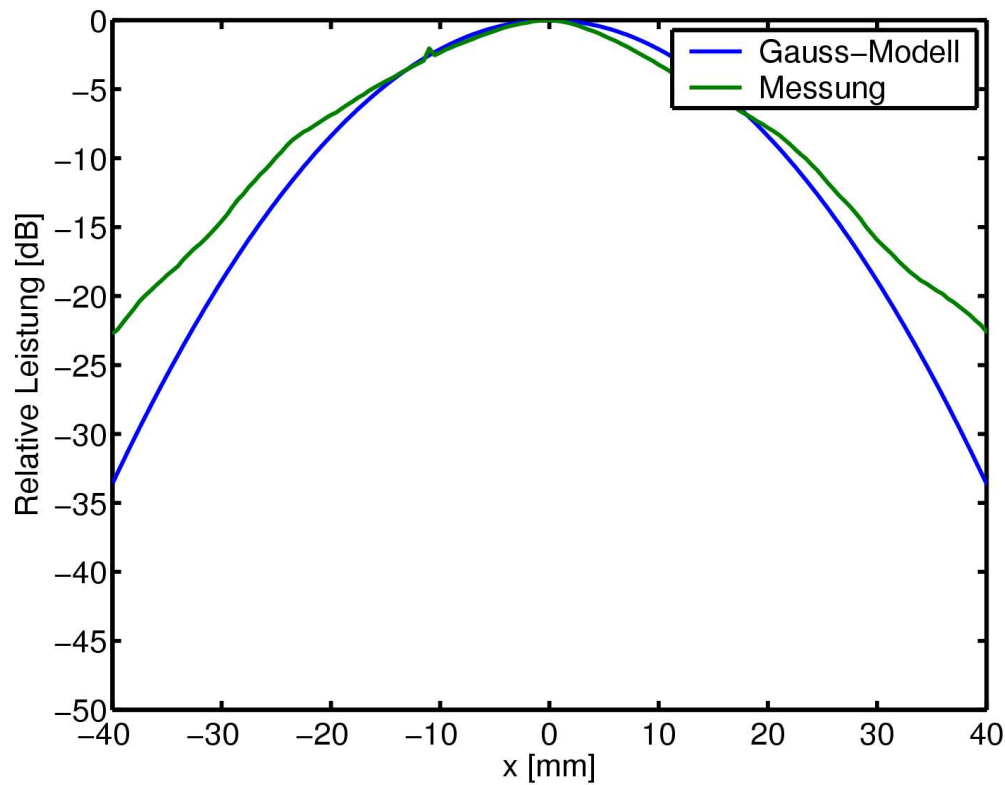


Horn 1



Horn 2

Ergebnisse Feldmesssystem



Horn 2

Zusammenfassung

Vorteile:

- geringe Kreuzpolarisation
- symmetrischer Strahl
- niedrige Strahlbreite

Nachteile:

- aufwändige Fertigung
- Übereinstimmung Theorie, Praxis