

# Schriftliche Prüfung aus Wellenausbreitung am 16. 8. 2006

## BITTE UNBEDINGT LESEN:

*Für die Beantwortung der 10 Theoriefragen dürfen Sie keine Hilfsmittel verwenden! Sobald Sie damit fertig sind, geben Sie den Theorieteil der Prüfung ab und Sie erhalten die Rechenaufgaben! Für die Lösung der Rechenbeispiele dürfen Sie nur jene Formelsammlung, die der Prüfung beiliegt (und nach der Prüfung wieder abzugeben ist), verwenden.*

*Beginnen Sie mit den Ausarbeitungen jedenfalls auf den Angabebättern! Falls Sie zu wenig Platz finden, verwenden Sie zusätzlich eigenes Papier. Vergessen Sie Name und Matrikelnummer (rechts oben auf jeder Seite) nicht! Sie haben insgesamt 3 Stunden Zeit!*

*ACHTUNG: Ab sofort werden die alte (WA VO 1+2) und die neue (WA VU) Form der Vorlesung mittels der GLEICHEN schriftlichen Prüfung geprüft! Die Kandidaten der alten Form bekommen ebenfalls nur die Formelsammlung. Weder das Skriptum noch handschriftliche Notizen sind erlaubt! Falls ein Kandidat nur den WA1-Teil oder den WA2-Teil machen will, so ist das dem Prüfungsbetreuer mitzuteilen, es sind dann nur 1,5 Stunden Zeit!*

Name:	Mat. Nr.:	
Punkte	%	von %
1		
2		
3		
4		
5		
$\Sigma$		

# 1 Theoriefragen (20%)

1.1 (2%) Wie lautet der allgemeine Lösungsansatz der eindimensionalen homogenen Wellengleichung?

1.2 (2%) Schreiben Sie die vier Maxwellgleichungen in differentieller Form an!

1.3 (2%) Wie sind die Poyntingvektoren  $\vec{P}, \vec{T}$  definiert? Wie berechnet man daraus die Blindleistungsflussdichte?

1.4 (2%) Was verstehen Sie unter dem Grundmodus eines Hohlwellenleiters?

1.5 (2%) Was geben Wellenzahl und Kreisfrequenz an?

**1.6 (2%) Welche Richtcharakteristik und welchen Gewinn hat ein Hertz'scher Dipol?**

**1.7 (2%) Skizzieren Sie eine Drehkreuzantenne inklusive der Speiseleitung!**

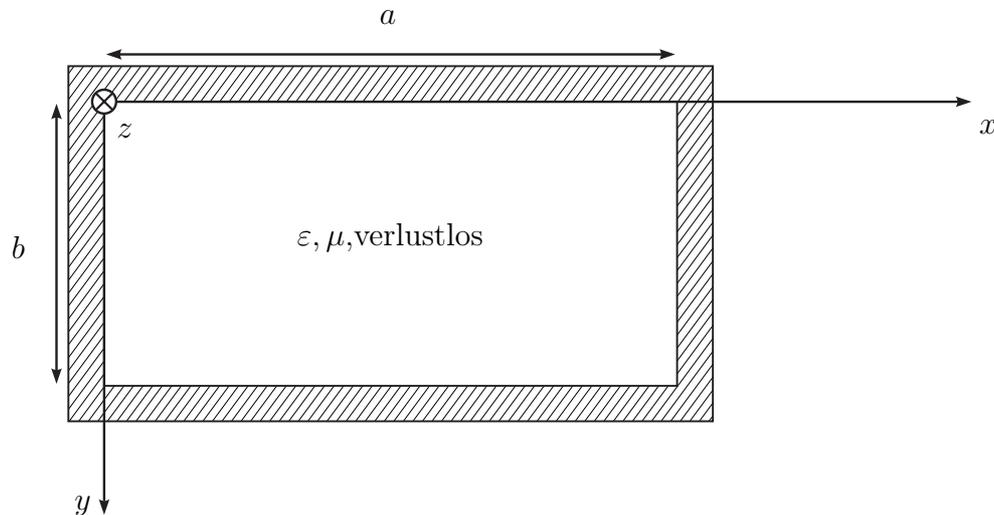
**1.8 (2%) Nennen Sie 2 breitbandige Antennen!**

**1.9 (2%) Was ist die Bedingung für eine Line-Of-Sight (LOS) Verbindung?**

**1.10 (2%) Nennen Sie 5 wichtige Eigenschaften von Antennen!**

## 2 Rechteckhohlleiter (25%)

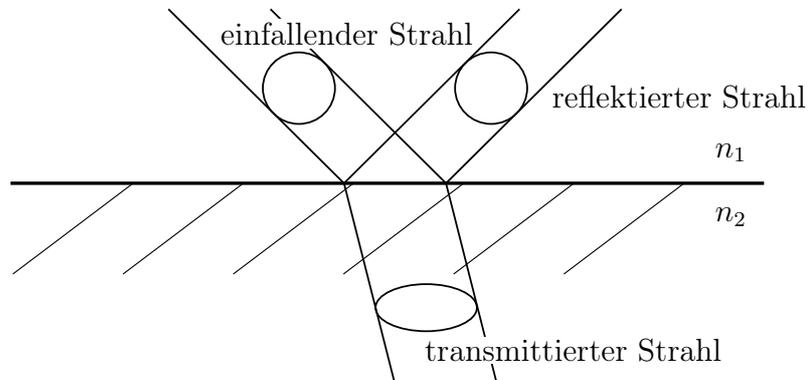
Untersuchen Sie die Ausbreitung einer  $TE_{10}$  Welle in  $z$  Richtung im skizzierten Rechteckhohlleiter.



- 2.1 (7%) Finden Sie einen geeigneten Ansatz für die Komponenten des gewünschten Modus in Ausbreitungsrichtung, der die Wellengleichung erfüllt. Ermitteln Sie die Separationsbedingungen und passen Sie an den Rand an.
- 2.2 (3%) Leiten Sie daraus die restlichen Feldkomponenten her. Welche verschwinden?
- 2.3 (12%) Der Hohlleiter wird im X-Band eingesetzt und hat die Abmessungen bzw. Kenndaten  $a = 22,86$  mm,  $b = 10,16$  mm,  $\epsilon_r = 1$ ,  $\mu = \mu_0 \mu_r = 4\pi \cdot 10^{-7}$  Vs/Am. Er wird bei 10 GHz betrieben. Berechnen Sie die maximale elektrische Feldstärke bei einer übertragenen Leistung von 56 dBW.
- 2.4 (3%) Ist die Verwendung dieses Hohlleiters bei einer Durchschlagsfeldstärke von 15 kV/cm (Luft) möglich? Wenn es nicht möglich ist, wie kann man dies ermöglichen?

### 3 Polarisationsfilter (15%)

Ein Lichtstrahl der Sonne (unpolarisiert, aber TM, TE gleich stark) fällt zu später Stunde ( $\theta_e = 80^\circ$ ) auf einen See ( $n_2 = 1,33$ ). An der glatten Wasseroberfläche wird er reflektiert. Zwei Fotografen fotografieren diese Landschaft. Der zweite verwendet ein ideales Polarisationsfilter um die Reflexion der Sonne im Wasser zu unterdrücken.



**3.1 (7%)** Wie groß ist die (gesamte) reflektierte Lichtleistung im Verhältnis zur eingestrahlten (in dB)? Zeichnen Sie alle verwendeten Winkel ein.

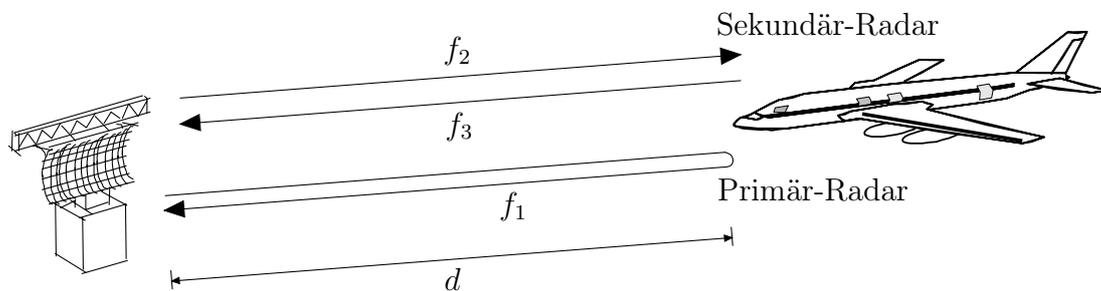
**3.2 (8%)** Wie gut kann das ideal eingesetzte Polarisationsfilter des zweiten Fotografen die Reflexion im Vergleich zum ersten Fotografen unterdrücken (in dB)?

## 4 Flughafenradar (25%)

Ein Flughafen setzt ein monostatisches Primär-Radar ein um die Entfernung der Flugzeuge zu messen. An den Sender mit einer Sendeleistung  $P_{s1}$  von 44 dBW bei  $f_1 = 2,8$  GHz ist eine Antenne mit einem Gewinn  $G_{s1}$  von 40 dBi angeschlossen. Ein typisches Flugzeug habe einen Radarquerschnitt von  $\sigma = 100$  m<sup>2</sup>. Der Empfänger des Primär-Radars habe eine Rauschtemperatur  $T_1 = 160$  °K und eine Bandbreite  $\Delta f_1 = 200$  MHz.

Wurde ein Flugzeug erkannt, so wird ein so genanntes Sekundär-Radar eingesetzt um es zu identifizieren. Ein zweiter Sender mit einer Sendeleistung  $P_{s2}$  bei  $f_2 = 1030$  MHz sende über eine Antenne mit einem Gewinn  $G_{s2}$  von 10 dBi eine Anfrage an das Flugzeug. Dieses empfängt das Signal mit einer Antenne mit einem Gewinn  $G_{e2}$  von 3 dBi. Der Empfänger im Flugzeug habe eine Rauschtemperatur von  $T_2 = 200$  °K und eine Bandbreite  $\Delta f_2 = 1$  MHz. Wird das Signal empfangen, antwortet das Flugzeug auf einer Frequenz  $f_3$ .

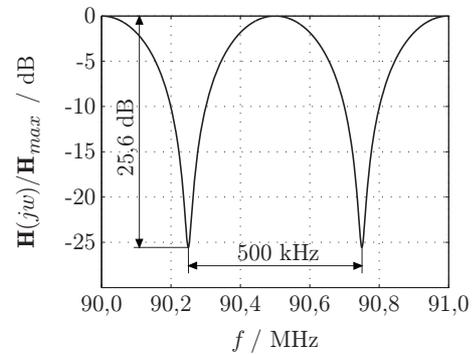
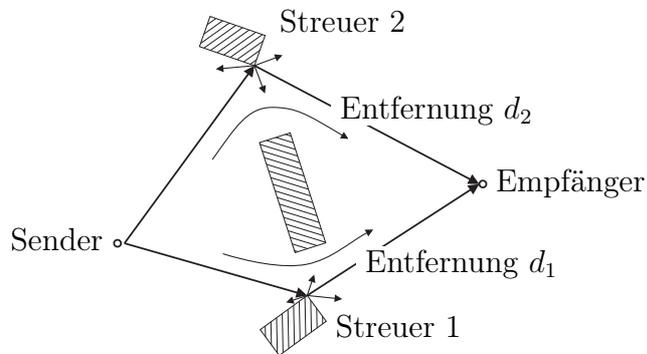
Hinweis: Boltzmann-Konstante  $1,38 \cdot 10^{-23}$  Ws/°K



- 4.1 (13%) Berechnen Sie die maximale Reichweite  $d_{max}$  des Radars, wenn ein minimales SNR von 13 dB erreicht werden soll.
- 4.2 (9%) Welche Sendeleistung  $P_{s2}$  ist für das Sekundär-Radar notwendig damit im schlechtesten Fall am Flugzeug noch ein SNR von 20 dB erreicht werden kann?
- 4.3 (3%) Wieso ist die horizontale Abmessung der Radar-Antenne wie im Bild angedeutet größer als die vertikale Abmessung?

## 5 Kanalmessung (15%)

Bei einer Kanalmessung des skizzierten NLOS (Non-Line-Of-Sight) Szenarios sendet der Sender mit einer konstanten frequenzunabhängigen Amplitude  $A$ . Es wird die angegebene normierte Übertragungsfunktion ermittelt. Die Entfernung  $d_1$  beträgt 1,2 km.



5.1 (7%) Wie groß ist die Entfernung  $d_2$ ?

5.2 (8%) Um welchen Faktor (in dB) unterscheiden sich die empfangenen Leistungen aus Richtung Streuer 1 und Streuer 2?