

# Schriftliche Prüfung aus Wellenausbreitung am 16. 10. 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 Angabeblättern! 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 vor der Prüfung mitzuteilen. Es sind dann nur 1,5 Stunden Zeit!*

Name:	Matrikelnr.:	
Punkte	%	von %
1		20
2		25
3		15
4		20
5		20
$\Sigma$		100

# 1 Theoriefragen (20%)

- 1.1 (2%) Schreiben Sie die vier Maxwellschen Gleichungen für harmonische Vorgänge in komplexer Schreibweise an! Es sei Ladungsfreiheit angenommen.
- 1.2 (2%) Wie lautet der Separationsansatz für die Wellenfunktion  $\Psi(x, y, z)$ ?
- 1.3 (2%) Wie sind die Poyntingvektoren  $\vec{P}, \vec{T}$  definiert? Wie berechnet man aus  $\vec{T}$  die Wirkleistungsflussdichte?
- 1.4 (2%) Skizzieren sie die Feldbilder des TEM-Modus für  $\vec{E}$  und  $\vec{H}$  in einem Koaxialkabel!
- 1.5 (2%) Erklären Sie die Unterschiede zwischen Dispersionsbegrenzung und Dämpfungsbegrenzung bei Nachrichtenübertragung über Wellenleiter!

**1.6 (2%) Wie kann man die Bandbreite einer Antenne definieren?**

**1.7 (2%) Nennen Sie 2 schmalbandige Antennen!**

**1.8 (2%) Wie lautet der Zusammenhang zwischen wirksamer Antennenfläche und dem Antennengewinn für einen Flächenwirkungsgrad  $w = 1$ ?**

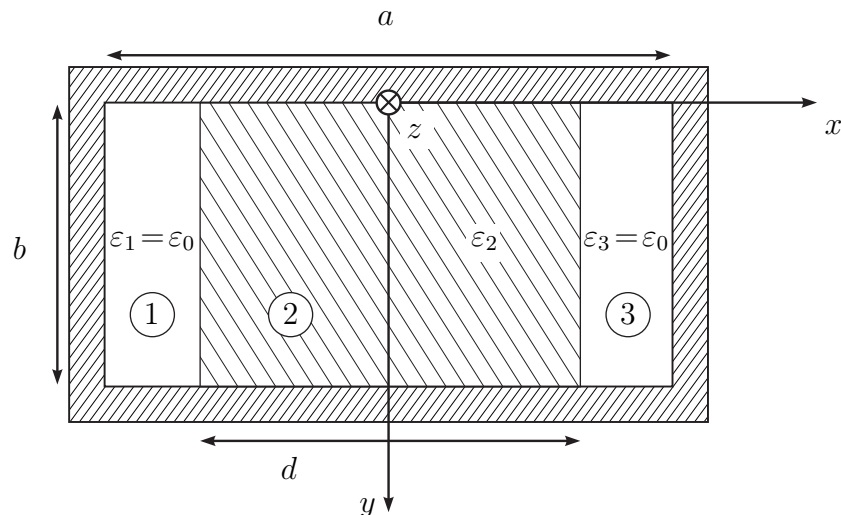
**1.9 (2%) Was ist die Bedingung für eine Line-Of-Sight (LOS) Verbindung?**

**1.10 (2%) Wie unterscheidet man Nah- und Fernzone einer Antenne?**

## 2 Rechteckhohlleiter mit Kunststoffeinsatz (25%)

Name/Mat. Nr.: \_\_\_\_\_

Untersuchen Sie die Ausbreitungseigenschaften des Grundmodus, dessen Feldverteilung der  $TE_{10}$  Welle im leeren Hohlleiter ähnlich ist, im unten abgebildeten Hohlleiter mit Kunststoffeinsatz.



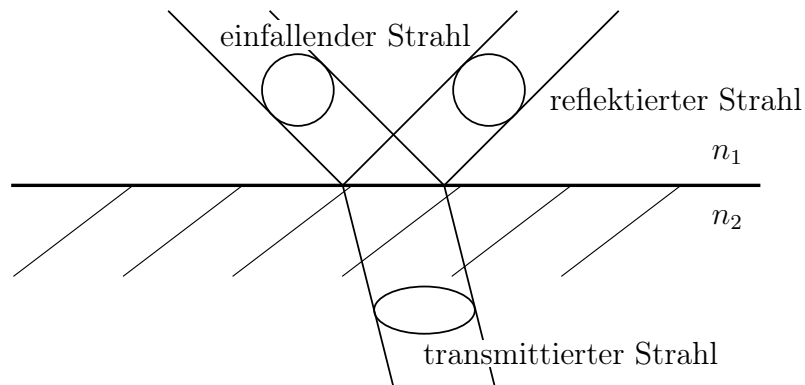
Medium 1 und 3 ist Luft mit  $\varepsilon_0$  und  $\mu_0$ .

Medium 2 ist ein Dielektrikum mit  $\varepsilon_0\varepsilon_{r,2}$  und  $\mu_0$ .

- 2.1 (8%) Finden Sie einen geeigneten Ansatz für die Komponenten  $H_{z,1}$ ,  $H_{z,2}$  und  $H_{z,3}$ , der die Wellengleichung erfüllt!
- 2.2 (4%) Leiten Sie daraus die restlichen Feldkomponenten her!
- 2.3 (8%) Gewinnen Sie aus den Stetigkeitsbedingungen an der Grenzfläche zwischen Luft und Dielektrikum die charakteristische Gleichung für die Ausbreitungskonstante!
- 2.4 (5%) Skizzieren Sie das Felddbild längs und quer zur Ausbreitungsrichtung!

### 3 Übergang von Vakuum nach Glas (15%)

Eine zirkular polarisierte Welle mit einem Querschnitt von  $A = 2 \text{ mm}^2$  und einer Leistung von  $P = 1 \text{ mW}$  wird unter dem Brewster-Winkel auf eine Grenzfläche zwischen Vakuum ( $n_1 = 1$ ) und Glas ( $n_2 = 1,5$ ) eingestrahlt.



**3.1** (4%) Berechnen Sie Einfallswinkel  $\theta_e$ , Reflexionswinkel  $\theta_r$  und Austrittswinkel  $\theta_t$  und zeichnen Sie diese in die Skizze ein!

**3.2** (7%) Berechnen Sie die TE und TM-Anteile ( $E$  und  $H$ ) der reflektierten und der transmittierten Welle!

**3.3** (4%) Berechnen Sie die Elliptizität der reflektierten und der transmittierten Welle in dB!

## 4 Richtdiagramm und Gewinn einer Antenne (20%)

Eine Antenne habe das Richtdiagramm

$$f(\vartheta, \varphi) = \begin{cases} \cos^{16}(\vartheta) & \text{für } 0 < \vartheta < \pi/2 \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

**4.1 (7%) Skizzieren (und beschriften) Sie das Richtdiagramm in zwei Ansichten!**

**4.2 (8%) Berechnen Sie den äquivalenten Raumwinkel und die Direktivität!**

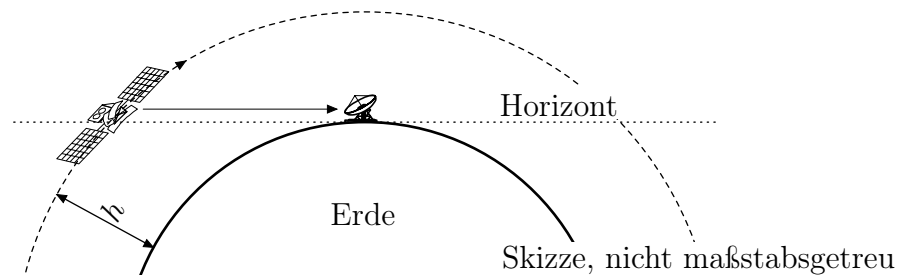
**4.3 (5%) Berechnen Sie den Gewinn über dem Isotropstrahler und über dem Hertz'schen Dipol!**

## 5 Satellitenfunk (20%)

Der Satellit MOST fliegt in einer erdnahen Umlaufbahn in  $h = 820$  km Höhe um die Erde (Erdradius  $r = 6370$  km). Er sendet bei  $f = 2232$  MHz mit einer Sendeleistung von  $P_s = 0,5$  W bei einer Bandbreite von  $\Delta f = 78$  kHz und seine Antenne hat einen Gewinn von 0 dBi. Zwischen Sender und Antenne befinden sich Kabel mit 2 dB Verlusten.

Die Bodenstation in Wien verwendet einen Parabolspiegel mit einem Gewinn von 35 dBi der dem Satelliten bei seinem Überflug folgt und der Empfänger hat eine Rauschtemperatur von 115 °K.

Nehmen Sie eine zusätzliche Dämpfung (Wetter,...) von 5 dB der Atmosphäre an.



- 5.1 (13%) Berechnen Sie das SNR (in dB) für den Fall, dass sich der Satellit genau am Horizont befindet.
- 5.2 (7%) Um wieviel dB verbessert sich das SNR wenn sich der Satellit genau über Wien befindet?