

# Schriftliche Prüfung aus Wellenausbreitung am 10. 3. 2008

## 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		10
3		30
4		15
5		25
$\Sigma$		100

# 1 Theoriefragen (20%)

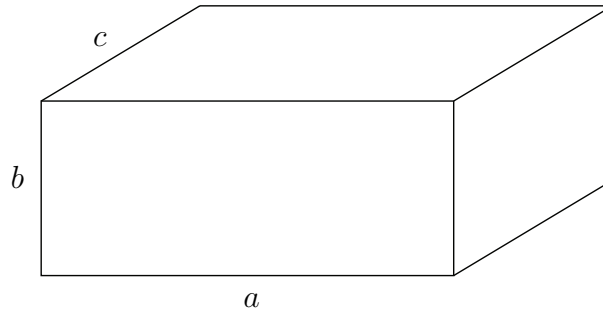
- 1.1 (2%) Erklären Sie die Unterschiede zwischen Dispersionsbegrenzung und Dämpfungsbegrenzung bei Nachrichtenübertragung über Wellenleiter!
- 1.2 (2%) Wie lautet die Separationsbedingung in kartesischen Koordinaten?
- 1.3 (2%) Was verstehen Sie allgemein unter dem Grundmodus eines beliebigen Wellenleiters?
- 1.4 (2%) Was bedeutet der Begriff „effektive Ladungsfreiheit“? Durch welche Formel wird die dielektrische Relaxationszeit  $\tau_D$  angegeben und wie gross ist diese näherungsweise bei Kupfer?
- 1.5 (2%) Skizzieren sie die Feldbilder des TEM-Modus für  $\vec{E}$  und  $\vec{H}$  in einem Koaxialkabel!

- 1.6 (2%) Wie lautet der Zusammenhang zwischen wirksamer Antennenfläche und dem Antennengewinn für einen Flächenwirkungsgrad  $w = 1$ ?
- 1.7 (2%) Welche Richtcharakteristik hat ein Hertz'scher Dipol? Welchen Gewinn hat er über dem Isotropstrahler?
- 1.8 (2%) Wie kann man die Bandbreite einer Antenne definieren?
- 1.9 (2%) Was ist die Bedingung für eine Line-Of-Sight (LOS) Verbindung?
- 1.10 (2%) Skizzieren Sie eine Drehkreuzantenne inklusive der Speiseleitung!

## 2 Hohlraumresonator (10%)

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

Berechnen Sie den Grundmodus  $TE_{101}$  eines luftgefüllten ( $\varepsilon_r = 1$ ) Hohlraumresonators (Abmessungen:  $a = 3$  cm,  $b = 2$  cm,  $c = 3$  cm) mit  $R_M = 27$  m $\Omega$ .



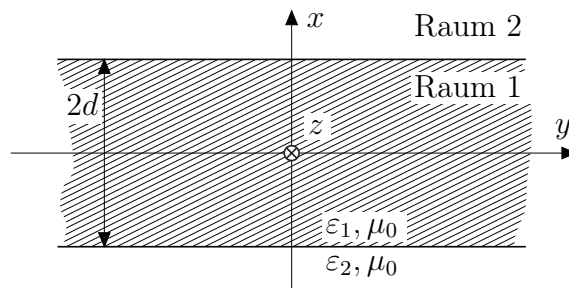
**2.1 (4%) Berechnen Sie die Resonanzfrequenz!**

**2.2 (4%) Berechnen Sie die unbelastete Güte! Vereinfachen Sie die Formel unter der Berücksichtigung  $a = c$ !**

**2.3 (2%) Berechnen Sie die Resonanzfrequenz und die unbelastete Güte, wenn der Hohlraumresonator mit einem verlustlosen Dielektrikum  $\varepsilon_r = 1,8$  gefüllt ist!**

### 3 Dielektrische Platte (30%)

Berechnen Sie die Ausbreitungseigenschaften der  $H_{10}$ -ähnlichen Grundwelle (siehe Rechteckhohlleiter), die von einer in  $y$ - und  $z$ - Richtung unbegrenzten und in  $x$ -Richtung  $2d$  dicken dielektrischen Platte (Raum 1) geführt wird (Raum 2 ist Luft)!



- 3.1 (10%) Finden Sie einen Ansatz für die Komponenten des elektromagnetischen Feldes in Ausbreitungsrichtung (positive  $z$ -Richtung) und geben Sie die Separationsbedingungen an!
- 3.2 (5%) Bestimmen Sie die restlichen Feldkomponenten!
- 3.3 (10%) Gewinnen Sie aus den Stetigkeitsbedingungen an der Grenzfläche zwischen Luft und Dielektrikum weitere Beziehungen zur Bestimmung der Ausbreitungskonstanten. Reduzieren Sie die gewonnenen Beziehungen zu einer einzigen transzendenten Gleichung für die Ausbreitungskonstante in  $x$ -Richtung ausserhalb der Platte!
- 3.4 (5%) Geben Sie die Gleichung für die Grenzfrequenz der Grundwelle an. Die Grenzfrequenz ist durch den Übergang von der geführten Welle zur ungedämpften Abstrahlung in den Raum neben der Platte definiert!

## 4 Radar (15%)

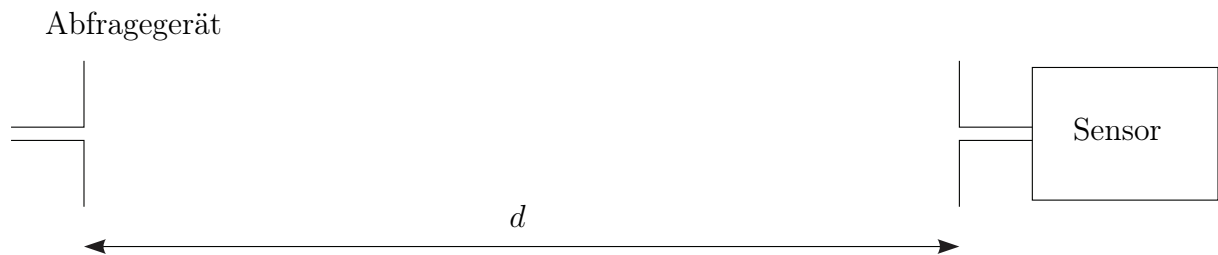
Ein Radargerät auf einem Schiff arbeite mit einer Betriebsfrequenz von 12 GHz und einem Antennengewinn von 36 dBi. In einer Entfernung von 1,5 km wird ein idealer, kreisförmiger Retroreflektor mit einem Durchmesser von 25 cm geortet.

**4.1 (6%) Wie gross ist der Streuquerschnitt  $\sigma$  des Retroreflektors?**

**4.2 (9%) Welche Leistung (in dBm) hat das empfangene Echo, wenn die Sendeleistung 500 W beträgt?**

## 5 Drahtloser Temperatursensor (25%)

Ein drahtloser Temperatursensor soll aus  $d = 0,7$  m Distanz per Funk (2,45 GHz, 1 W Sendeleistung) ausgelesen werden. Vereinfachend wird angenommen, dass das Abfragegerät und der Sensor mit optimal ausgerichteten, verlustlosen ( $w = 1$ ) Hertz'schen Dipolen ausgestattet sind. Es wird eine Welle zum Sensor geschickt, die vom Sensor zeitverzögert und um 35 dB geschwächt reflektiert wird. Das Abfragegerät schaltet während der Zeitverzögerung auf Empfang und registriert das Sensorsignal.



**5.1 (5%)** Gilt für diese Anordnung die Annahme, dass sich der Sensor in der Fernzone der Antenne des Abfragegerätes befindet? Nehmen Sie die wirksame Antennenfläche als kreisförmig an!

**5.2 (5%)** Berechnen Sie die vom Sensor empfangene Leistung!

**5.3 (5%)** Wie groß ist die Dämpfung der Strecke Abfragegerät – Sensor – Abfragegerät?

**5.4 (10%)** Zeichnen Sie einen Pegelplan (ohne Rauschen) der Strecke Abfragegerät – Sensor – Abfragegerät. Drücken Sie alle Pegel bzw. Teilstrecken in dBm bzw. in dB aus!