

Schriftliche Prüfung aus Wellenausbreitung am 15. 2. 2007

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 vor der Prüfung mitzuteilen. Es sind dann nur 1,5 Stunden Zeit!

Name:	Matrikelnr.:	
Punkte	%	von %
1		20
2		10
3		30
4		20
5		20
Σ		100

1 Theoriefragen (20%)

1.1 (2%) Nennen Sie je 2 Vor- und Nachteile von Freiraumausbreitung im Vergleich zur Übertragung über Leitungen!

1.2 (2%) Was ist der Grundmodus des Rechteckhohlleiters?

1.3 (2%) Was ist die Kontinuitätsgleichung? (Erklären Sie die auftretenden Größen und geben Sie ihre Einheiten an!)

1.4 (2%) Was geben Wellenzahl und Kreisfrequenz an?

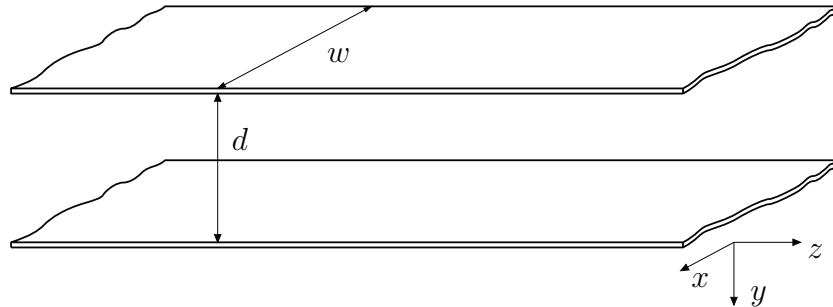
1.5 (2%) Wie lautet der Separationsansatz für die Wellenfunktion $\Psi(x, y, z)$?

- 1.6 (2%) Welchen Gewinn hat ein Hertzscher Dipol gegenüber einem Isotropstrahler?
- 1.7 (2%) Wie kann man die Bandbreite einer Antenne definieren?
- 1.8 (2%) Nennen Sie 2 schmalbandige Antennen!
- 1.9 (2%) Skizzieren Sie die Stromverteilung und die Spannungsverteilung auf einem in der Mitte gespeisten Dipol der Länge λ !
- 1.10 (2%) Mit Hilfe welcher Größe (Name) unterscheidet man Nah- und Fernzone einer Antenne und welchen Wert hat sie (Formel)? Geben Sie Bedeutung und Einheit der verwendeten Größen an.

2 Parallelplattenleitung (10%)

Name/Mat. Nr.: _____

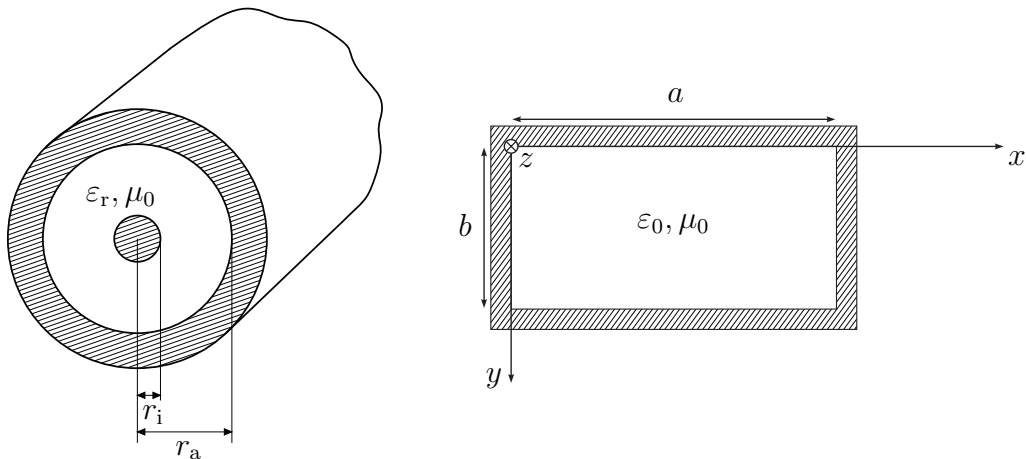
Es soll die Ausbreitungsfähigkeit von TE_n Moden auf dem abgebildeten Parallelplattenleiter (mit $w \gg d$, $\varepsilon_r = 1$) untersucht werden.



- 2.1** (6%) Berechnen Sie die Komponenten der gefragten Moden, finden Sie einen Ansatz der die Wellengleichung erfüllt, ermitteln Sie die Separationsbedingungen und passen Sie an den Rand an! Welche Komponenten verschwinden?

- 2.2** (4%) Berechnen Sie den Mediumswiderstand, den Feldwellenwiderstand und die Grenzfrequenz aller gefragten Moden!

3 Vergleich Koaxialkabel – Rechteckhohlleiter (30%)



- 3.1** (6%) Bestimmen Sie einen geeigneten Innenradius r_i des abgebildeten Koaxialkabels für $Z_L = 50 \Omega$. Der Außenradius sei $r_a = 6,3 \text{ mm}$, das verwendete Dielektrikum habe $\epsilon_r = 2,25$.
- 3.2** (6%) Berechnen Sie die ohmschen Verluste α_R des Kabels für eine Leitfähigkeit des Innen- bzw. Außenleiters von $\sigma = 5,7 \cdot 10^7 \text{ S/m}$ bei 10 GHz in dB/m .
- 3.3** (6%) Berechnen Sie die dielektrischen Verluste α_G des Kabels für ein Dielektrikum mit $\tan \delta = 0,001$ in dB/m .
- 3.4** (12%) Berechnen Sie mittels der Power-Loss-Method den Dämpfungskoeffizienten des abgebildeten Rechteckhohlleiters mit den Abmessungen $a = 22,86 \text{ mm}$ und $b = 10,16 \text{ mm}$ bei 10 GHz (Grundmodus TE_{10}) in dB/m . Erklären Sie dabei Ihre Vorgehensweise. Das Metall sei durch $\sigma = 5,7 \cdot 10^7 \text{ S/m}$ charakterisiert. Bei der gesuchten Ausbreitung in z -Richtung lauten die Feldkomponenten:

$$\begin{aligned}
 E_x &= 0 \\
 E_y &= -\frac{j\omega\mu}{\pi} aA \sin\left(\frac{\pi}{a}x\right) e^{-jk_z z} \\
 E_z &= 0 \\
 H_x &= \frac{jk_z}{\pi} aA \sin\left(\frac{\pi}{a}x\right) e^{-jk_z z} \\
 H_y &= 0 \\
 H_z &= A \cos\left(\frac{\pi}{a}x\right) e^{-jk_z z}
 \end{aligned}$$

4 Mobilfunksystem (20%)

Über ein Mobilfunksystem sind folgende Parameter bekannt: Betriebsfrequenz 1,9 GHz, Bandbreite 5 MHz, Zusatzrauschen des Empfängers 4,5 dB, minimal erforderliches SNR am Demodulator des Empfängers 13 dB, Gewinn der Empfangsantenne -10 dBi. Die Sendeantenne ist eine typische Sektorantenne mit 1,2 m Höhe, 20 cm Breite und hat einen Gewinn von 11 dBi.

Hinweise: Boltzmannkonstante $1,38 \cdot 10^{-23}$ Ws/K, Bezugstemperatur $T_0 = 290$ K.

Vernachlässigen Sie Verluste in Kabeln.

4.1 (5%) In welcher Entfernung beginnt das Fernfeld dieser Sendeantenne?

4.2 (5%) Erstellen Sie einen tabellarischen Pegelplan in dB!

4.3 (5%) Ermitteln Sie die maximal erlaubte Ausbreitungsdämpfung und die entsprechende Entfernung für eine Sendeleistung von 13 dBm!

4.4 (5%) Zeichnen Sie einen Pegelplan (Handskizze, muss nicht masstäblich sein)!

5 Richtdiagramm und Gewinn einer Antenne (20%)

Eine verlustlose Antenne habe die Richtcharakteristik

$$f(\vartheta, \varphi) = \begin{cases} \cos^{\frac{8}{2}}(\vartheta) & \text{für } 0 < \vartheta < \pi/2 \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

5.1 (7%) Skizzieren (und beschriften) Sie das Richtdiagramm in horizontaler und vertikaler Ebene!

5.2 (8%) Berechnen Sie den äquivalenten Raumwinkel und die Direktivität!

5.3 (5%) Berechnen Sie den Gewinn über dem Isotropstrahler und über dem Hertz'schen Dipol!