

Schriftliche Prüfung aus Wellenausbreitung am 29. 6. 2009

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. Weder das Skriptum noch handschriftliche Notizen sind erlaubt!

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!

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

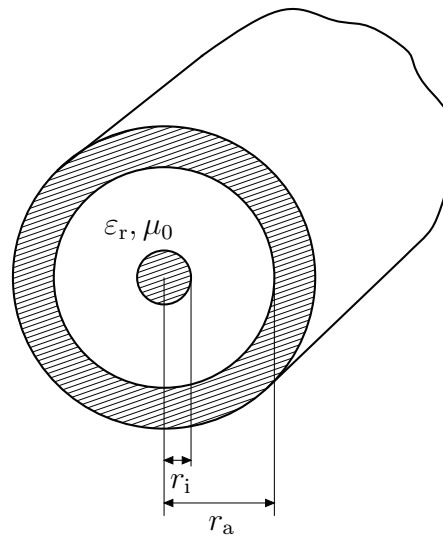
1 Theoriefragen (20%)

- 1.1 (2%) Skizzieren sie die Feldbilder des TEM-Modus für \vec{E} und \vec{H} in einem Koaxialkabel!
- 1.2 (2%) Wie hängen bei der Microstripleitung die Verluste von der Frequenz ab?
- 1.3 (2%) Geben Sie den Grundmodus der Parallelplattenleitung, des Rechteckhohlwellenleiters und des Koaxialkabels an!
- 1.4 (2%) Was ist der Brewsterwinkel und unter welchen Bedingungen tritt er auf?
- 1.5 (2%) Wie groß ist die Wellenzahl einer HEW im Vakuum bei $f = 500 \text{ MHz}$?

- 1.6 (2%) Welchen Gewinn hat ein Hertzscher Dipol gegenüber einem Isotropstrahler?
- 1.7 (2%) Nennen Sie fünf wichtige elektrische Eigenschaften von Antennen!
- 1.8 (2%) Welches Anwendungsgebiet hat eine Logarithmisch-Periodische-Antenne?
- 1.9 (2%) Nennen Sie zwei schmalbandige Antennen!
- 1.10 (2%) Geben Sie zwei praxisgerechte Verfahren für die Bestimmung des Antennengewinnes an (Skizze). Welche Länge muss das für die Messung verwendete Funkfeld haben?

2 Koaxialkabel (20%)

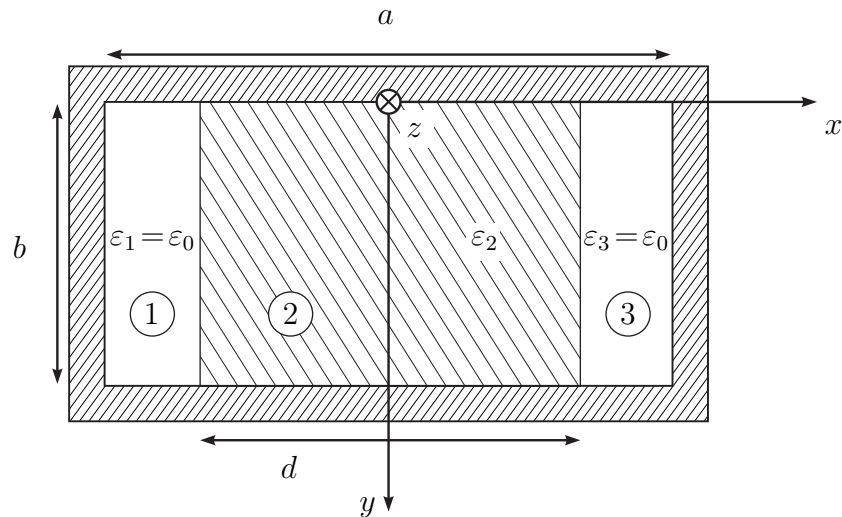
Name/Mat. Nr.: _____



- 2.1** (7%) Bestimmen Sie einen geeigneten Innenradius r_i des abgebildeten Koaxialkabels für $Z_L = 50 \, \Omega$. Der Außenradius sei $r_a = 12,5 \, \text{mm}$, das verwendete Dielektrikum habe $\epsilon_r = 2,1$.
- 2.2** (7%) Berechnen Sie die ohmschen Verluste α_R des Kabels für eine Leitfähigkeit des Innen- bzw. Außenleiters von $\sigma = 57 \cdot 10^6 \, \text{S/m}$ bei $7 \, \text{GHz}$ in dB/m .
- 2.3** (6%) Berechnen Sie die dielektrischen Verluste α_G des Kabels in dB/m für ein Dielektrikum mit $\tan \delta = 0,002$.

3 Rechteckhohlleiter mit Kunststoffeinsatz (20%)

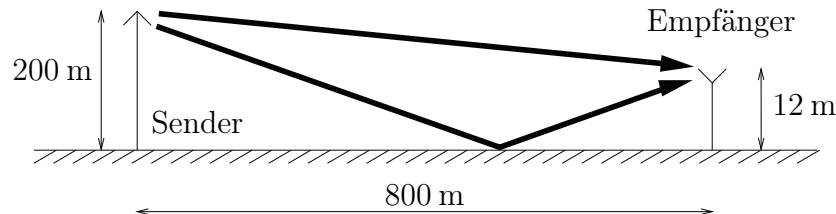
Untersuchen Sie die Ausbreitungseigenschaften des Grundmodus, dessen Feldverteilung der TE_{10} Welle im leeren Hohlleiter ähnlich ist, im unten abgebildeten Hohlleiter mit Kunststoffeinsatz. $\mu = \mu_0$.



- 3.1 (8%) Finden Sie einen geeigneten Ansatz für die Komponenten $E_{z,i}$ und $H_{z,i}$, mit $i = 1, 2, 3$ für Raum i , der die Wellengleichung erfüllt!
- 3.2 (4%) Leiten Sie daraus die restlichen Feldkomponenten her!
- 3.3 (8%) Gewinnen Sie aus den Stetigkeitsbedingungen an der Grenzfläche zwischen Luft und Dielektrikum die charakteristische Gleichung für die Ausbreitungskonstante in z -Richtung!

4 Zwei-Wege Ausbreitung im Mobilfunk (20%)

Gegeben ist die abgebildete Anordnung bestehend aus einem Sender mit Höhe h_S und einem Empfänger mit Höhe h_E in Entfernung d . Der Boden ist ideal leitfähig, sodass der Empfänger neben der direkten Welle eine gleich starke, reflektierte Welle empfängt. Die Mittenfrequenz des Senders beträgt 2,1 GHz.



- 4.1 (3%) Wie groß ist der Laufzeitunterschied zwischen den beiden Ausbreitungspfadern?
- 4.2 (3%) Überprüfen Sie, ob der Boden in die erste Fresnelzone hineinragt.
- 4.3 (4%) Wie hoch ist die Ausbreitungsdämpfung des direkten Pfads (also ohne Berücksichtigung der Reflexion) in dB?
- 4.4 (5%) Der Empfänger bewegt sich rund um seinen Standort. Welcher ungefähre räumliche Abstand ist zwischen zwei Schwundlöchern zu erwarten?
- 4.5 (5%) Durch die Reflexion kommt es beim Empfänger zu Schwund. Wie groß ist der Frequenzabstand zwischen zwei Schwundlöchern?

5 Mobilfunksystem (20%)

Über ein Mobilfunksystem sind folgende Parameter bekannt: Betriebsfrequenz 1,8 GHz, Bandbreite 400 kHz, Zusatzrauschen des Empfängers 5 dB, minimal erforderliches SNR am Demodulator des Empfängers 13 dB, Gewinn der Empfangsantenne -9 dBi. Die Sendeantenne ist eine typische Sektorantenne mit 1,7 m Höhe, 40 cm Breite und hat einen Gewinn von 10 dBi.

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

5.1 (5%) In welcher Entfernung beginnt das Fernfeld dieser Sendeantenne?

5.2 (10%) Ermitteln Sie die maximal erlaubte Ausbreitungsdämpfung und die entsprechende Entfernung für eine Sendeleistung von 20 dBm! Geben Sie alle auftretenden Größen in logarithmischen Maßen (dB, dBm,...) an.

5.3 (5%) Zeichnen Sie einen Pegelplan (Handskizze, muss nicht maßstäblich korrekt sein) und beschriften Sie alle Pegel und Pegeländerungen!