

Schriftliche Prüfung aus Wellenausbreitung am 15. 3. 2010

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 das Deckblatt oder zusätzliches 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%)

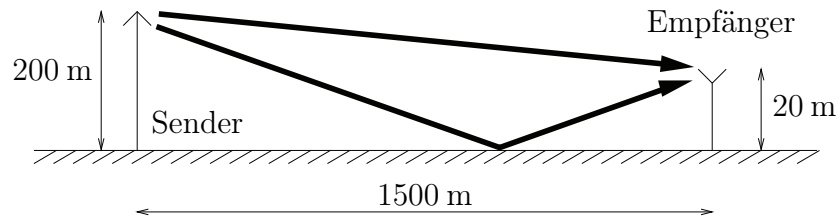
- 1.1 (2%) Was ist ein Weibull-Plot und wie sieht darin eine Rayleigh-Verteilung aus?
- 1.2 (2%) Erklären Sie die Unterschiede zwischen Dispersionsbegrenzung und Dämpfungsbegrenzung bei Nachrichtenübertragung über Wellenleiter!
- 1.3 (2%) Schreiben Sie die vier Maxwellschen Gleichungen für harmonische Vorgänge in komplexer Schreibweise an! Es sei Ladungsfreiheit angenommen. Verwenden Sie wenn möglich lediglich \vec{E} und \vec{H} .
- 1.4 (2%) Wie kann man die Bandbreite einer Antenne definieren?
- 1.5 (2%) Was beschreibt der Imaginärteil der Wellzahl k_z bei einer sich in z -Richtung ausbreitenden Welle?

- 1.6 (2%) Geben Sie den Grundmodus der Parallelplattenleitung, des Rechteckhohlwellenleiters und des Koaxialkabels an!
- 1.7 (2%) Wann sind zwei Wellentypen entartet? Was ist ein Modus?
- 1.8 (2%) Skizzieren Sie die Stromverteilung und die Spannungsverteilung auf einem in der Mitte gespeisten Dipol der Länge λ !
- 1.9 (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.
- 1.10 (2%) Welches Anwendungsgebiet hat eine Drehkreuzantenne?

2 Zwei-Wege Ausbreitung im Mobilfunk (20%)

Name/Mat. Nr.: _____

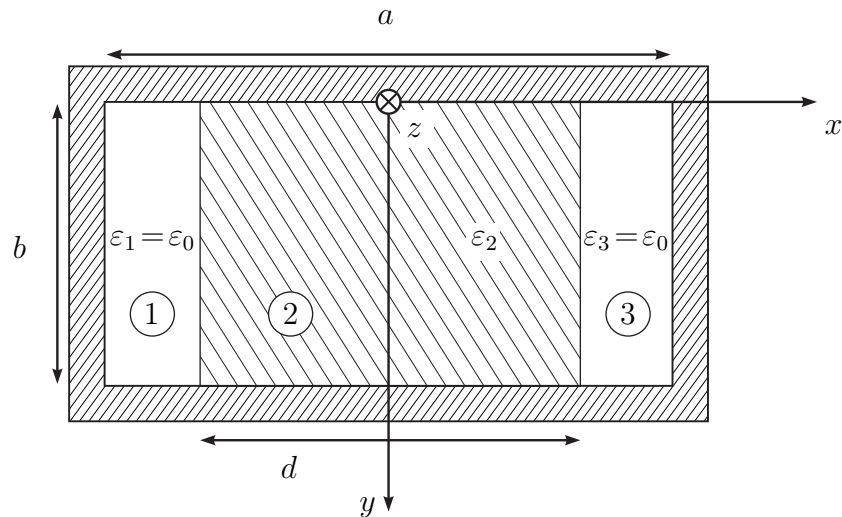
Gegeben ist die abgebildete Anordnung bestehend aus einem Sender mit Höhe h_S und einem Empfänger mit Höhe h_E in Entfernung d . Der Boden ist ideal leitfähig, sodass der Empfänger neben der direkten Welle eine gleich starke, reflektierte Welle empfängt. Die Mittenfrequenz des Senders beträgt 10 GHz.



- 2.1 (3%)** Wie groß ist der Laufzeitunterschied zwischen den beiden Ausbreitungspfaden?
- 2.2 (3%)** Überprüfen Sie, ob der Boden in die erste Fresnelzone hineinragt.
- 2.3 (4%)** Wie hoch ist die Ausbreitungsdämpfung des direkten Pfads (also ohne Berücksichtigung der Reflexion) in dB?
- 2.4 (5%)** Der Empfänger bewegt sich rund um seinen Standort. Welcher ungefähre räumliche Abstand ist zwischen zwei Schwundlöchern zu erwarten?
- 2.5 (5%)** Durch die Reflexion kommt es beim Empfänger zu Schwund. Wie groß ist der Frequenzabstand zwischen zwei Schwundlöchern?

3 Rechteckhohlleiter mit Kunststoffeinsatz (20%)

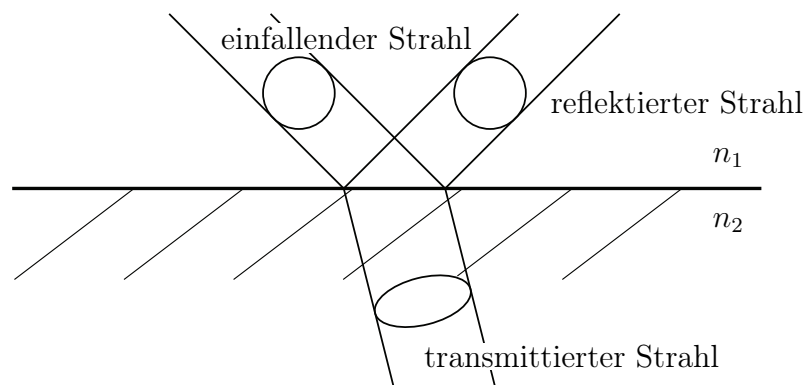
Untersuchen Sie die Ausbreitungseigenschaften des Grundmodus, dessen Feldverteilung der TE_{10} Welle im leeren Hohlleiter ähnlich ist, im unten abgebildeten Hohlleiter mit Kunststoffeinsatz. $\mu = \mu_0$.



- 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 den Grenzflächen die charakteristische Gleichung für die Ausbreitungskonstante in z -Richtung!

4 Übergang von Vakuum nach Glas (20%)

Eine elliptisch polarisierte Welle mit einem Querschnitt von $A = 5 \text{ mm}^2$, einer Elliptizität von 6 dB (TM Anteil stärker) und einer Gesamteistung von $P = 5 \text{ mW}$ wird unter einem Winkel von $\theta_e = 75^\circ$ auf eine Grenzfläche zwischen Vakuum ($n_1 = 1$) und Glas ($n_2 = 1,6$) eingestrahlt.



4.1 (5%) Berechnen Sie Einfallswinkel θ_e , Reflexionswinkel θ_r und Austrittswinkel θ_t und zeichnen Sie diese in die Skizze ein!

4.2 (12%) Berechnen Sie die TE und TM-Anteile (E und H) der einfallenden, der reflektierten und der transmittierten Welle!

4.3 (3%) Berechnen Sie die Elliptizität der reflektierten und der transmittierten Welle in dB!

5 Mobilfunksystem (20%)

Über ein Mobilfunksystem sind folgende Parameter bekannt: Betriebsfrequenz 1,9 GHz, Bandbreite 100 kHz, Zusatzrauschen des Empfängers 4 dB, minimal erforderliches SNR am Demodulator des Empfängers 14 dB, Gewinn der Empfangsantenne -10 dBi. Die Sendeantenne ist eine typische Sektorantenne mit 1 m Höhe, 20 cm Breite und hat einen Gewinn von 12 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 7 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!