

Schriftliche Prüfung aus Wellenausbreitung am 24.10.2013

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

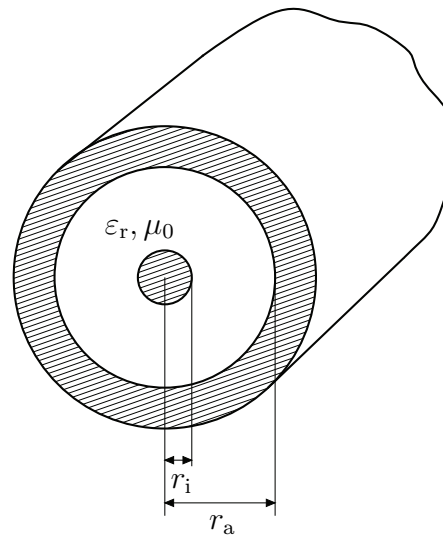
1 Theoriefragen (20%)

- 1.1 (2%) Erklären Sie die Unterschiede zwischen Dispersionsbegrenzung und Dämpfungsbegrenzung bei Datenübertragung über Wellenleitern!
- 1.2 (2%) Nennen Sie je zwei Vor- und Nachteile von Freiraumausbreitung im Vergleich zur Übertragung über Leitungen!
- 1.3 (2%) Wie sind die Poyntingvektoren \vec{P} und \vec{T} definiert? Wie berechnet man aus \vec{T} die Wirkleistungsflussdichte?
- 1.4 (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} .
- 1.5 (2%) Worin unterscheidet sich eine gedämpfte Welle von einem abklingenden evaneszenten Feld?

- 1.6 (2%) Was ist der Mean Effective Gain und in welchem Zusammenhang wird er verwendet?
- 1.7 (2%) Was sagt die effektive Antennenfläche über eine beliebige Antenne aus?
- 1.8 (2%) Was besagt das Reziprozitätstheorem bei Antennen? Welche Voraussetzungen müssen gelten werden, damit es anwendbar ist?
- 1.9 (2%) Was ist ein LNB bzw. LNC? Aus welchen Komponenten besteht er, und wo wird er verwendet?
- 1.10 (2%) Welche Ausbreitungsphänomene werden durch eine Rayleigh- bzw. durch eine Rice-Verteilung beschrieben?

2 Koaxialkabel (20%)

Name/Mat. Nr.: _____



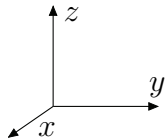
- 2.1** (5%) Bestimmen Sie einen geeigneten Innenradius r_i des abgebildeten Koaxialkabels für $Z_L = 60 \Omega$. Der Außenradius sei $r_a = 14 \text{ mm}$, das verwendete Dielektrikum sei Luft mit $\epsilon_r = 1$.
- 2.2** (5%) Die Innen- bzw. Außenleiter bestehen aus Kupfer mit $\sigma = 57 \cdot 10^6 \text{ S/m}$. Wie groß ist die Eindringtiefe bei $f = 5 \text{ GHz}$? Berechnen Sie die ohmschen Verluste des Kabels in dB/m .
- 2.3** (5%) Ein Ende der Koaxialleitung wird mit Hilfe einer kreisförmigen Scheibe aus Graphit abgeschlossen. Die Scheibe habe ein $R_{\square} = 120\pi \Omega$. Welchen ohmschen Widerstand hat die kreisförmige Scheibe für eine einfallende TEM Welle?
- 2.4** (5%) Wie groß ist der Reflexionsfaktor am Ende der Koaxialleitung auf Grund des Abschlusswiderstandes der kreisförmigen Scheibe? In welchem Frequenzbereich gilt dieser Reflexionsfaktor?

3 Richtdiagramm und Gewinn einer Antenne (20%)

Eine verlustlose Antenne habe die Richtcharakteristik

$$f(\vartheta, \varphi) = \begin{cases} \cos^3(\vartheta) & \text{für } 0 < \vartheta < \pi/2 \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

- 3.1** (7%) Skizzieren Sie das Richtdiagramm in horizontaler (x/y) und vertikaler (x/z) Ebene! Zeichnen Sie ϑ und φ in den Skizzen und dem Koordinatensystem ein.

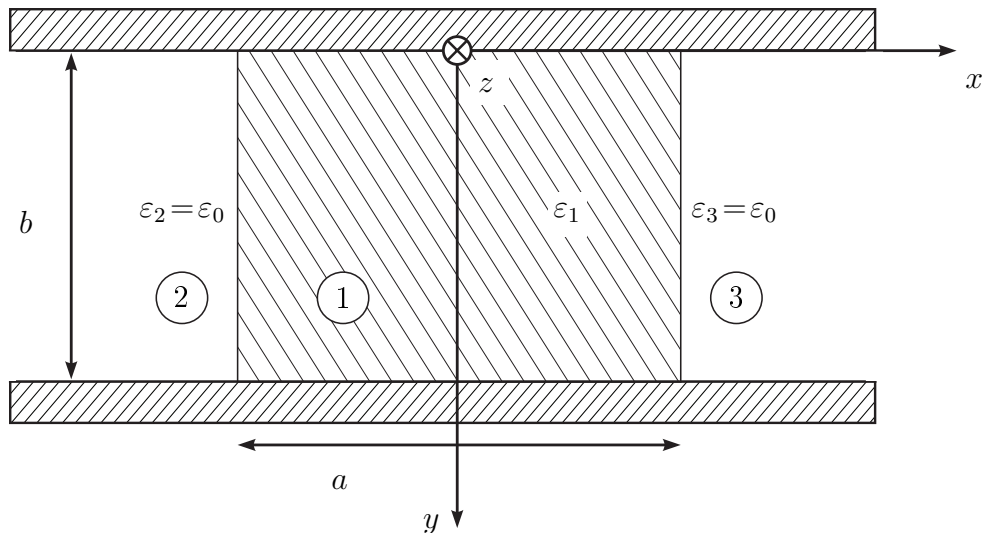


- 3.2** (8%) Berechnen Sie den äquivalenten Raumwinkel und die Direktivität!

- 3.3** (5%) Berechnen Sie den Gewinn über dem Isotropstrahler und über dem Hertz'schen Dipol!

4 Dielektrischer Stab zwischen Metallplatten (20%)

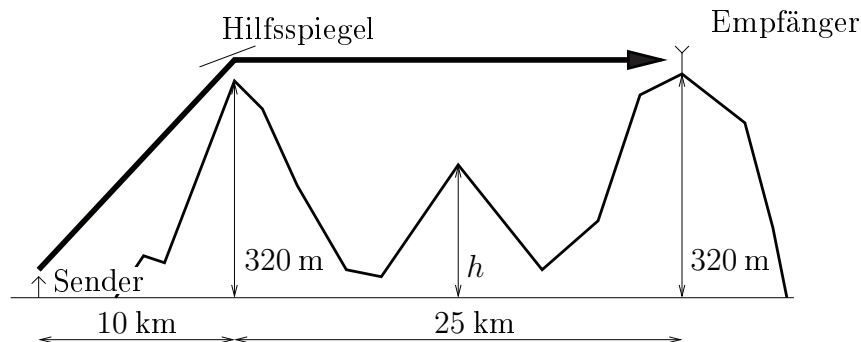
Gegeben sei ein dielektrischer Stab mit Permittivität ε_1 , der zwischen zwei näherungsweise unendlich ausgedehnten Platten befestigt ist. Untersuchen sie die Ausbreitung eines TE-Modus, dessen Feldverteilung homogen in y ist. $\mu = \mu_0$.



- 4.1 (8%) Finden Sie einen geeigneten nicht einschränkenden Ansatz für die Komponenten $E_{z,i}$ und $H_{z,i}$, mit $i = 1, 2, 3$ für Raum i , der die Wellengleichung erfüllt!
- 4.2 (4%) Leiten Sie daraus die restlichen Feldkomponenten her!
- 4.3 (8%) Bestimmen Sie für den Fall von zur y/z -Ebene symmetrischen elektrischen Feldern die charakteristische Gleichung für die Ausbreitungskonstante in z -Richtung! Gewinnen Sie diese aus den Stetigkeitsbedingungen an den Grenzflächen.

5 Richtfunkstrecke mit Hilfsspiegel (20%)

Wie in der Skizze gezeigt, soll eine Richtfunkstrecke auf 11 GHz zwischen einem Sender und einem Empfänger in hügeligem Gelände über einen Hilfsspiegel realisiert werden. Der Streuquerschnitt des Hilfsspiegels ist $\sigma = 220 \text{ m}^2$, der Empfänger hat eine Rauschtemperatur von 320 K und eine Bandbreite von 50 MHz. Der Abstand zwischen Signalleistung und Rauschleistung muss mindestens 18 dB betragen. Die Empfangsantenne ist ein Parabolspiegel mit Durchmesser $D = 3 \text{ m}$ und einem Flächenwirkungsgrad von 0,95. Hinweis: Boltzmann-Konstante $1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Ws/K}$



- 5.1 (6%) Welche Höhe h darf ein ungefähr in der Mitte zwischen Hilfsspiegel und Empfänger liegender Hügel maximal haben, ohne die Richtfunkstrecke nennenswert zu beeinträchtigen? Erklären Sie Ihre Argumentation!
- 5.2 (10%) Welche EIRP (in Watt und in dBW) muss die Sendeanlage erzeugen, damit der erforderliche Signal/Rausch-Abstand am Empfänger erreicht wird?
- 5.3 (4%) Welche Sendeleistung (in Watt und in dBW) ist nötig, wenn die Sendeanlage eine baugleiche Parabolantenne verwendet wie der Empfänger?