

Schriftliche Prüfung aus Wellenausbreitung am 18. 5. 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 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!

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

1 Theoriefragen (20%)

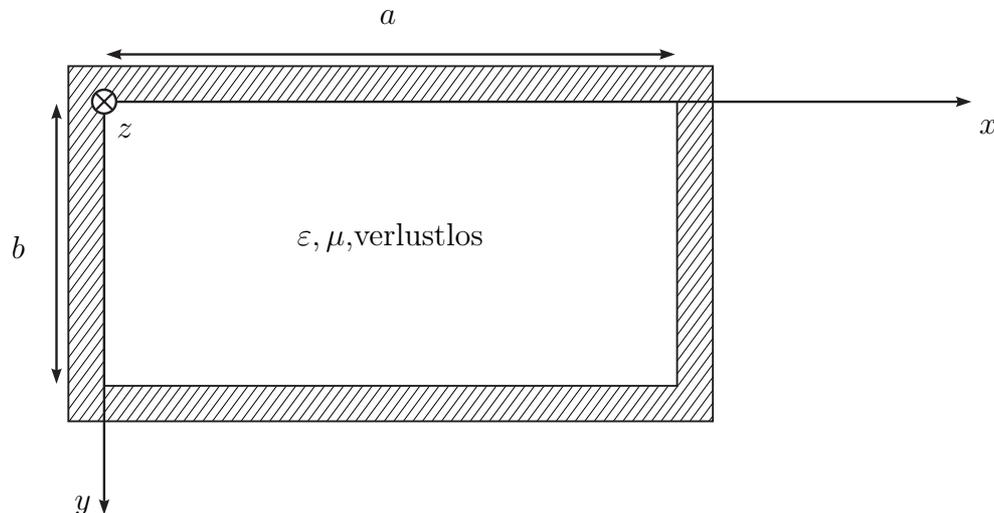
- 1.1 (2%) Wie sind die Poyntingvektoren \vec{P} und \vec{T} definiert? Wie berechnet man aus \vec{T} die Wirkleistungsflussdichte?
- 1.2 (2%) Schreiben Sie die vier Maxwellgleichungen in differentieller Form an!
- 1.3 (2%) Was beschreibt der Imaginärteil der Wellzahl k_z bei einer sich in z -Richtung ausbreitenden Welle?
- 1.4 (2%) Wie sieht der Separationsansatz für eine von den Koordinaten x, y, z abhängige Wellenfunktion aus?
- 1.5 (2%) Welcher grundsätzliche Zusammenhang (Proportionalität) besteht zwischen Empfangsleistung und Sendeleistung als Funktion der Distanz bei leitungsgeführter Strahlung und bei Freiraumausbreitung?

- 1.6 (2%) Beschreiben sie stichwortartig drei Depolarisationsmechanismen bei der Funkübertragung!
- 1.7 (2%) Was ist ein Weibull-Plot und wie sieht darin eine Rayleigh-Verteilung aus?
- 1.8 (2%) Skizzieren Sie die Stromverteilung und die Spannungsverteilung auf einem in der Mitte gespeisten Dipol der Länge λ !
- 1.9 (2%) Was verstehen Sie im Laborjargon unter Kreuzpolarisation?
- 1.10 (2%) Welche Richtcharakteristik hat ein Hertz'scher Dipol? Welchen Gewinn hat er über dem Isotropstrahler?

2 Rechteckhohlleiter (20%)

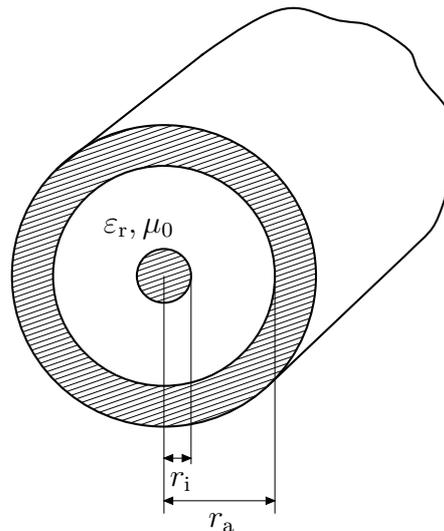
Name/Mat. Nr.: _____

Untersuchen Sie die Ausbreitung von $TE_{m,n}$ Wellen in z Richtung im skizzierten Rechteckhohlleiter.



- 2.1 (6%) Finden Sie einen geeigneten Ansatz für die Komponenten der gewünschten Moden in Ausbreitungsrichtung, der die Wellengleichung erfüllt. Ermitteln Sie die Separationsbedingungen.
- 2.2 (5%) Leiten Sie daraus die restlichen Feldkomponenten her und passen Sie an den Rand an! Welche Komponenten verschwinden?
- 2.3 (3%) Berechnen Sie die Hohlleiterwellenlängen, die Grenzwellenlängen und die Grenzfrequenzen aller gefragter Moden als Funktion von m und n ! Ist ein TEM Modus ausbreitungsfähig? Wieso? Wenn ja, welche Grenzwellenlänge bzw. Feldwellenwiderstand hat er?
- 2.4 (6%) Berechnen und skizzieren Sie das Dispersionsdiagramm für die TE_{10} , TE_{11} , TE_{20} Moden für $a = 4 \text{ cm}$, $b = 3 \text{ cm}$, $\epsilon_r = 3$, $\mu_r = 1$, $\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm}$, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am}$. Achten Sie auf die Beschriftung! Geben Sie die Grenzfrequenzen an! In welchem Frequenzbereich ist nur ein einziger Modus ausbreitungsfähig? Welcher?

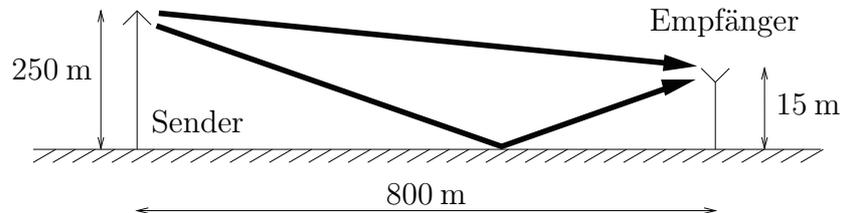
3 Koaxialkabel (20%)



- 3.1 (5%) Bestimmen Sie einen geeigneten Innenradius r_i des abgebildeten Koaxialkabels für $Z_L = 60 \Omega$. Der Außenradius sei $r_a = 8,5 \text{ mm}$, das verwendete Dielektrikum sei Luft mit $\epsilon_r = 1$.
- 3.2 (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 .
- 3.3 (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?
- 3.4 (5%) Wie groß ist der Reflexionsfaktor am Ende der Koaxialleitung auf Grund des Abschlusswiderstandes der kreisförmigen Scheibe? In welchem Frequenzbereich gilt dieser Reflexionsfaktor?

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 GHz.



- 4.1 (3%) Wie groß ist der Laufzeitunterschied zwischen den beiden Ausbreitungspfaden?

- 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 Radar (20%)

Ein Radargerät auf einem Schiff arbeite mit einer Betriebsfrequenz von 14 GHz und einem Antennengewinn von 37 dBi. In einer Entfernung von 5 km wird ein idealer, kreisförmiger Retroreflektor mit einem Durchmesser von 35 cm geortet.

5.1 (6%) Wie gross ist der Streuquerschnitt σ des Retroreflektors?

5.2 (9%) Welche Leistung (in dBm) hat das empfangene Echo, wenn die Sendeleistung 800 W beträgt?

5.3 (5%) In welcher Entfernung kann der Retroreflektor noch erkannt werden, wenn die minimale Empfangsleistung -90 dBm beträgt?