

Schriftliche Prüfung aus Wellenausbreitung am 19. 10. 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%) Nennen Sie drei wesentliche Vorteile der drahtlosen Übertragung!

1.2 (2%) Wie groß ist die Wellenlänge einer sich im Vakuum ausbreitenden HEW mit $f = 1 \text{ GHz}$?

1.3 (2%) Wie lautet der Zusammenhang zwischen wirksamer Antennenfläche und dem Antennengewinn für einen Flächenwirkungsgrad $w = 1$?

1.4 (2%) Schreiben Sie die vier Maxwellgleichungen in differentieller Form an!

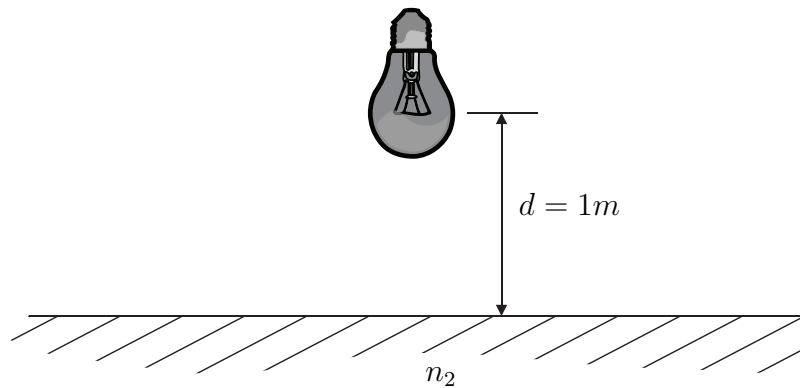
1.5 (2%) Skizzieren sie die Feldbilder des TEM-Modus für \vec{E} und \vec{H} in einem Koaxialkabel!

- 1.6 (2%) Was ist die Bedingung für eine Line-Of-Sight (LOS) Verbindung?
- 1.7 (2%) Wie sind die Poyntingvektoren \vec{P} und \vec{T} definiert? Wie berechnet man aus \vec{T} die Blindleistungsflussdichte?
- 1.8 (2%) Nennen Sie zwei breitbandige Antennen!
- 1.9 (2%) Welche Ausbreitungsphänomene werden durch eine Rayleigh- bzw. durch eine Rice-Verteilung beschrieben?
- 1.10 (2%) Was verstehen Sie allgemein unter dem Grundmodus eines beliebigen Wellenleiters?

2 Lichtquelle über Aquarium (20%)

Name/Mat. Nr.: _____

Eine 60 W Glühlampe befindet sich in einer Höhe von 1 m über der Wasseroberfläche eines Aquariums. Nehmen Sie im folgenden an, dass die gesamte elektrische Leistung in Licht umgewandelt wird, und dass das Licht einer Glühlampe unpolarisiert ist. Das Wasser habe einen Brechungsindex $n_2 = 1,33$.



- 2.1 (8%) Wie groß ist der Betrag des Poyntingvektors direkt oberhalb der Wasseroberfläche, senkrecht unter der Lampe?
- 2.2 (8%) Wie groß ist der Betrag des Poyntingvektors direkt unterhalb der Wasseroberfläche, senkrecht unter der Lampe?
- 2.3 (4%) Erklären Sie den Zusammenhang zwischen den beiden Werten!

3 Richtdiagramm und Gewinn einer Antenne (20%)

Eine verlustlose Antenne habe die Richtcharakteristik

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

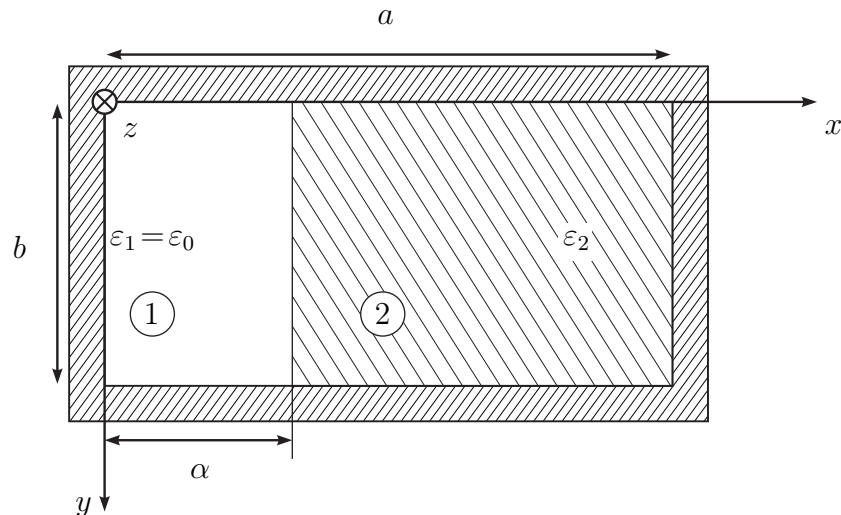
3.1 (7%) Skizzieren (und beschriften) Sie das Richtdiagramm in horizontaler und vertikaler Ebene!

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 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. $\mu = \mu_0$



- 4.1 (6%) Finden Sie einen geeigneten Ansatz für die Komponenten $E_{z,i}$ und $H_{z,i}$, mit $i = 1, 2$ für Raum i , der die Wellengleichung erfüllt!
- 4.2 (4%) Leiten Sie daraus die restlichen Feldkomponenten her!
- 4.3 (6%) Gewinnen Sie aus den Stetigkeitsbedingungen an den Grenzflächen die charakteristische Gleichung für die Ausbreitungskonstante in z -Richtung!
- 4.4 (4%) Skizzieren Sie das Feldbild längs und quer zur Ausbreitungsrichtung eines Rechteckhohlleiters ohne zusätzlichen Kunststoffeinsatz im TE_{11} Modus!

5 Richtfunkstrecke (20%)

Für eine Richtfunkstrecke bei 25 GHz steht ein Sender mit einer Sendeleistung von $P = 17$ dBm zur Verfügung. Daran angeschlossen ist eine optimal ausgerichtete Antenne mit einem Gewinn $G_s = 19,5$ dBi. In einer Entfernung $d = 1,5$ km steht der Empfänger mit einer Antenne mit dem Gewinn $G_e = 15$ dBi.

5.1 (5%) In welcher Höhe muss die Richtfunkverbindung mindestens montiert werden, wenn sich in der Mitte der Strecke Sender-Empfänger ein Haus mit 20 m Höhe befindet?

5.2 (6%) Berechnen Sie die empfangene Leistung (in dBm)!

5.3 (9%) Bei Bauarbeiten wird die Sendeantenne versehentlich um einen Winkel $\Delta\varphi = 15^\circ$ verdreht. Um welchen Wert in (dB) ändert sich das SNR am Empfänger? Die Richtcharakteristik der Antenne lautet:

$$f(\vartheta, \varphi) = \begin{cases} \sin^{18}(\vartheta) \sin^{18}(\varphi) & \text{für } 0 \leq \varphi \leq \pi \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$