

Schriftliche Prüfung aus Wellenausbreitung am 19. 5. 2008

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.

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!

ACHTUNG: Ab sofort werden die alte (WA VO 1+2) und die neue (WA VU) Form der Vorlesung mittels der GLEICHEN schriftlichen Prüfung geprüft! Die Kandidaten der alten Form bekommen ebenfalls nur die Formelsammlung. Weder das Skriptum noch handschriftliche Notizen sind erlaubt! Falls ein Kandidat nur den WA1-Teil oder den WA2-Teil machen will, so ist das dem Prüfungsbetreuer vor der Prüfung mitzuteilen. Es sind dann nur 1,5 Stunden Zeit!

Name:	Matrikelnr.:	
Punkte	%	von %
1		20
2		15
3		25
4		20
5		20
Σ		100

1 Theoriefragen (20%)

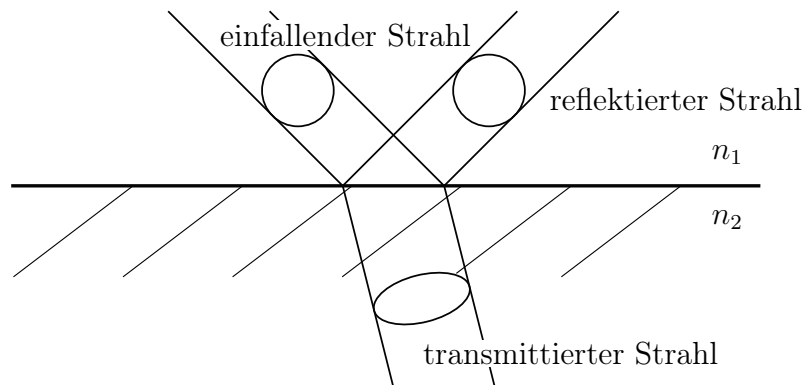
- 1.1 (2%) Wie lautet der allgemeine Lösungsansatz der eindimensionalen homogenen Wellengleichung?
- 1.2 (2%) Schreiben Sie die vier Maxwellgleichungen in differentieller Form an!
- 1.3 (2%) Was verstehen Sie allgemein unter dem Grundmodus eines beliebigen Wellenleiters?
- 1.4 (2%) Welcher grundsätzliche Zusammenhang (Proportionalität) besteht zwischen Empfangsleistung und Sendeleistung als Funktion der Distanz bei leitungsgeführter Strahlung und bei Freiraumausbreitung?
- 1.5 (2%) Skizzieren sie die Feldbilder des TEM-Modus für \vec{E} und \vec{H} in einem Koaxialkabel!

- 1.6 (2%) Welchen Gewinn hat ein Hertzscher Dipol gegenüber einem Isotropstrahler?
- 1.7 (2%) Was ist die Bedingung für eine Line-Of-Sight (LOS) Verbindung?
- 1.8 (2%) Was verstehen Sie im Laborjargon unter Kreuzpolarisation?
- 1.9 (2%) Geben Sie zwei praxisgerechte Verfahren für die Bestimmung des Antennengewinnes an (Skizze). Welche Länge muss das für die Messung verwendete Funkfeld haben?
- 1.10 (2%) Skizzieren Sie die Stromverteilung und die Spannungsverteilung auf einem in der Mitte gespeisten Dipol der Länge $\lambda/2$!

2 Übergang von Vakuum nach Glas (15%)

Name/Mat. Nr.: _____

Eine zirkular polarisierte Welle mit einem Querschnitt von $A = 5 \text{ mm}^2$ und einer Leistung von $P = 3 \text{ mW}$ wird unter dem Brewster-Winkel auf eine Grenzfläche zwischen Vakuum ($n_1 = 1$) und Glas ($n_2 = 1,4$) eingestrahlt.



2.1 (4%) Berechnen Sie Einfallswinkel θ_e , Reflexionswinkel θ_r und Austrittswinkel θ_t und zeichnen Sie diese in die Skizze ein!

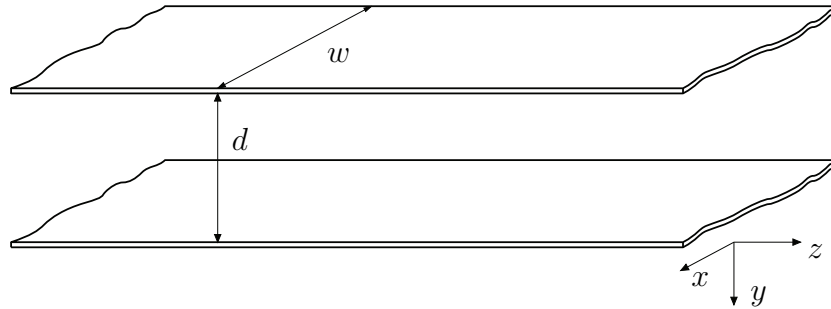
2.2 (3%) Berechnen Sie die Querschnittsfläche des transmittierten Strahls!

2.3 (8%) Berechnen Sie die Leistungen $P_{\text{TE},t}$ und $P_{\text{TM},t}$ der transmittierten Wellen!

3 Dämpfungsbelag der Parallelplattenleitung (25%)

Es soll die Ausbreitungsfähigkeit des TEM Modus in z -Richtung auf dem abgebildeten Parallelplattenleiter (mit $\varepsilon_r = 1$) untersucht werden.

Hinweis: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}$, $\varepsilon_0 = 8,8541 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}}$



- 3.1 (5%) Berechnen Sie die Komponenten der gefragten Moden, finden Sie einen Ansatz der die Wellengleichung erfüllt, ermitteln Sie die Separationsbedingungen und passen Sie an den Rand an! Verwenden Sie dabei die Näherung $w \gg d$. Welche Komponenten verschwinden?
- 3.2 (6%) Berechnen Sie den Mediumswiderstand, den Leitungswellenwiderstand und die Grenzfrequenz des gefragten Modus für $w = 10 \text{ mm}$, $d = 1 \text{ mm}$! Geben Sie alle zur Berechnung notwendigen Schritte an!
- 3.3 (9%) Berechnen Sie mittels der Power Loss Method den Dämpfungskoeffizienten für den gefragten Modus in dB/m. Das Metall sei durch $\sigma_{\text{Cu}} = 5,7 \cdot 10^7 \text{ S/m}$ charakterisiert, die Frequenz sei 4 GHz.
- 3.4 (5%) Zeichnen Sie die tatsächlichen Feldbilder ohne Verwendung der Näherung $w \gg d$ in zwei Ansichten! Welche Wellentypen sind prinzipiell auf dieser Leitung ausbreitungsfähig?

4 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 ausgerichtet 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.

4.1 (5%) In welcher Höhe muss die Richtfunkverbindung mindestens montiert werden, wenn ein sich in der Mitte der Strecke Sender-Empfänger ein Haus mit 20 m Höhe befindet?

4.2 (6%) Berechnen Sie die Leistung am Standort des Empfängers (in dBm)!

4.3 (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:

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

5 Radar (20%)

Ein Radargerät auf einem Schiff arbeite mit einer Betriebsfrequenz von 14 GHz und einem Antennengewinn von 40 dBi. In einer Entfernung von 2 km wird ein idealer, kreisförmiger Retroreflektor mit einem Durchmesser von 20 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 400 W beträgt?

5.3 (5%) In welcher Entfernung kann der Retroreflektor noch erkannt werden, wenn die minimale Empfangsleistung -80 dBm beträgt?