

Schriftliche Prüfung aus Wellenausbreitung am 21. 6. 2006

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 mitzuteilen, es sind dann nur 1,5 Stunden Zeit!

Name:	Mat. Nr.:	
Punkte	%	von %
1		
2		
3		
4		
5		
Σ		

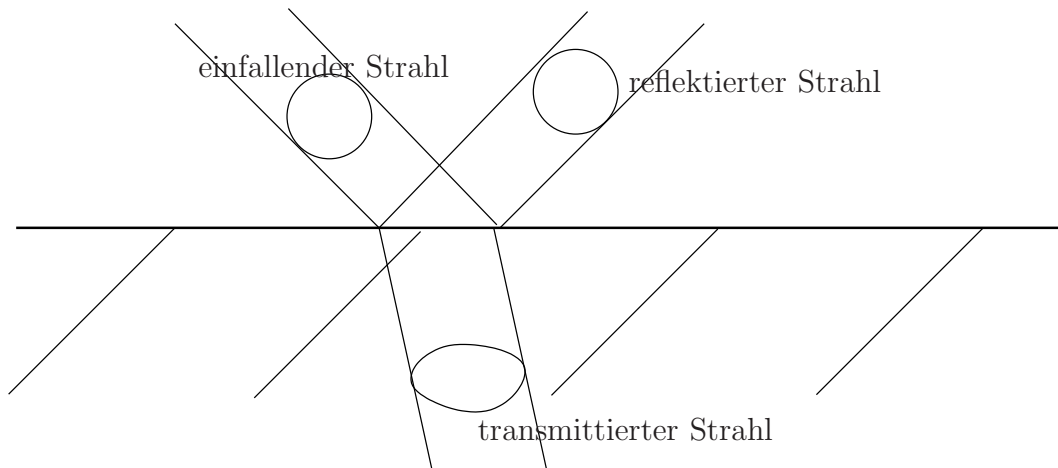
1 Theoriefragen (20%)

- 1.1 (2%) Wie lautet die Kraftgleichung für ein Elektron, auf welches sowohl eine elektrostatische als auch eine Lorentz-Kraft einwirkt?
- 1.2 (2%) Was bedeutet der Begriff "effektive Ladungsfreiheit"? Durch welche Formel wird die dielektrische Relaxationszeit τ_D angegeben und wie gross ist diese näherungsweise bei Kupfer?
- 1.3 (2%) Schreiben Sie die 4 Maxwellschen Gleichungen für harmonische Vorgänge in komplexer Schreibweise an! Es sei Ladungsfreiheit angenommen.
- 1.4 (2%) Wie lautet die Separationsbedingung in kartesischen Koordinaten?
- 1.5 (2%) Wie lautet der allgemeine Lösungsansatz der eindimensionalen homogenen Wellengleichung?

- 1.6 (2%) Wie unterscheidet man Nah- und Fernzone einer Antenne?
- 1.7 (2%) Welche Eigenschaften kennzeichnen einen Hertz'schen Dipol?
- 1.8 (2%) Nennen Sie drei wesentliche Vorteile der drahtlosen Übertragung!
- 1.9 (2%) Was verstehen Sie im Laborjargon unter Kreuzpolarisation?
- 1.10 (2%) Wie kann man die Bandbreite einer Antenne definieren (mindestens zwei Antworten)?

2 Zirkular polarisierte Welle (15%)

Eine zirkular polarisierte Welle mit einem Querschnitt von $A = 2\text{mm}^2$ und mit der Leistung von $P = 1\text{mW}$ wird unter dem Winkel $\theta_e = 35^\circ$ auf eine Grenzfläche zwischen Vakuum ($n_1 = 1$) und Glas (n_2) eingestrahlt. Der Transmissionswinkel sei $\theta_t = 20^\circ$.

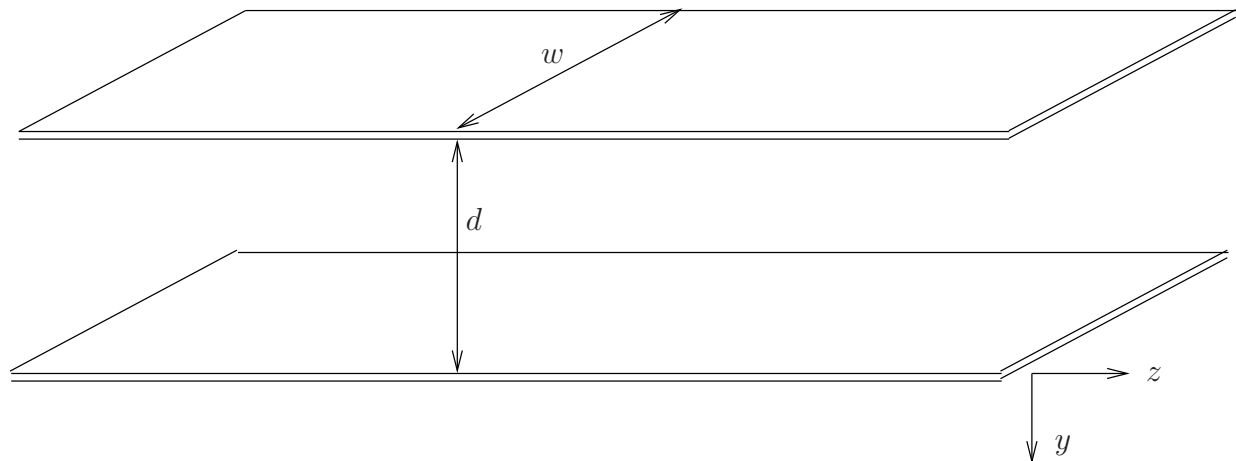


2.1 (10%) Berechnen Sie den Brechungsindex und den Wellenwiderstand des Glases sowie den Reflexionswinkel. Zeichnen Sie alle Winkel in die Skizze ein! Berechnen Sie die TE und TM-Anteile (E und H) der reflektierten und der transmittierten Welle!

2.2 (5%) Berechnen Sie die Elliptizität in dB der reflektierten und der transmittierten Welle!

3 Dämpfungsbelag der Parallelplattenleitung (25%)

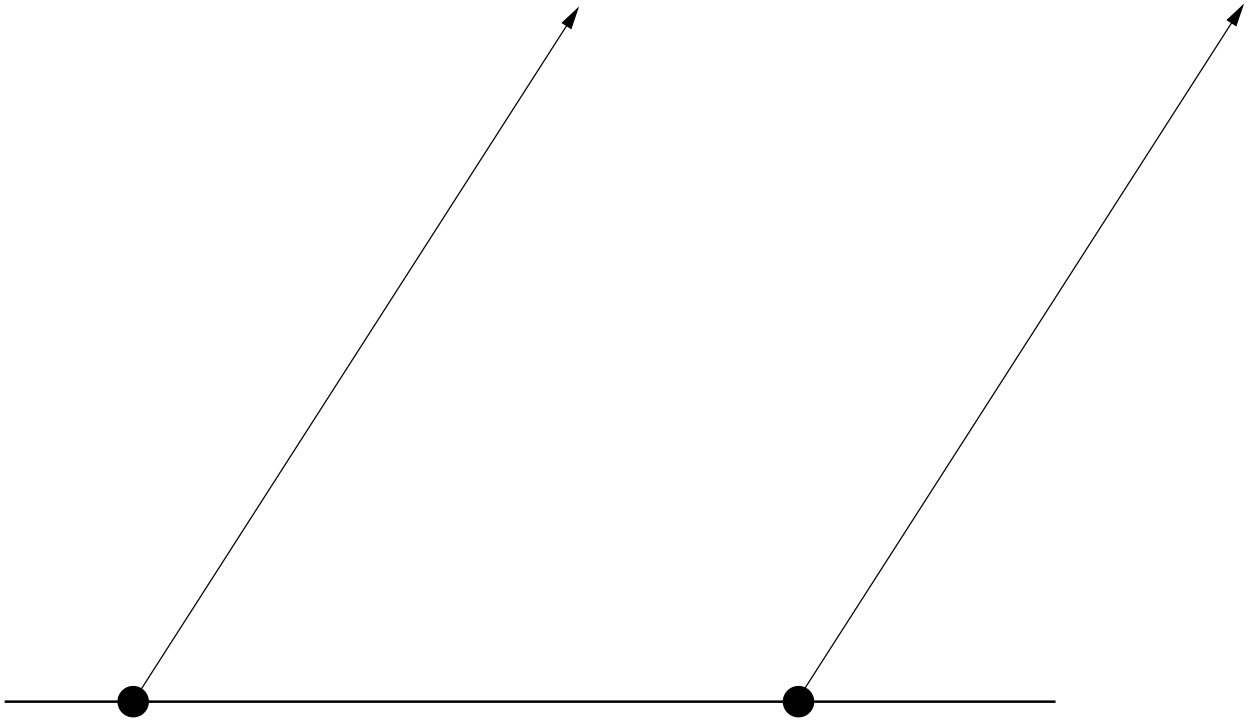
Leiten Sie den Dämpfungsbelag der abgebildeten leeren Parallelplattenleitung mit dem Plattenabstand d und der Plattenbreite w ($w \gg d$) her. Nehmen Sie an, daß sich eine TEM-Welle in z -Richtung ausbreitet.



- 3.1 (5%) Finden Sie einen Ansatz für die Komponenten des gefragten Modus, der die Wellengleichung erfüllt (nachprüfen!), ermitteln Sie die Separationsbedingungen und passen Sie an den Rand an! Welche Komponenten verschwinden?
- 3.2 (5%) Zeichnen Sie die Felddiagramme in zwei Ansichten (xy - und yz - Ebene)! Erklären Sie die Auswirkungen der Näherung $w \gg d$! Welche Wellentypen sind prinzipiell auf dieser Leitung ausbreitungsfähig?
- 3.3 (5%) Berechnen Sie den Mediumswiderstand, den Leitungswellenwiderstand und die Grenzfrequenz des gefragten Modus!
- 3.4 (5%) Berechnen Sie mittels der Power Loss Method den Dämpfungskoeffizienten für den gefragten Modus. Das Metall sei durch $\sigma_{\text{Cu}} = 5,7 \times 10^7 \text{ S/m}$ (nun nicht mehr verlustfrei) charakterisiert, die Frequenz sei 1GHz, $w = 20\text{mm}$, $d = 1,5\text{mm}$
- 3.5 (5%) Berechnen und skizzieren Sie das Dispersionsdiagramm für den gefragten Modus.

4 Richtdiagramm einer Antennengruppe (25%)

Zwei baugleiche omnidirektionale Antennen im Abstand d , welche entkoppelt angenommen werden, erzeugen in einem sehr grossen Abstand r Feldstärken, welche dem Betrag nach identisch als E_0 angenommen werden können. Berechnen Sie das Richtdiagramm einer derartigen Anordnung in der Zeichenebene (x, y) !



5 Richtfunkstrecke (15%)

Für eine Richtfunkstrecke bei 28 GHz steht ein Sender mit einer Sendeleistung von $P = 17$ dBm zur Verfügung. Daran angeschlossen ist eine optimal ausgerichtete Antenne mit einer Richtcharakteristik

$$f(\vartheta, \varphi) = \begin{cases} \sin^{20}(\vartheta) \cos^{20}(\varphi) & \text{für } -\pi/2 \leq \varphi \leq \pi/2 \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

und einem Gewinn $G_s = 13$ dBi. In einer Entfernung $d = 2$ km steht der Empfänger mit einer Gewinnantenne mit Gewinn $G_e = 10$ dBi.

5.1 (5%) Berechnen Sie die Leistung am Standort des Empfängers (in dBm)!

5.2 (10%) 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?