

Schriftliche Prüfung aus Wellenausbreitung am 27. 6. 2007

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 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!

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		25
3		15
4		20
5		20
Σ		100

1 Theoriefragen (20%)

1.1 (2%) Welcher grundsätzliche Zusammenhang (Proportionalität) besteht zwischen Empfangsleistung und Sendeleistung als Funktion der Distanz bei leitungsgeführter Strahlung und bei Freiraumausbreitung?

1.2 (2%) Schreiben Sie die vier Maxwellgleichungen in differentieller Form an!

1.3 (2%) Skizzieren sie die Feldbilder des TEM-Modus für \vec{E} und \vec{H} in einem Koaxialkabel!

1.4 (2%) Was ist der Grundmodus des Rechteckhohlleiters?

1.5 (2%) Wie lautet die Separationsbedingung in kartesischen Koordinaten?

1.6 (2%) Schreiben Sie zwei Definitionen des Antennengewinns an! Erklären Sie die verwendeten Grössen und geben Sie ihre Einheiten an!

1.7 (2%) Nennen Sie zwei breitbandige Antennen!

1.8 (2%) Nennen Sie drei wesentliche Vorteile der drahtlosen Übertragung!

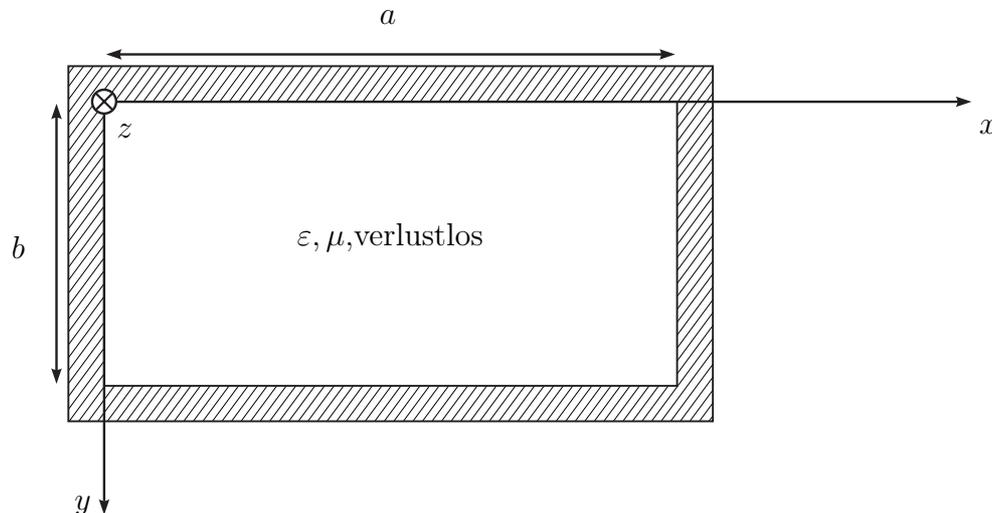
1.9 (2%) Wie kann man die Bandbreite einer Antenne definieren?

1.10 (2%) Welches Anwendungsgebiet hat eine Drehkreuzantenne?

2 Rechteckhohlleiter (25%)

Name/Mat. Nr.: _____

Untersuchen Sie die Ausbreitung einer TE_{10} Welle in z Richtung im skizzierten Rechteckhohlleiter.

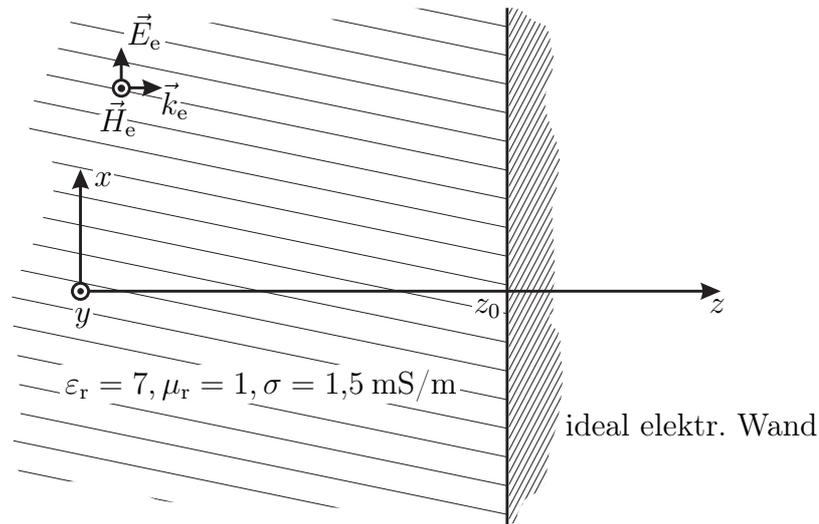


- 2.1 (7%) Finden Sie einen geeigneten Ansatz für die Komponenten des gewünschten Modus in Ausbreitungsrichtung, der die Wellengleichung erfüllt. Ermitteln Sie die Separationsbedingungen und passen Sie an den Rand an.
- 2.2 (3%) Leiten Sie daraus die restlichen Feldkomponenten her. Welche verschwinden?
- 2.3 (12%) Der Hohlleiter wird im X-Band eingesetzt und hat die Abmessungen bzw. Kenndaten $a = 22,86 \text{ mm}$, $b = 10,16 \text{ mm}$, $\varepsilon = \varepsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm}$, $\mu = \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am}$. Er wird bei 11 GHz betrieben. Berechnen Sie die maximale elektrische Feldstärke bei einer übertragenen Leistung von 57 dBW.
- 2.4 (3%) Ist die Verwendung dieses Hohlleiters bei einer Durchschlagsfeldstärke von 15 kV/cm (Luft) möglich? Wenn dies nicht möglich ist oder wäre, wie könnte man dies dennoch ermöglichen?

3 Stehende Welle im verlustbehafteten Medium (15%)

Eine sich im verlustbehafteten Medium (z.B.: trockener Erdboden) ausbreitende ebene Welle mit $f = 20$ MHz wird von einer auf die Ausbreitungsrichtung senkrecht stehenden metallischen Wand mit unendlicher Leitfähigkeit reflektiert (siehe Abbildung). Die Amplitude der einfallenden Welle bei $z = 0$ beträgt 5 V/m.

Hinweis: $\varepsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12}$ As/Vm, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Vs/Am.



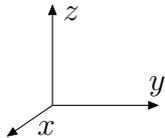
- 3.1 (1%) Wie groß ist die Phasengeschwindigkeit v_p ?
- 3.2 (4%) Setzen Sie die einfallende Welle an (\vec{E}_e und \vec{H}_e) und berechnen Sie die Wellenzahl k_e . Wie groß ist die Dämpfung in dB/m?
- 3.3 (2%) Berechnen Sie die komplexe Amplitude und den zeitlichen Verlauf der einfallenden Welle am Ort der metallischen Wand $z_0 = 8$ m!
- 3.4 (4%) Finden Sie einen Ansatz für die reflektierte Welle (\vec{E}_r und \vec{H}_r)! Wie muss der zeitliche Verlauf der reflektierten Welle aussehen, damit die Randbedingungen erfüllt sind?
- 3.5 (4%) Berechnen Sie die Hüllkurve des Gesamtfeldes!

4 Richtdiagramm und Gewinn einer Antenne (20%)

Eine verlustlose Antenne habe die Richtcharakteristik

$$f(\vartheta, \varphi) = \begin{cases} \cos^{\frac{12}{4}}(\vartheta) & \text{für } 0 < \vartheta < \pi/2 \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

- 4.1 (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.



- 4.2 (8%)** Berechnen Sie den äquivalenten Raumwinkel und die Direktivität!

- 4.3 (5%)** Berechnen Sie den Gewinn über dem Isotropstrahler und über dem Hertz'schen Dipol!

5 Radar (20%)

Ein Radargerät auf einem Schiff arbeite mit einer Betriebsfrequenz von 16 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 500 W beträgt?

5.3 (5%) In welcher Entfernung kann der Retroreflektor noch erkannt werden, wenn die minimale Empfangsleistung -70 dBm beträgt?