

Schriftliche Prüfung aus Wellenausbreitung am 12. 1. 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		25
3		15
4		15
5		25
Σ		100

1 Theoriefragen (20%)

1.1 (2%) Was geben Wellenzahl und Kreisfrequenz an?

1.2 (2%) Erklären Sie die Unterschiede zwischen Dispersionsbegrenzung und Dämpfungsbegrenzung bei Nachrichtenübertragung über Wellenleiter!

1.3 (2%) Was verstehen Sie allgemein unter dem Grundmodus eines beliebigen Wellenleiters?

1.4 (2%) Wie hängen bei der Microstripleitung die Verluste von der Frequenz ab?

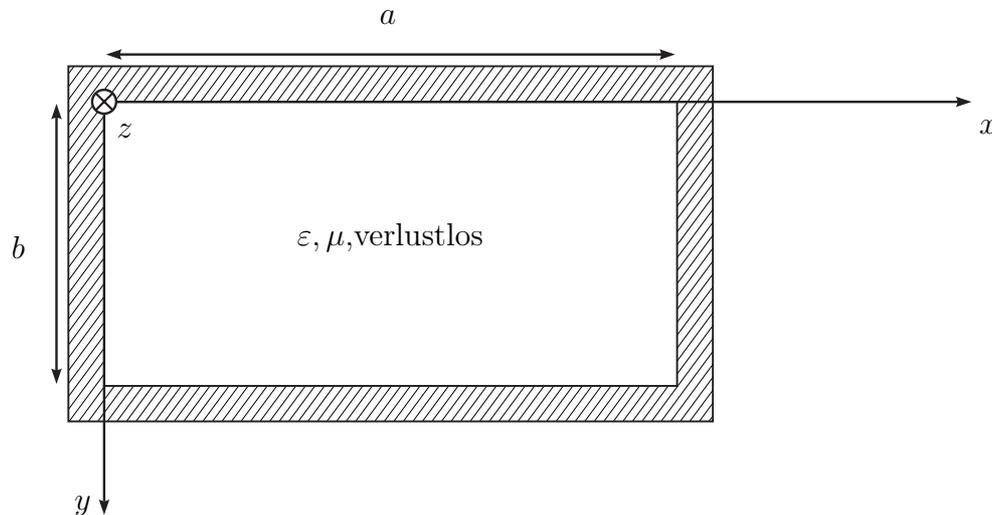
1.5 (2%) Welcher grundsätzliche Zusammenhang (Proportionalität) besteht zwischen Empfangsleistung und Sendeleistung als Funktion der Distanz bei leitungsgeführter Strahlung und bei Freiraumausbreitung?

- 1.6 (2%) Nennen Sie zwei schmalbandige Antennen!
- 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%) Schreiben Sie zwei Definitionen des Antennengewinns an! Erklären Sie die verwendeten Grössen und geben Sie ihre Einheiten an!
- 1.10 (2%) Beschreiben sie stichwortartig drei Depolarisationsmechanismen bei der Funkübertragung!

2 Rechteckhohlleiter (25%)

Name/Mat. Nr.: _____

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

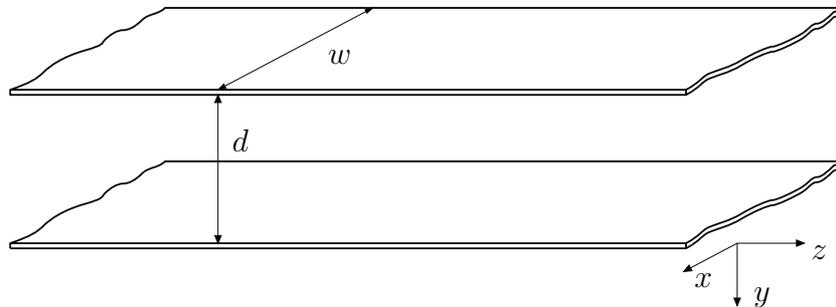


- 2.1 (7%) Finden Sie einen geeigneten Ansatz für die Komponenten des gewünschten Modus in Ausbreitungsrichtung, der die Wellengleichung erfüllt. Ermitteln Sie die Separationsbedingungen und passen Sie an den Rand an.
- 2.2 (3%) Leiten Sie daraus die restlichen Feldkomponenten her. Welche verschwinden?
- 2.3 (12%) Der Hohlleiter wird im X-Band eingesetzt und hat die Abmessungen bzw. Kenndaten $a = 19,05$ mm, $b = 8,47$ mm, $\epsilon = \epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12}$ As/Vm, $\mu = \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Vs/Am. Er wird bei 14 GHz betrieben. Berechnen Sie die maximale elektrische Feldstärke bei einer übertragenen Leistung von 37 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 Parallelplattenleitung (15%)

Es soll die Ausbreitungsfähigkeit von TEM, TE_m und TM_m Moden 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 (7%) Die Leitung soll von 10 bis 12 GHz im Monomodebetrieb eingesetzt werden. Dimensionieren Sie d so, dass die Grenze für Monomodebetrieb 20% über bzw. unter dem angegebenen Bereich liegt.
- 3.2 (3%) Welche Moden sind bei der doppelten Betriebsfrequenz ausbreitungsfähig?
- 3.3 (5%) Zeichnen Sie ein Dispersionsdiagramm für die untersten 5 Moden.

4 Radar (15%)

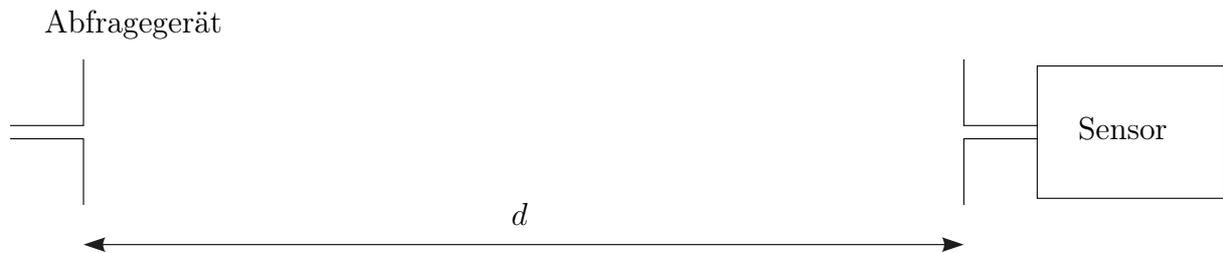
Ein Radargerät auf einem Schiff arbeite mit einer Betriebsfrequenz von 13 GHz und einem Antennengewinn von 40 dBi. In einer Entfernung von 3 km wird ein idealer, kreisförmiger Retroreflektor mit einem Durchmesser von 20 cm geortet.

4.1 (6%) Wie gross ist der Streuquerschnitt σ des Retroreflektors?

4.2 (9%) Welche Leistung (in dBm) hat das empfangene Echo, wenn die Sendeleistung 1000 W beträgt?

5 Drahtloser Temperatursensor (25%)

Ein drahtloser Temperatursensor soll aus $d = 5$ m Distanz per Funk (433 MHz, 100 mW Sendeleistung) ausgelesen werden. Vereinfachend wird angenommen, dass das Abfragegerät und der Sensor mit optimal ausgerichteten, verlustbehafteter ($w = 0,9$) Hertz'schen Dipolen ausgestattet sind. Es wird eine Welle zum Sensor geschickt, die vom Sensor zeitverzögert und um 28 dB geschwächt reflektiert wird. Das Abfragegerät schaltet während der Zeitverzögerung auf Empfang und registriert das Sensorsignal.



- 5.1 (5%)** Gilt für diese Anordnung die Annahme, dass sich der Sensor in der Fernzone der Antenne des Abfragegerätes befindet? Nehmen Sie die wirksame Antennenfläche als kreisförmig an!
- 5.2 (5%)** Berechnen Sie die vom Sensor empfangene Leistung!
- 5.3 (5%)** Wie groß ist die Differenz zwischen der gesendeten Leistung und der am Abfragegerät empfangenen Leistung in dB (Strecke Abfragegerät – Sensor – Abfragegerät)?
- 5.4 (10%)** Zeichnen Sie einen Pegelplan (ohne Rauschen) der Strecke Abfragegerät – Sensor – Abfragegerät. Geben Sie alle Pegel bzw. Änderungen auf den Teilstrecken an (in dBm bzw. in dB)!