

# Schriftliche Prüfung aus Wellenausbreitung am 15.05.2013

---

## **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 das Deckblatt oder zusätzliches 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		25
4		20
5		15
$\Sigma$		100

# 1 Theoriefragen (20%)

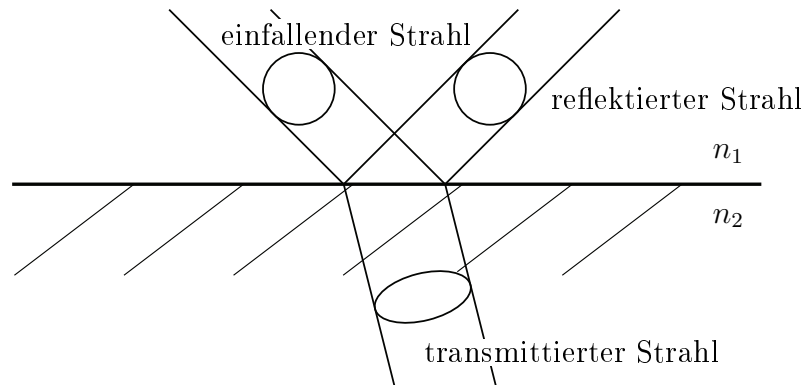
- 1.1 (2%) Wie ist die Eindringtiefe in einen Quasileiter definiert? Wie hängt sie von der Frequenz und der Leitfähigkeit ab? Erklären Sie alle verwendeten Größen und geben Sie ihre Einheiten an.
- 1.2 (2%) Wie hängen bei der Microstripleitung die Verluste von der Frequenz ab?
- 1.3 (2%) Was ist der Grundmodus des Rechteckhohlleiters?
- 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%) Was ist die Kontinuitätsgleichung? (Erklären Sie die auftretenden Größen und geben Sie ihre Einheiten an!)

- 1.6 (2%) Welche Richtcharakteristik hat ein Hertz'scher Dipol? Welchen Gewinn hat er über dem Isotropstrahler?**
- 1.7 (2%) Skizzieren Sie den Strahlengang einer Offset-Feed Parabolantenne**
- 1.8 (2%) Sie wollen bei einem bestehenden Design einer Logarithmisch-Periodischen-Antenne die Bandbreite zu tiefen Frequenzen hin vergrößern: Wo fügen Sie ein Element welcher Länge hinzu? (Skizze!)**
- 1.9 (2%) Was ist ein Weibull-Plot und wie sieht darin eine Rayleigh-Verteilung aus?**
- 1.10 (2%) Nennen Sie zwei schmalbandige Antennen!**

## 2 Polarisationsfilter (20%)

Name/Mat. Nr.: \_\_\_\_\_

Ein Lichtstrahl der Sonne (unpolarisiert, aber TM, TE gleich stark) fällt zu später Stunde ( $\theta_e = 75^\circ$ ) auf einen See ( $n_2 = 1,33$ ). An der glatten Wasseroberfläche wird er reflektiert. Zwei Fotografen fotografieren diese Landschaft. Der zweite verwendet ein ideales Polarisationsfilter um die Reflexion der Sonne im Wasser zu unterdrücken.

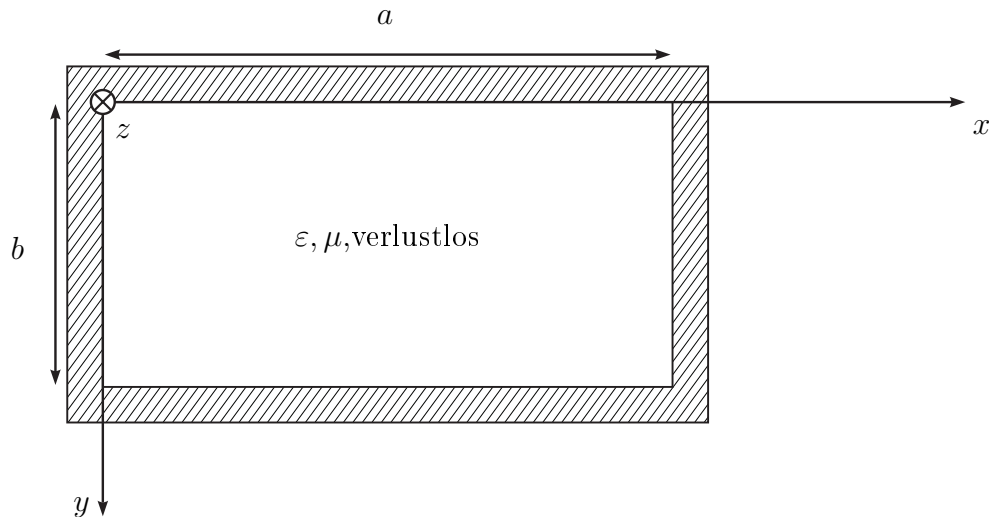


**2.1 (10%)** Wie groß ist die (gesamte) reflektierte Lichtleistung im Verhältnis zur eingestrahlten (in dB)? Zeichnen Sie alle verwendeten Winkel ein.

**2.2 (10%)** Wie gut kann das ideal eingesetzte Polarisationsfilter des zweiten Fotografen die Reflexion im Vergleich zum ersten Fotografen unterdrücken (in dB)?

### 3 Rechteckhohlleiter (25%)

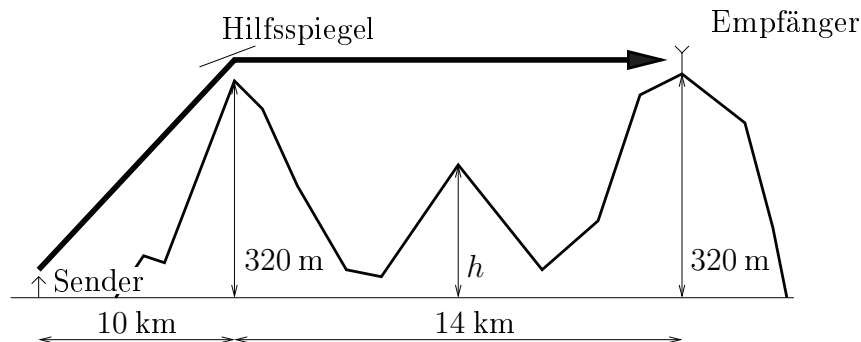
Untersuchen Sie die Ausbreitung einer  $TE_{10}$  Welle in  $z$  Richtung im skizzierten Rechteckhohlleiter.



- 3.1** (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.
- 3.2** (3%) Leiten Sie daraus die restlichen Feldkomponenten her. Welche verschwinden?
- 3.3** (12%) Der Hohlleiter wird im  $K_u$ -Band eingesetzt und hat die Abmessungen bzw. Kenndaten  $a = 19,05 \text{ mm}$ ,  $b = 8,47 \text{ mm}$ ,  $\varepsilon = \varepsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm}$ ,  $\mu = \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am}$ . Er wird bei  $16 \text{ GHz}$  betrieben. Berechnen Sie die maximale elektrische Feldstärke bei einer übertragenen Leistung von  $53 \text{ dBW}$ .
- 3.4** (3%) Ist die Verwendung dieses Hohlleiters bei einer Durchschlagsfeldstärke von  $15 \text{ kV/cm}$  (Luft) möglich? Wenn dies nicht möglich ist oder wäre, wie könnte man dies dennoch ermöglichen?

## 4 Richtfunkstrecke mit Hilfsspiegel (20%)

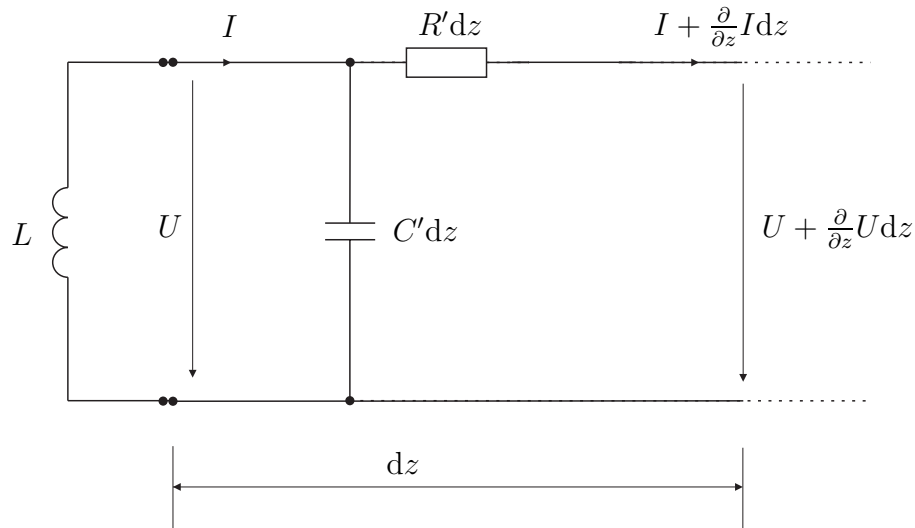
Wie in der Skizze gezeigt, soll eine Richtfunkstrecke auf 11 GHz zwischen einem Sender und einem Empfänger in hügeligem Gelände über einen Hilfsspiegel realisiert werden. Der Streuquerschnitt des Hilfsspiegels ist  $\sigma = 220 \text{ m}^2$ , der Empfänger hat eine Rauschtemperatur von 400 K und eine Bandbreite von 8 MHz. Der Abstand zwischen Signalleistung und Rauschleistung muss mindestens 18 dB betragen. Die Empfangsantenne ist ein Parabolspiegel mit Durchmesser  $D = 2 \text{ m}$  und einem Flächenwirkungsgrad von 0,95. Hinweis: Boltzmann-Konstante  $1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Ws/K}$



- 4.1 (6%) Welche Höhe  $h$  darf ein ungefähr in der Mitte zwischen Hilfsspiegel und Empfänger liegender Hügel maximal haben, ohne die Richtfunkstrecke nennenswert zu beeinträchtigen? Erklären Sie Ihre Argumentation!
- 4.2 (10%) Welche EIRP (in Watt und in dBW) muss die Sendeanlage erzeugen, damit der erforderliche Signal/Rausch-Abstand am Empfänger erreicht wird?
- 4.3 (4%) Welche Sendeleistung (in Watt und in dBW) ist nötig, wenn die Sendeanlage eine baugleiche Parabolantenne verwendet wie der Empfänger?

## 5 Schwingkreis mit verteiltem Kondensator(15%)

Gegeben ist ein unendlich ausgedehnter verteilter verlustbehafteter Kondensator. Dieser wird an eine Spule mit der Induktivität  $L$  angeschlossen um einen Schwingkreis zu bilden.



**5.1** (6%) Stellen Sie für den des Kondensator aus dem Ersatzschaltbild die beschreibenden Differentialgleichungen auf und geben sie eine Lösung für  $U(z)$  und  $I(z)$  an.

**5.2** (6%) Berechnen Sie das Parallelersatzschaltbild des Kondensators.

**5.3** (3%) Geben Sie die Resonanzfrequenz des Schwingkreises an.