

# Schriftliche Prüfung aus Wellenausbreitung am 17. 10. 2005

## 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.*

*Schreiben Sie, soweit möglich, auf den Angabeblättern! 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		
UE		
$\Sigma$		

# 1 Theoriefragen (20%)

1.1 (2%) Was bedeutet die Kontinuitätsgleichung? (Erklären Sie Grössen und Einheiten!)

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

1.3 (2%) Zeichnen Sie das Dispersionsdiagramm einer TEM-Welle und einer  $TE_{10}$ -Welle! (Beschriftung, keine Zahlenwerte!)

1.4 (2%) Was ist der Brewsterwinkel und unter welchen Bedingungen tritt er auf?

1.5 (2%) Wann sind zwei Wellentypen entartet? Was ist ein Modus?

**1.6 (2%) Schreiben Sie mindestens zwei Gewinndefinitionen an! Erklären Sie die verwendeten Größen!**

**1.7 (2%) Welche Eigenschaften kennzeichnen einen Hertz'schen Dipol?**

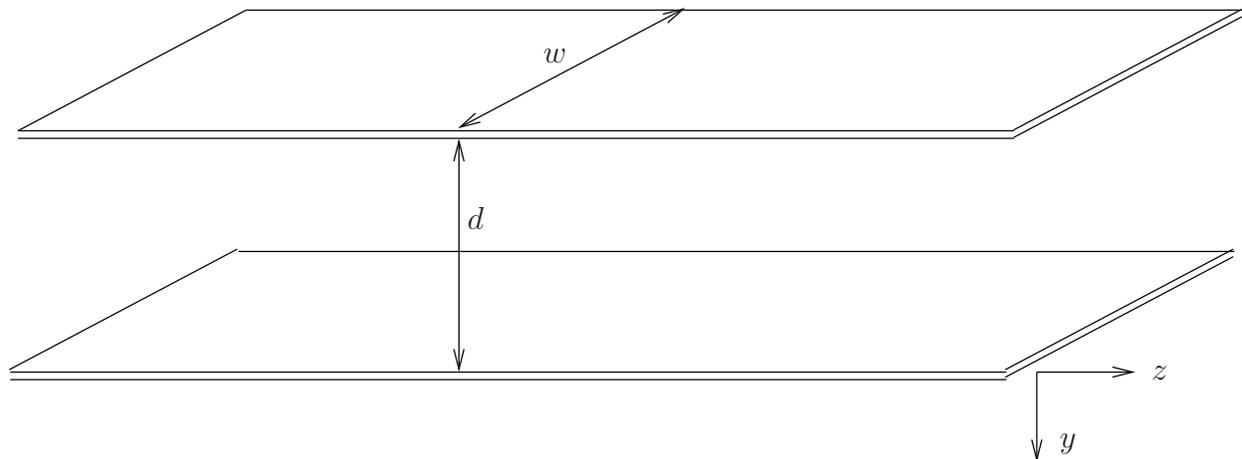
**1.8 (2%) Nennen Sie drei wesentliche Vorteile der drahtlosen Übertragung!**

**1.9 (2%) Was verstehen Sie unter Kreuzpolarisation?**

**1.10 (2%) Wie kann man die Bandbreite einer Antenne definieren (mindestens zwei Antworten)?**

## 2 Dämpfungsbelag der Parallelplattenleitung (25%)

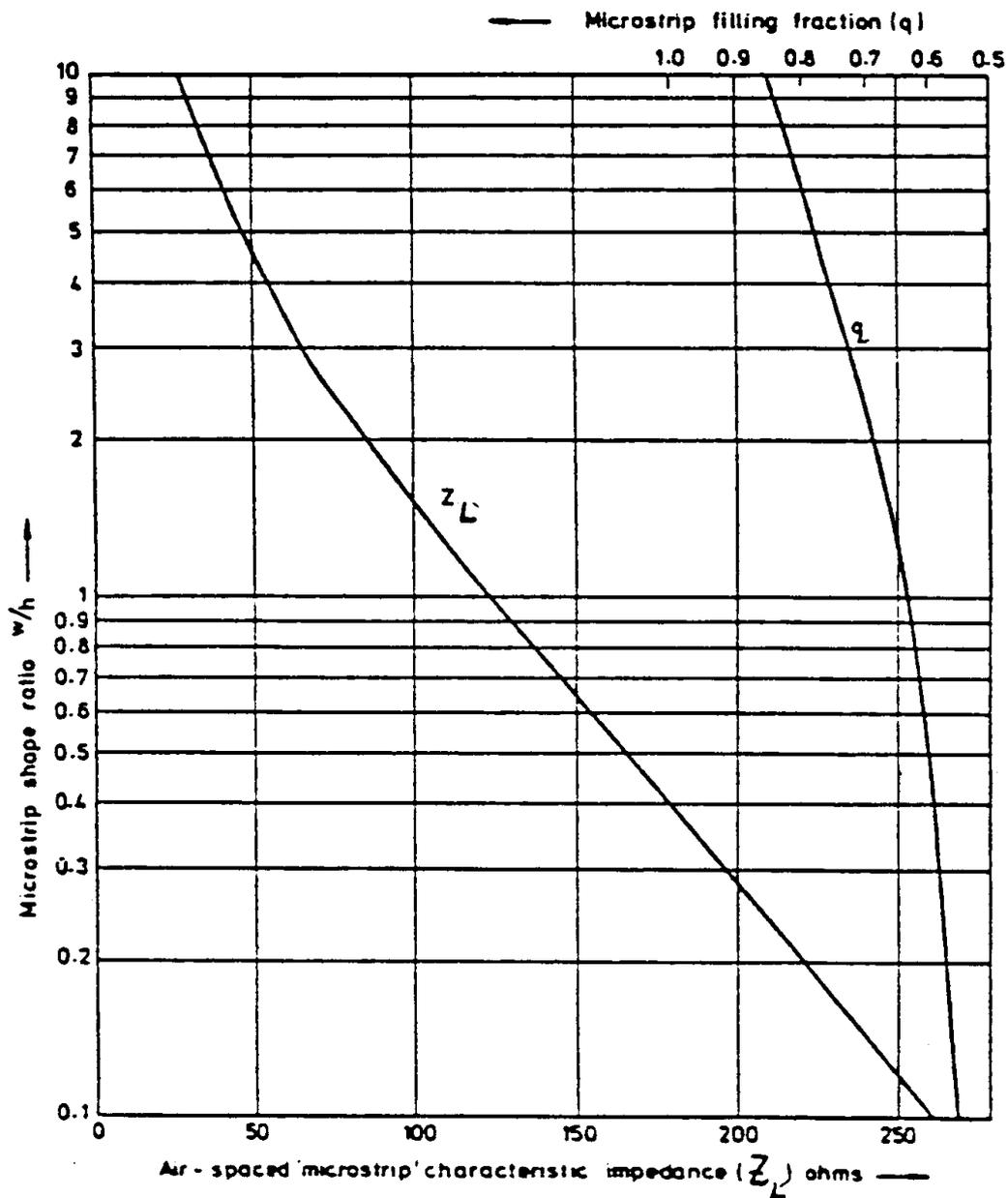
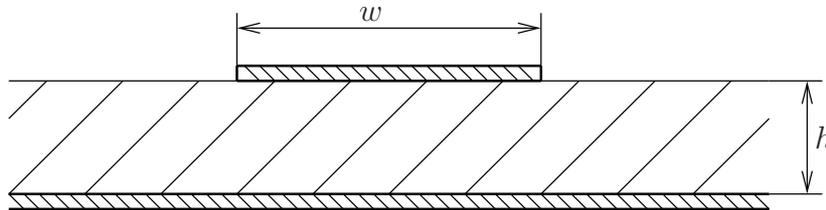
Leiten Sie den Dämpfungsbelag der abgebildeten leeren Parallelplattenleitung mit dem Plattenabstand  $d$  und der Plattenbreite  $w$  ( $w \gg d$ ) her. Nehmen Sie an, daß sich eine TEM-Welle in  $z$ -Richtung ausbreitet.



- 2.1 (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?
- 2.2 (5%) Zeichnen Sie die Feldbilder in zwei Ansichten! Erklären Sie die Auswirkungen der Näherung  $w \gg d$ ! Welche Wellentypen sind prinzipiell auf dieser Leitung ausbreitungsfähig?
- 2.3 (5%) Berechnen Sie den Mediumswiderstand, den Leitungswellenwiderstand und die Grenzfrequenz des gefragten Modus!
- 2.4 (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,  $w = 10\text{mm}$ ,  $d = 1\text{mm}$ .
- 2.5 (5%) Berechnen und skizzieren Sie das Dispersionsdiagramm für den gefragten Modus.

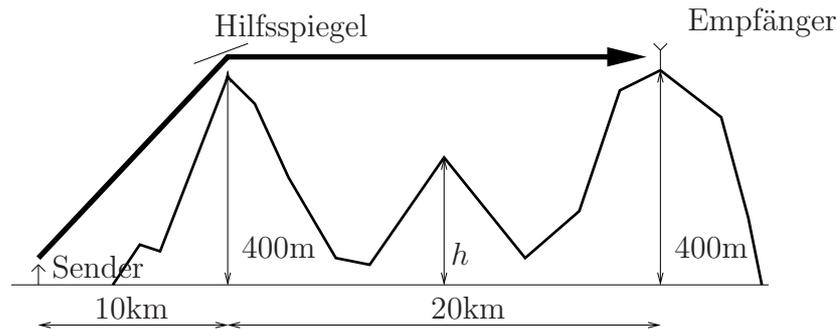
### 3 Mikrostreifenleitung (15%)

Dimensionieren Sie eine  $50\Omega$ -Mikrostreifenleitung bei 10GHz. Als Trägermaterial ist ein  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Keramiksubstrat ( $\epsilon_r = 9$ ) vorgesehen. Die Höhe des Trägermaterials ist  $h = 0,7\text{mm}$ ! Erklären Sie jeden Schritt Ihrer Vorgangsweise!



## 4 Richtfunkstrecke mit Hilfsspiegel (20%)

Wie in der Skizze gezeigt, soll eine Richtfunkstrecke auf 1GHz zwischen einem Sender und einem Empfänger in hügeligem Gelände über einen Hilfsspiegel realisiert werden. Der Streuquerschnitt des Hilfsspiegels ist  $\sigma = 150\text{m}^2$ , der Empfänger hat eine Rauschtemperatur von 1000K und eine Bandbreite von 7MHz. Der Abstand zwischen Trägerleistung und Rauschleistung muss mindestens 25dB sein. Die Empfangsantenne ist ein Parabolspiegel mit Durchmesser  $D = 1,5\text{m}$  und einem Flächenwirkungsgrad von 0,7.



- 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 Träger/Rausch-Abstand am Empfänger erreicht wird? Hinweis:  $k_B = 1,38 \times 10^{-23} \text{JK}^{-1}$ !
- 4.3 (4%) Welche Sendeleistung (in Watt und in dBW!) ist nötig, wenn die Sendeanlage eine baugleiche Parabolantenne verwendet wie der Empfänger?

## 5 Richtdiagramm und Gewinn einer Antenne (20%)

Eine Antenne habe das Richtdiagramm  $f(\theta, \phi) = |\sin(\theta) \cos(\phi) \cos(\phi/2)|$ .

**5.1 (10%) Skizzieren (und beschriften) Sie das Richtdiagramm in zwei Ansichten!**

**5.2 (3%) Berechnen Sie den äquivalenten Raumwinkel und die Direktivität!**

**5.3 (8%) Berechnen Sie den Gewinn über dem Isotropstrahler und über dem Hertz'schen Dipol!**