

# Schriftliche Prüfung aus Wellenausbreitung am 9.5.2005

## UNBEDINGT LESEN:

*Für die Beantwortung der 10 Theoriefragen dürfen Sie keine Hilfsmittel verwenden! Sobald Sie damit fertig sind, geben Sie diesen Teil der Prüfung ab und Sie erhalten den restlichen Teil! 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 diesen Blättern! Wenn Sie eigenes Papier verwenden, vergessen Sie Name und Matrikelnummer (rechts oben auf jeder Seite) nicht! Sie haben 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 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		
6		
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 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%) Nennen Sie drei wesentliche Vorteile der drahtlosen Übertragung!**

**1.7 (2%) Wie unterscheidet man Nah- und Fernzone einer Antenne?**

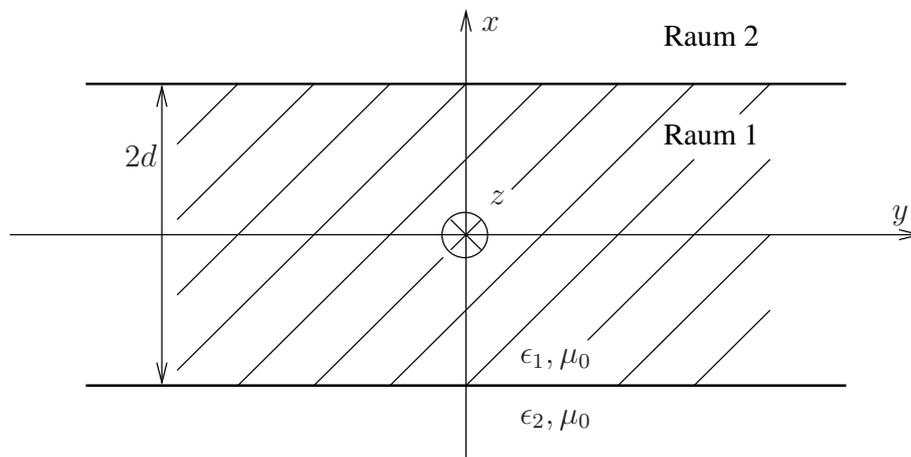
**1.8 (2%) Welche Feldkomponenten treten bei einem Hertz'schen Dipol in der Fernzone auf? (Skizze!)**

**1.9 (2%) Schreiben Sie mindestens zwei Gewinndefinitionen an! Erklären Sie die verwendeten Größen!**

**1.10 (2%) Was verstehen Sie im Laborjargon unter Kreuzpolarisation?**

## 2 Dielektrische Platte (30%)

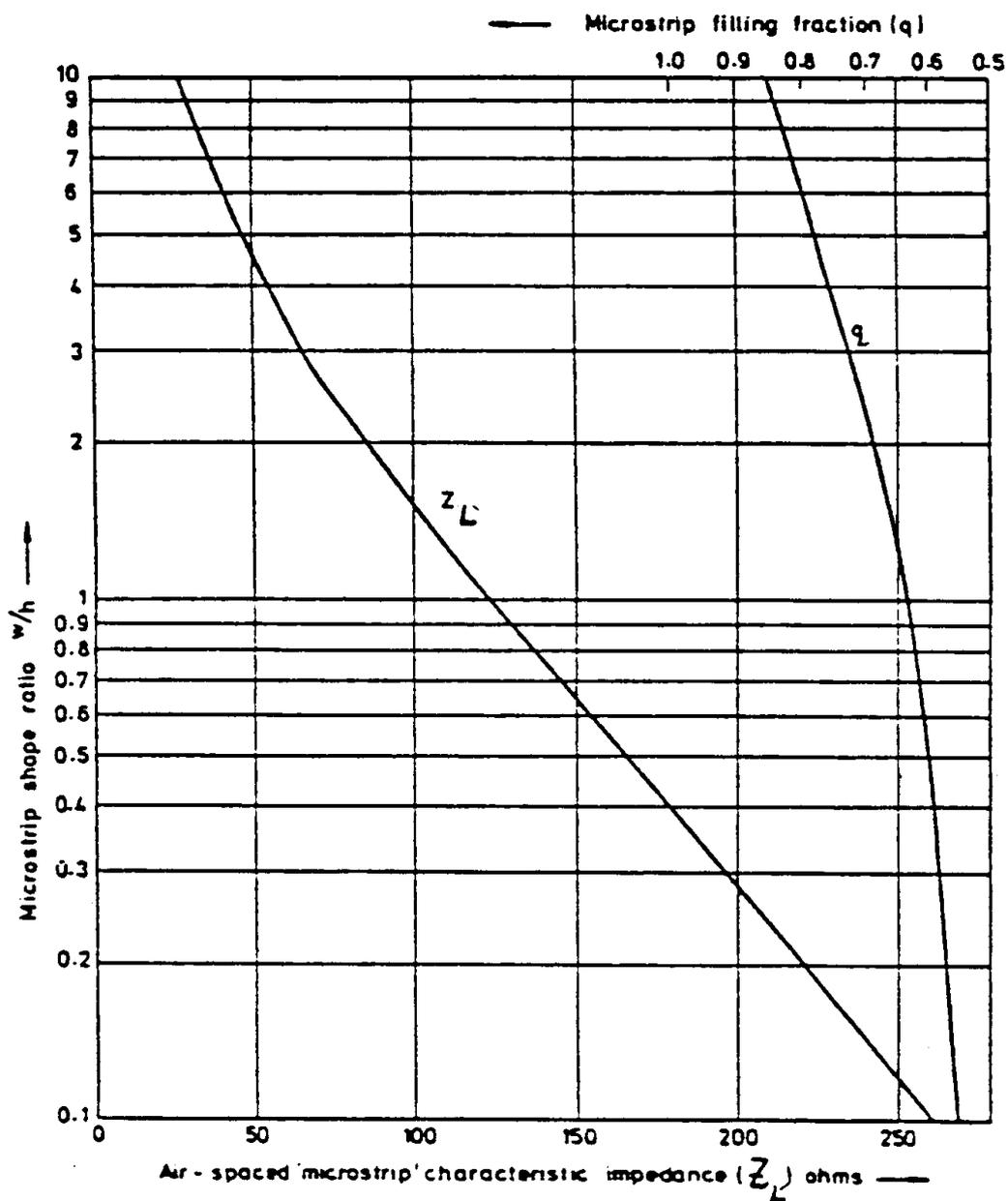
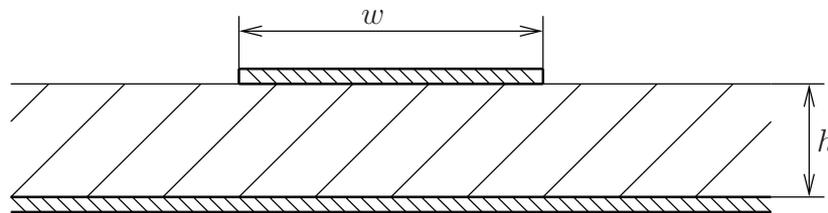
Berechnen Sie die Ausbreitungseigenschaften der  $H_{10}$ -ähnlichen Grundwelle (Rechteckhohlleiter), die von einer in  $y$ - und  $z$ - Richtungen unbegrenzten und in  $x$ -Richtung  $2d$  dicken dielektrischen Platte geführt wird!



- 2.1 (10%) Finden Sie einen Ansatz für die Komponenten des elektromagnetischen Feldes in Ausbreitungsrichtung (positive  $z$ -Richtung) und geben Sie die Separationsbedingungen an!
- 2.2 (5%) Bestimmen Sie die restlichen Feldkomponenten!
- 2.3 (10%) Gewinnen Sie aus den Stetigkeitsbedingungen an der Grenzfläche zwischen Luft und Dielektrikum weitere Beziehungen zur Bestimmung der Ausbreitungskonstanten. Reduzieren Sie die unter 2.1 und hier gewonnenen Gleichungen zu einer einzigen transzendenten Gleichung für die Ausbreitungskonstante in  $x$ -Richtung ausserhalb der Platte!
- 2.4 (5%) Geben Sie die Gleichung für die Grenzfrequenz der Grundwelle an. Die Grenzfrequenz ist durch den Übergang von der geführten Welle zur ungedämpften Abstrahlung in den Raum neben der Platte definiert!

### 3 Mikrostreifenleitung (10%)

Dimensionieren Sie eine  $50\Omega$ -Mikrostreifenleitung bei 10GHz. Als Trägermaterial ist ein  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Keramiksubstrat ( $\epsilon_r = 10$ ) vorgesehen. Die Höhe des Trägermaterials ist  $h = 0,5\text{mm}$ ! Erklären Sie jeden Schritt Ihrer Vorgangsweise!



## 4 Fernsehsatellit ASTRA (10%)

Die Fernsehsatelliten ASTRA (11GHz) haben ein EIRP von 50dBW bei einer Sendeleistung von 47W.

**4.1 (5%) Berechnen Sie die Antennengewinne bezogen auf den Isotropstrahler und den Hertz'schen Dipol!**

**4.2 (5%) Welchen Durchmesser hat die Parabolantenne dieses Satellitentyps bei einem angenommenen Flächenwirkungsgrad  $w = 0.8$ ?**

## 5 Energieübertragung mit Parabolspiegeln (10%)

Zwei identische Parabolspiegel sind im Abstand von 5m aufeinander ausgerichtet. Bei einer Betriebsfrequenz von 10GHz wird vom Sender zum Empfänger 10dB Übertragungsverlust gemessen.

**5.1 (5%) Welchen Durchmesser haben die Spiegel?**

**5.2 (5%) Is die Fernfeldbedingung erfüllt? Warum/warum nicht?**

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

Eine Antenne habe das Richtdiagramm

$$f(\theta, \phi) = \begin{cases} \cos^{40}(\theta) & 0 < \theta < \pi/2 \\ 0 & \pi/2 < \theta < \pi \end{cases}.$$

**6.1 (10%)** Skizzieren (und beschriften) Sie das Richtdiagramm in zwei Ansichten!

**6.2 (3%)** Berechnen Sie den äquivalenten Raumwinkel und die Direktivität!

**6.3 (7%)** Berechnen Sie den Gewinn über dem Isotropstrahler und über dem Hertz'schen Dipol!