

# Übungsblatt 9

10.01.2013

## 1. Senkrechter Einfall einer elektromagnetischen Welle

Licht falle aus der Richtung  $x = -\infty$  kommend auf eine Glasplatte der Dicke  $a$ . Die Platte sei parallel zur  $yz$ -Ebene mit einer Kante an  $x = 0$  und der anderen an  $x = a$ . Der Brechungsindex ist  $n_0 = 1$  für  $x < 0$  und  $x > a$  und  $n = 1.5$  für  $0 \leq x \leq a$ . Das elektromagnetische Feld an  $x < 0$  ist eine Superposition von links- und rechtslaufenden Wellen bestehend aus der einfallenden Welle und reflektierten Wellen. Auch innerhalb der Glasplatte gibt es rechts- und linkslaufende Wellen, während es in  $x > a$  nur eine transmittierte Welle gibt.

- Wie sehen  $\vec{E}(x, t)$  and  $\vec{B}(x, t)$  für die drei Regionen aus. Nimm hierzu lineare Polarisation in  $y$ -Richtung an. Was sind die Randbedingungen der Wellenamplituden an den Grenzflächen? Nimm an, dass  $\mu_0 = \mu_1$ .
- Berechne den Transmissionskoeffizienten  $T$ .
- Skizziere  $T$  als Funktion von  $ka$ , wobei  $k$  der Wellenvektor der einfallenden Welle ist.

## 2. Fresnelgleichungen

- Für TE-polarisiertes Licht kann man die transmittierte und reflektierte Amplitude  $E'_0$  und  $E''_0$  wie folgt durch die einfallende Amplitude  $E_0$  ausdrücken (Annahme:  $\mu_1 = \mu_2 = \mu_0$ ):

$$E'_0 = \frac{2n_1 \cos \theta}{n_1 \cos \theta + n_2 \cos \theta'} E_0 \quad E''_0 = \frac{n_1 \cos \theta - n_2 \cos \theta'}{n_1 \cos \theta + n_2 \cos \theta'} E_0 \quad (1)$$

Vereinfache den zweiten Ausdruck um die Fresnelgleichung für die reflektierte Amplitude zu erhalten.

- Für TM-polarisiertes Licht gilt:

$$E'_0 = \frac{2n_1 \cos \theta}{n_1 \cos \theta + n_2 \cos \theta'} E_0 \quad E''_0 = \frac{n_2 \cos \theta - n_1 \cos \theta'}{n_1 \cos \theta + n_2 \cos \theta'} E_0 \quad (2)$$

Zeige:

$$\frac{\cos \theta'}{\cos \theta} T + R = 1 \quad (3)$$

## 3. Brewsterwinkel

Licht falle auf eine ebene Grenzfläche zwischen zwei Dielektrika mit Brechungsindizes  $n_1$  und  $n_2$ . Für einfallendes TM-polarisiertes Licht gibt es keine Reflexion wenn der Einfallswinkel der Brewsterwinkel ist, also  $\theta = \theta_B$ , wobei  $\tan \theta_B = \frac{n_2}{n_1}$ .

- (a) Zeige, dass für unter  $\theta = \theta_B$  einfallendes *unpolarisiertes* Licht die reflektierte Welle TE-polarisiert ist. Nimm an, dass  $\mu_1 = \mu_2 = \mu_0$ .  
*Hinweis:* Beachte, dass  $\vec{k}$ ,  $\vec{E}_0$  und  $\vec{B}_0$  ein Orthogonalsystem bilden müssen.
- (b) Das Licht eines Regenbogens ist zu annähernd 100% polarisiert. Warum?  
*Hinweis:* Der Brechungsindex von Wasser ist 1.33.