

# Vorlesung FFR - Fresnelsche Formeln der Reflexion

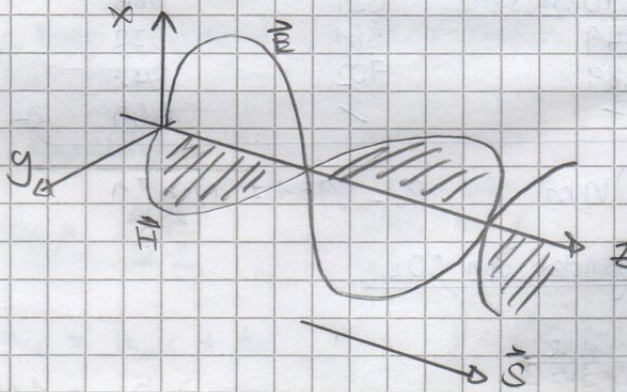
< Vorbereitung >

Name: Yuelong Sun

Datum: 5 März 2021

## Grundlage des Versuchs

- Elektromagnetische Theorie des Lichts



Licht ist eine elektromagnetische Welle. Bei einer Ebene, einer polarisierten Welle im Vakuum oszillieren der elektrische Feldvektor  $\vec{E}$  und der magnetische Vektor  $\vec{H}$  senkrecht und in Phase zueinander.

- Wellenwiderstand.

Der Wellenwiderstand ist die Ratio zwischen der transversalen Komponente ( $\perp$  zur Propagationsrichtung) der elektrischen und magnetischen Feld.

$$\text{Im Vakuum ist } |\vec{H}| = \frac{1}{Z_0} |\vec{E}| = \sqrt{\frac{\epsilon_0}{\mu_0}} |\vec{E}|$$

$$\Rightarrow Z_0 = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}}$$

In einer Materie

~~Wellenwiderstand~~ ist aber.

$$|\vec{H}| = \frac{n}{Z_0} |\vec{E}| \quad \text{mit } n \text{ der Brechungsindex der Materie}$$

- Poynting-Vektor

Bezeichnet die Richtung und Dichte des Energie-transportes (Wikipedia / Poynting Vektor)

$$\vec{S} = \vec{E} \times \vec{H} = \frac{1}{\mu_0} (\vec{E} \times \vec{B})$$

Vakuum

$$\Rightarrow \text{Aus } |\vec{H}| = \frac{n}{Z_0} |\vec{E}| \text{ gilt:}$$

$$|\vec{S}| = |\vec{E}| \frac{n}{Z_0}$$

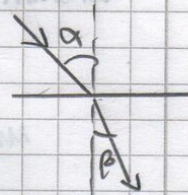


## • Reflexionskoeffizienten:

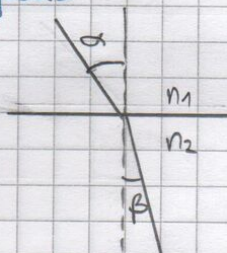
Unterschied im ~~verschwindet~~ für  $\perp$  und  $\parallel$  Komponente.

$$\epsilon_{\perp} = \frac{E_{\perp}^r}{E_{\perp}^i} = \frac{\cos \alpha - n \cos \beta}{\cos \alpha + n \cos \beta} = - \frac{\sin(\alpha - \beta)}{\sin(\alpha + \beta)}$$

$$\epsilon_{\parallel} = \frac{E_{\parallel}^r}{E_{\parallel}^i} = \frac{n \cos \alpha - \cos \beta}{n \cos \alpha + \cos \beta} = \frac{\tan(\alpha - \beta)}{\tan(\alpha + \beta)}$$



## • Brechungsgesetz



$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$$

$\Rightarrow$  Ist  $n_1 = n_{\text{Luft}}$ , dann

$$\sin \alpha = n_2 \sin \beta \Rightarrow \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_2$$

Da  $n_{\text{Luft}} \approx 1$

## • Brewstersches Gesetz:

Wenn reflektierte und gebrochene Strahl senkrecht zueinander stehen ( $\alpha + \beta = \frac{\pi}{2}$ ), dann ist

$$\epsilon_{\parallel} = 0$$

und das reflektierte Licht ist vollständig polarisiert (nur  $\perp$  Licht)

$\Rightarrow$  Dieser Winkel heißt Brewsterwinkel  $\alpha_B$

$$\tan(\alpha_B) = n = \frac{n_{\text{Medium}}}{n_{\text{Luft}}}$$

## • Polarisation:

- Normale Unter normale Umstände (z.B. mit Sonnenlicht) schwingt das  $\vec{E}$ -Feld in ~~beliebig~~ beliebige Richtungen.
- Polarisiertes Licht:  $\vec{E}$ -Feld schwingt nur in einer Raumrichtung (linear)
- Licht kann auch zirkular polarisiert sein, wenn  $\vec{B}$  ~~ist~~ und  $\vec{E}$  um Phaseinterferenz von  $\frac{\pi}{2}$  haben.

## • Polarisationsgrad

- Polarisiertes Licht: Polarisationsgrad = 100%
- Unpolarisiertes Licht: Polarisationsgrad = 0%
- Anteil des polarisierten Licht im gesamten Licht:

$$p = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}}$$

im Experiment



• Reflexionsgrad

$$R = \frac{I_{\text{reflektiert}}}{I_0}$$

Mit  $I_r = (E_r^\perp)^2 + (E_r^\parallel)^2$  gilt:

$$R = \frac{(E_r^\perp)^2 + (E_r^\parallel)^2}{(B_0^\perp)^2 + (B_0^\parallel)^2}$$

Bei senkrechtem Fall:  $\alpha = \beta = 0$

$$R = \left( \frac{n-1}{n+1} \right)^2$$