

# Formelsammlung OT 2015

Christoph Hansen

[chris@university-material.de](mailto:chris@university-material.de)

Dieser Text ist unter dieser [Creative Commons](#) Lizenz veröffentlicht.

Ich erhebe keinen Anspruch auf Vollständigkeit oder Richtigkeit. Falls ihr Fehler findet oder etwas fehlt, dann meldet euch bitte über den Emailkontakt.

## Inhaltsverzeichnis

<b>Linsen</b>	<b>2</b>
<b>Polarsation</b>	<b>3</b>
<b>Reflexionen / Transmission</b>	<b>4</b>
<b>Beugung</b>	<b>4</b>
<b>Lichtleiter</b>	<b>5</b>
<b>Geometrische Optik</b>	<b>5</b>
<b>Licht</b>	<b>6</b>

## Linsen

### Allgemein

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{b} + \frac{1}{g}$$

$$m = -\frac{b}{g}$$

Linsen (dünn) mit Abstand:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{b} + \frac{1}{g} - \frac{d}{f_1 f_2}$$

Linsenschleiferformel für dünne Linsen:

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \cdot \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

Linsenschleiferformel für dicke Linsen:

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \cdot \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} + \frac{(n - 1) \cdot d}{r_1 \cdot r_2 \cdot n} \right)$$

Brennpunkt:

$$s'' = \frac{f_2 \cdot (f_1 - d)}{f_1 + f_2 - d}$$

### Lupe

$$V_L = \frac{\epsilon}{\epsilon_0} = \frac{S_0}{f}$$

Dabei ist  $\epsilon_0$  der Sehwinkel ohne Lupe,  $\epsilon$  der mit Lupe und  $S_0$  der Abstand vom Nahpunkt zum Auge.

### Microskop

Abbildungsmaßstab

$$V_{Ob} = \frac{B}{G} = \frac{-t}{f_{Ob}}$$

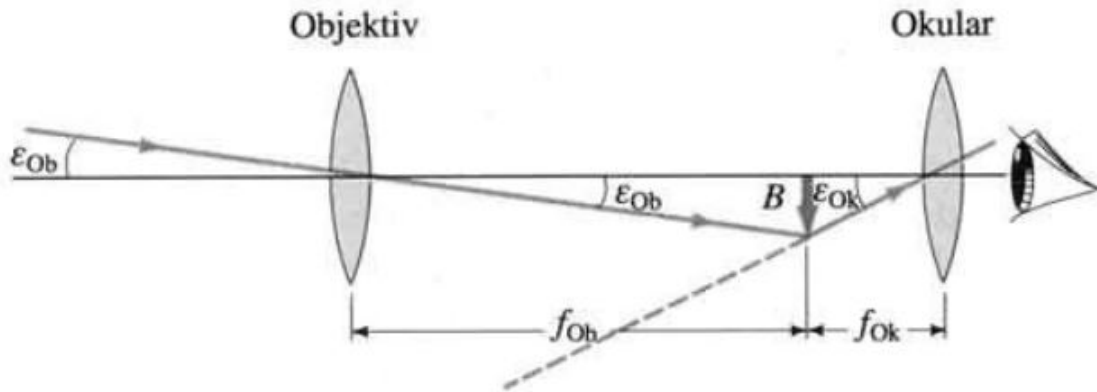
Winkelvergrößerung

$$\nu_{Ok} = \frac{S_0}{f_{Ok}}$$

## Gesamtvergrößerung

$$\nu_M = V_{Ob} \cdot \nu_{Ok} = -\frac{t}{f_{Ob}} \cdot \frac{S_0}{f_{Ok}}$$

## Teleskop



$$\tan(\epsilon_{Ob}) = -\frac{B}{f_{Ob}} \approx \epsilon_{Ob}$$

$$\tan(\epsilon_{Ok}) = -\frac{B}{f_{Ok}} \approx \epsilon_{Ok}$$

## Vergrößerung

$$\nu_T = \frac{\epsilon_{Ok}}{\epsilon_{Ob}} = -\frac{f_{Ob}}{f_{Ok}}$$

## Polarisation

Allgemeine Transmission:

$$T_{\perp} = e^{-\mu_{\perp} \cdot d}$$

$$T_{\parallel} = e^{-\mu_{\parallel} \cdot d}$$

Dicke eine Lambdaviertelplatte:

$$d = \frac{\lambda}{4 \cdot |n_o - n_e|}$$

Falls mit den Stokes Matrizen gerechnet werden soll bekommen wir die Tabelle dazu. Wichtig ist, dass die Matrizen in umgekehrter Reihenfolge des Lichtwegs miteinander multipliziert werden.

## Reflexionen / Transmission

Die Dicke einer Antireflexschicht ist:

$$d = \frac{\lambda_0}{4 \cdot n_{AR}}$$

Das erzeugt einen Gangunterschied von:

$$\phi = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{\lambda'}{2}$$

Dabei ist  $\lambda'$  die Wellenlänge gegen die die Antireflexschicht wirkt und  $\lambda$  die eingestrahlte Wellenlänge.

Für die innere Transmission gilt:

$$T = \frac{(1 - R)^2 \cdot \tau}{1 - (R\tau)^2} \quad \text{mit} \quad \tau = e^{-Kd}$$

Für die Oberflächenreflexion gilt:

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

Für den Brechungsindex einer Antireflexschicht auf einem Medium gilt:

$$n_{AR} = \sqrt{n_{Medium}}$$

## Beugung

Intensität am Spalt:

$$I(\theta) = \frac{\sin^2 \left( \frac{\pi b \sin(\theta)}{\lambda} \right)}{\left( \frac{\pi b \sin(\theta)}{\lambda} \right)^2}$$

Im ersten Minimum gilt:

$$\pi = \frac{\pi b \sin(\theta)}{\lambda}$$

Für kleine Winkel gilt:

$$\tan(\theta) = \theta = \sin(\theta) = \frac{\lambda}{b}$$

Wir definieren  $\Delta x$  als den Abstand vom zentralen Maximum zum ersten Minimum:

$$\Delta x = L \cdot \frac{\lambda}{b}$$

Für eine Lochblende gilt:

$$I(\theta) \sim \left[ \frac{2j_1 \cdot \left( \pi d \cdot \frac{\sin(\theta)}{\lambda} \right)}{\pi d \frac{\sin(\theta)}{\lambda}} \right]^2$$

Der erste dunkle Ring entspricht nun der ersten Nullstelle von  $j_1$ . Aus der Vorlesung wissen wir das dies bei  $x = 1,22\pi$  der Fall ist:

$$\begin{aligned} 1,22\pi &= \pi d \cdot \frac{\sin(\theta)}{\lambda} \\ \Leftrightarrow \sin(\theta) &= 1,22 \cdot \frac{\lambda}{d} \approx \theta \end{aligned}$$

Dabei ist  $d$  der Durchmesser des Lochs.

## Lichtleiter

Numerische Apertur

$$N_A = \sqrt{n_{core}^2 - n_{clad}^2} = n_{aus} \cdot \sin(\theta_{aus})$$

## Geometrische Optik

Sphärischer Spiegel

$$\frac{1}{g} + \frac{1}{b} = \frac{2}{r} = \frac{1}{f}$$

Abbildung an sphärischen Flächen

$$\begin{aligned} \frac{n_1}{g} + \frac{n_2}{b} &= \frac{n_2 - n_1}{r} \quad n_2 > n_1 \\ m &= \frac{B}{G} = -\frac{n_1 \cdot b}{n_2 \cdot g} \end{aligned}$$

Besselverfahren:

$$d = g + b - b_{anst}$$

$$f = \frac{1}{4} \cdot \frac{d^2 - \Delta^2}{d}$$

Bildfeldwölbung:

$$\Delta x = \frac{y^2}{2} \cdot \frac{1}{nf}$$

mit y als Abstand Punkt - optische Achse und  $\Delta x$  als Abstand Punkt - Parabel Schirm

Abbezahl:

$$\nu = \frac{n_e - 1}{n_{F'} - n_{C'}}$$

## Licht

Lichtstrom:

$$\phi = K(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot \phi_e$$

Strahlstärke:

$$I_e = \frac{d\phi_e}{d\Omega} = \frac{\phi_e}{\underbrace{4\pi}_{\text{alle Raumrichtungen}}}$$

Lichtstärke

$$I = \frac{\phi}{\underbrace{4\pi}_{\text{alle Raumrichtungen}}}$$

spezifische Ausstrahlung

$$M_e = \frac{\phi_e}{A}$$

Bestrahlungsstärke:

$$E_e = \frac{d\phi_e}{dA}$$

Beleuchtungsstärke:

$$E = K_m \cdot V(\lambda) \cdot E_e$$

Strahlungsfluss:

$$\phi_e = E_e \cdot A$$

Lichtstrom:

$$\phi = K \cdot V(\lambda) \cdot \phi_e$$