

Wiederholung: Gaußmatrix

$$G \cdot \begin{pmatrix} n\sigma \\ h \end{pmatrix}_1 = \begin{pmatrix} n'\sigma' \\ h \end{pmatrix}_k$$

$$\beta_{1\dots k} = \frac{l'_k}{l_1} = \frac{n_1\sigma_1}{n'_k\sigma'_k} \quad \text{Abbildungsmaßstab}$$

$$g_{11}n_1\sigma_1 + g_{12}h_1 = n'_k\sigma'_k$$

$$g_{21}n_1\sigma_1 + g_{22}h_1 = h_k$$

$$g_{12} = \frac{1}{f} \quad g_{22} = \frac{s'_F}{n'_k f}$$

$$g_{11} = -\frac{s_F}{n_1 f} \quad g_{12} = -\frac{f + s_F s'_F}{n_1 n'_k f}$$

⇒ Abbildungsgleichung:

$$\frac{s_1}{n_1} = \frac{s_f}{n_1} + \frac{f}{\beta}$$

$$\frac{s'_k}{n'_k} = \frac{s'_F}{n'_k} - f\beta$$

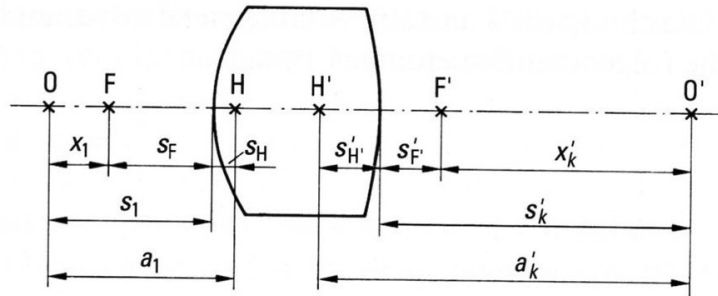


Abbildung 1: Zur Formulierung von Abbildungsgleichungen mit unterschiedlichen Bezugspunkten.

$$x_1 = s_1 - s_F \quad x'_k = s'_k - s'_F$$

$$a_1 = s_1 - s_H \quad a'_k = s'_k - s'_H$$

$$\frac{x_1 x'_k}{n_1 n'_k} = -f^2 \quad \beta = \frac{n_1 f}{x_1} = -\frac{x'_k}{n'_k f}$$

Newton Formel:

$$\frac{n'_k}{a'_k} = \frac{n_1}{a_1} + \frac{1}{f} \quad \beta = \frac{n_1 a'_k}{n'_k a_1}$$

Wo Bildschirm aufstellen?

$$\overline{OO'} = -a_1 + \overline{HH'} + a'_k = \overline{HH'} + f \left(2 - \beta - \frac{1}{\beta} \right)$$

Linsen: Linse Brechzahl n , Luft, typisch: $1,45 \leq n \leq 2,0$
 2 brechende Flächen, Scheitelabstand: d

$$\implies \text{Brechkraft: } \varphi_1 = (n-1)\rho_1 = (n-1)\frac{1}{r_1} \quad \varphi_2 = (1-n)\rho_2$$

$$\implies G = \begin{pmatrix} 1 & \varphi_2 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -d/n & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & \varphi_1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

woraus folgt:

$$g_{11} = 1 - \varphi_2 \frac{d}{n} = -\frac{s_F}{f}$$

$$g_{12} = \varphi_1 + \varphi_2 - \varphi_1 \varphi_2 \frac{d}{n} = \frac{1}{f}$$

$$g_{21} = -\frac{d}{n}$$

$$g_{22} = 1 - \varphi_1 \frac{d}{n} = \frac{s'_F}{f}$$

bei dünnen Linsen mit $d = 0$ gilt dann:

$$g_{11} = 1 = -\frac{s_F}{f} \quad s_F = f$$

$$g_{12} = \varphi_1 + \varphi_2 = \frac{1}{f}$$

$$g_{21} = 0$$

$$g_{22} = 1 = \frac{s'_F}{f} \quad s'_F = f$$

verschiedene Linsen:

2 Linsen werden kombiniert:

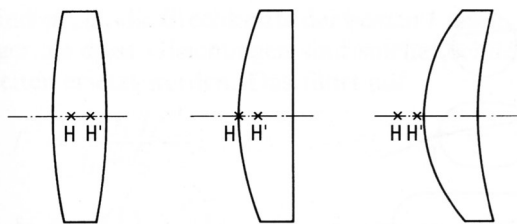


Abbildung 2: Lagen der Hauptpunkte bei unterschiedlichen Linsenformen; Fall positiver Brennweite. Von links nach rechts: bikonvex, plankonvex, positiver Meniskus.

für dünne Linsen mit gegenseitigen Abstand e gilt:

$$\frac{1}{f} = \varphi_1 + \varphi_2 - e \cdot \varphi_1 \varphi_2$$

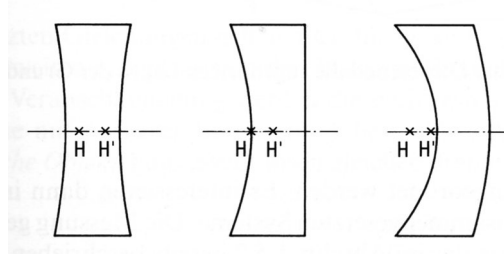


Abbildung 3: Lagen der Hauptpunkte bei unterschiedlichen Linsenformen; Fall negativer Brennweite. Von links nach rechts: bikonkav, plankonkav, negativer Meniskus.

$$s_F = -f(1 - e \cdot \varphi_2) \quad s'_F = f(1 - e\varphi_1)$$

allgemein gilt für 2 Linsen:

$$f = \frac{f_1 \cdot f_2}{f_1 + f_2 + e}$$

$$s_F = -f \left(1 - \frac{e}{f_2} \right) \quad s'_F = f \left(1 - \frac{e}{f_1} \right)$$

Bsp.: symmetrisches Objektiv:

2 Linsen gleicher Brennweite, symmetrisch bei Spiegelung an Aperturblende

Bsp.: Tele-Objektiv:

erste Linse pos. Brennweite, zweite Linse neg. Brennweite \implies große Brennweite bei kurzer Baulänge

Bsp.: Vario- bzw. Zoom-Objektiv:

Objekt-Bild-Abstand konstant, β variabel, e variabel

9.3 Blenden

Aperturblende: Am Ort dieser Blende ist der allen Strahlenbüscheln kleinste gemeinsame Querschnitt gegeben.

maximale Objekthöhe: $c_{max} = -(s - z)w_{max}$

c_{max} ... Radius der Gesichtsfeldblende

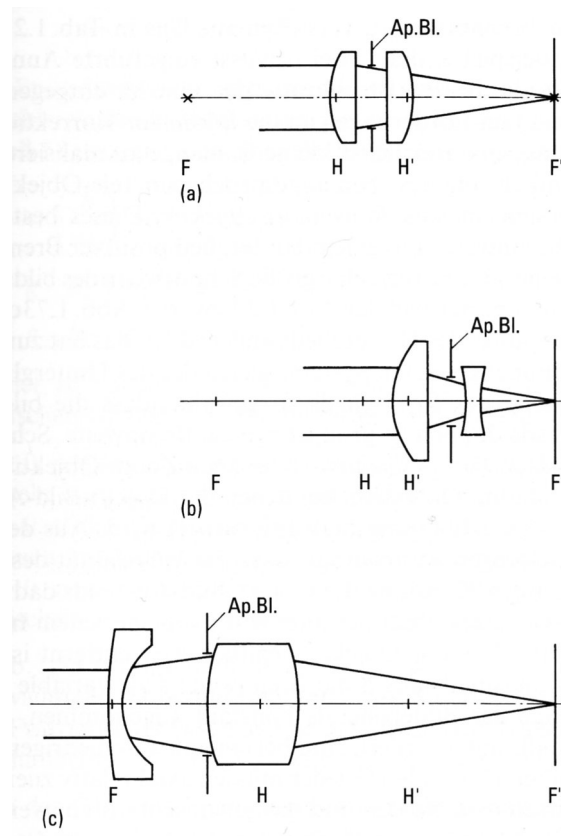


Abbildung 4: Wichtige Formen zweigliedriger Objekte gleicher positiver Brennweite bei gleicher Lage des bildseitigen Brennpunkts; (a) symmetrischen Objektiv; (b) Tele-Objektiv; (c) Retrofokus-Objektiv.

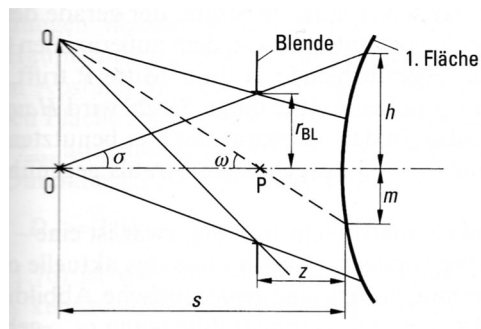


Abbildung 5: Strahlenbegrenzung durch eine Aperturblende bei axialer wie außeraxialer Abbildung.