

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

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

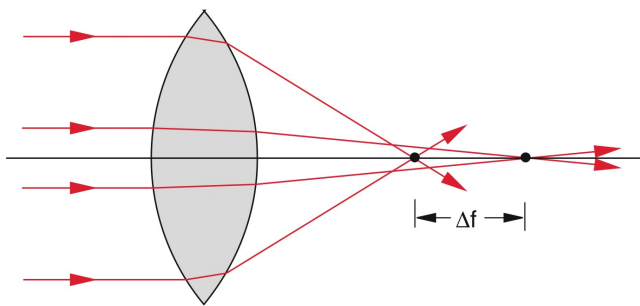
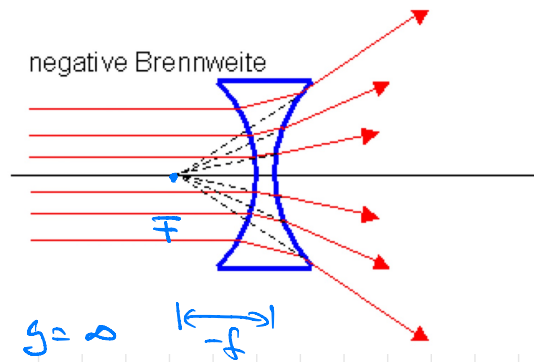
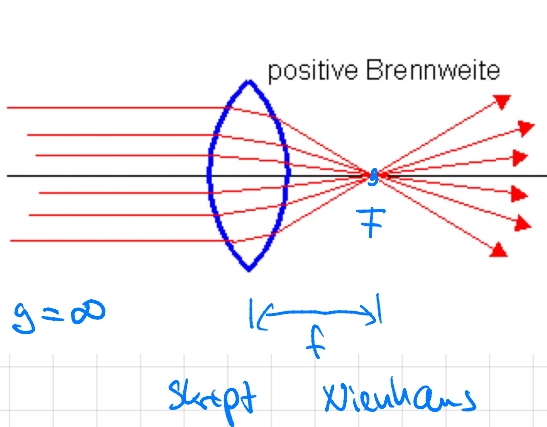
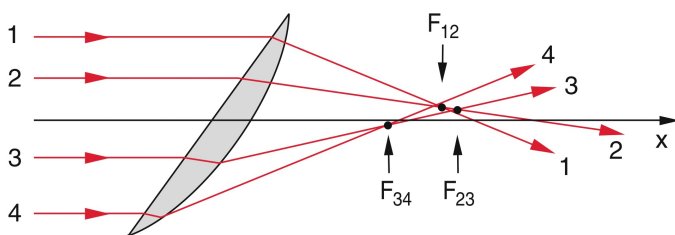


Abbildung 9.41 Sphärische Aberration bei der Abbildung durch eine sphärische Bikonvexlinse

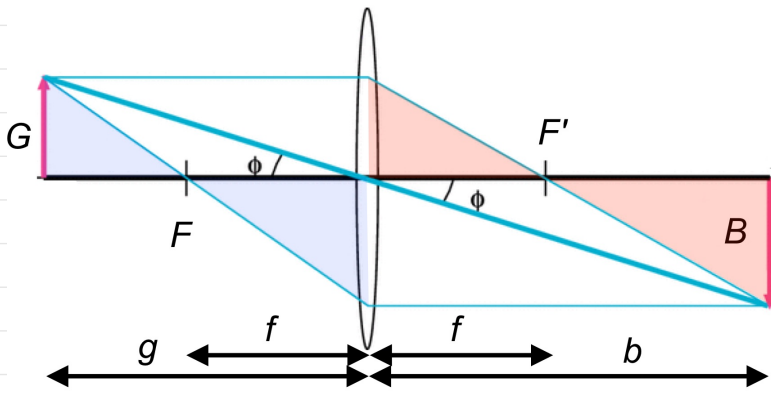
Reinhold

sphärische Aberration sind die „Abbildungsfehler“ für Strahlen aus parallel zur optischen Achse jedoch großer Werts.



Reinhold

Koma sind „Abbildungsfehler“ durch Strahlen, die nur eine große Winkel zur optischen Achse laufen.



Skript Nienhaus

Abbildung mit einer
dünnen Sammellinse
in paraxialer Näherung

Abbildungsmaßstab β

$$\beta = \frac{B}{G} = \frac{h'}{h} = \frac{f-b}{f} = -\frac{b}{g}$$

Konstruktionsregeln für die Abbildung

- Strahlen parallel zur Achse des Linsen werden auf der anderen Seite durch den Fokus gebrochen
- Strahlen durch den Fokus auf einer Seite werden zu Strahlen parallel zur Achse
- Der Strahl durch das Zentrum des Linsen geht geradlinig hindurch

$$\beta = \frac{B}{G} = -\frac{b}{g} = \frac{f}{f-g} = \frac{f-b}{f} \quad (f-g)(f-b) = f^2$$

Newtonsche Abbildungsgleichung

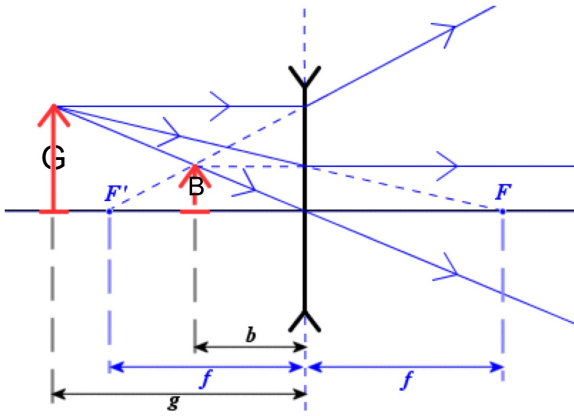
$|p| \rightarrow \infty$ für $g \rightarrow f$

$\beta = -1$ für $g = 2f$

Vergößerung für $g \in [f, 2f]$ $|p| > 1$

Verkleinerung für $g > 2f$ $|p| < 1$

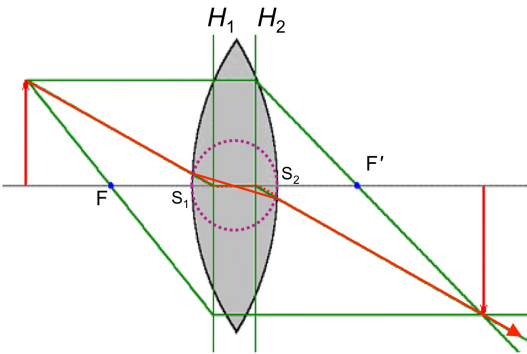
Bei Zerstreuungslinse
 sind Konstruktion
 alle die gleichen Strahlen
 und Konstruktion.



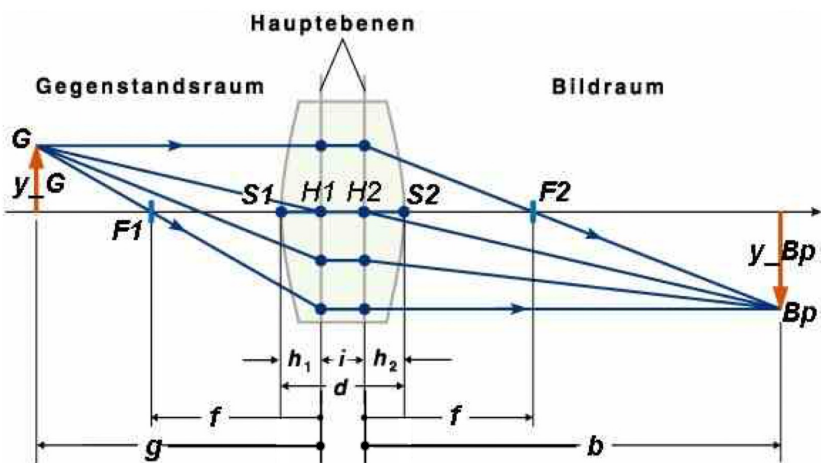
$0 < \beta < 1$, $b < 0$
 nur Verkleinerung (aufrechtes Bild)
 immer ein virtuelles Bild

Skript Merkmals

Dicke Linsen



Skript Merkmals



Die dicke Linse wird ersetzt
 durch ^{zwei} ideale dünne Linsen
 in den Hauptebenen H_1 und H_2
 sowie parallel zum Strahleneinfall
 bezogen.

Skript Merkmals

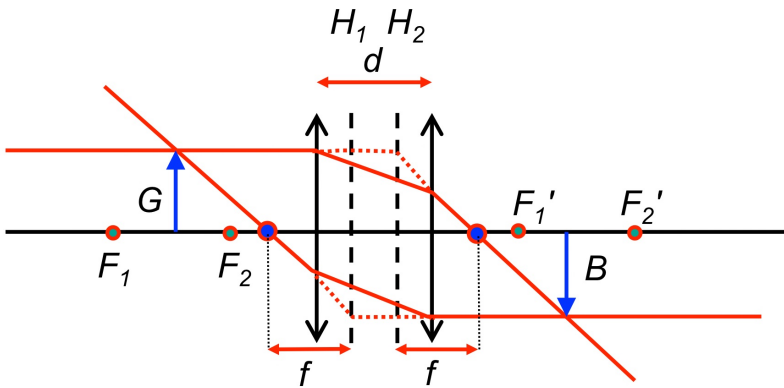
$$\frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} + \frac{(n-1)d}{nr_1 r_2} \right)$$

$$h_1 = -\frac{(n-1) f \cdot d}{nr_2}$$

$$h_2 = -\frac{(n-1) f \cdot d}{nr_1}$$

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

Addition: g, f bezogen auf die Hauptebenen?



Skizze Strahlengang

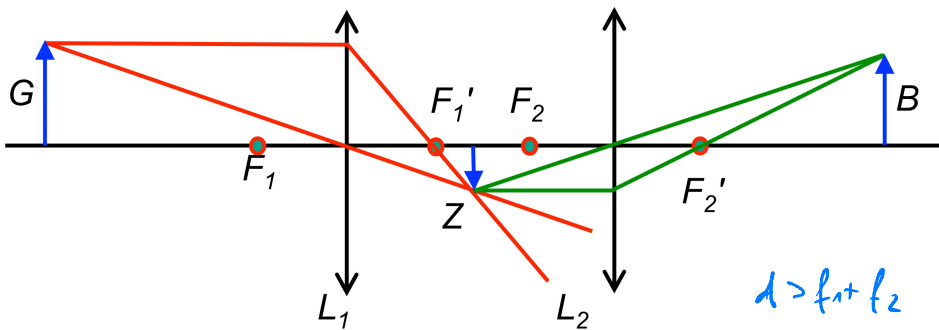
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} = \frac{d}{f_1 f_2}$$

für kleine d

$$\Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

Brennpunkte zweier dünner Linsen mit kleiner Abstand addieren sich.

Bildkonstruktion für zwei dünne Linsen



$$d > f_1 + f_2$$

Skizze Strahlengang

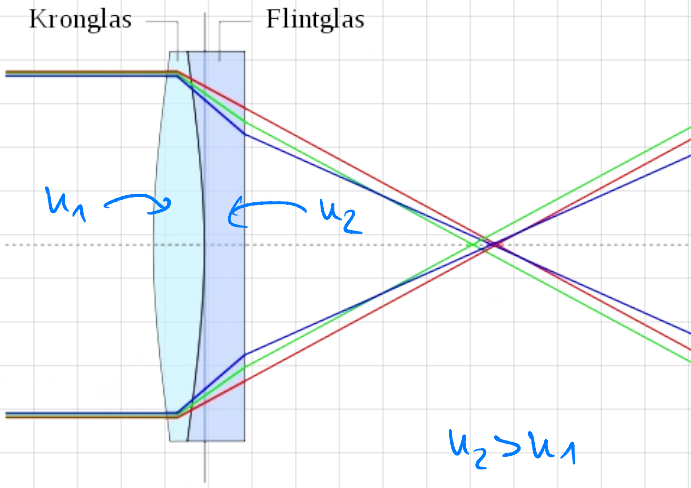
Abbildungsmaßstab

$$A = \frac{B}{G} = \frac{z}{G} \frac{D}{z} = p_1 \cdot p_2$$

Abbildungsmaßstab

Multiplizieren

Achromat



Wiki

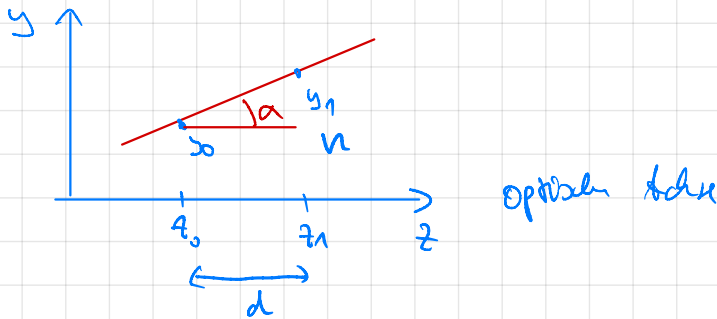
Chromatische Aberration

→ Brennpunkt f hängt von der Wellenlänge λ ab.

$$\frac{D_1}{n_1} + \frac{D_2}{n_2} = 0$$

$$v_i = \frac{n_{gi} - 1}{n_{gi} - n_{ri}}$$

S.4 Matrixoptik



Paraxial Näherung

$$\alpha \approx \sin \alpha \approx \tan \alpha$$

$$(y_0, n\alpha_0) \rightarrow (y_1, n\alpha_1)$$

$$n \rightarrow n$$

$$\alpha \rightarrow \alpha$$

$$n\alpha_0 = n\alpha_1$$

$$y_1 = \underbrace{(z_1 - z_0)}_d \alpha + y_0$$

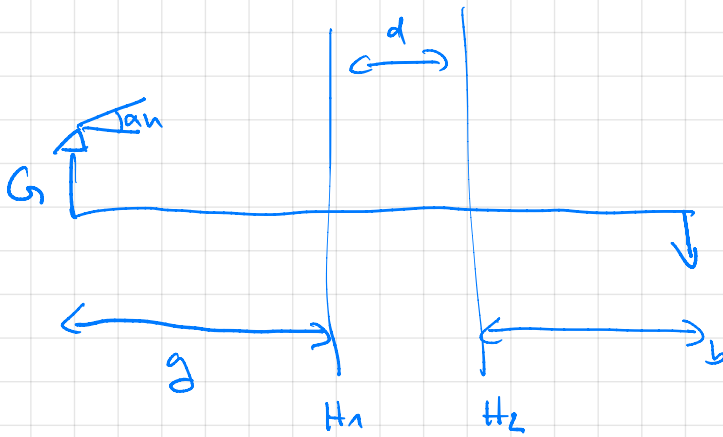
$$\begin{pmatrix} y_1 \\ n\alpha_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & d/n \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y_0 \\ n\alpha_0 \end{pmatrix}$$

Transfermatrix $\tilde{T}(d, n) = \begin{pmatrix} 1 & d/n \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$

α positiv für Strahl der in positive z -Richtung sich in positive y -Richtung ausbreitet

dünne Linse : $\tilde{M}_L = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -D & 1 \end{pmatrix}$

dicke Linse : $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -D_1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & d_{\text{Linse}} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -D_2 & 1 \end{pmatrix}$



$$\begin{pmatrix} \beta \\ \alpha_2 \end{pmatrix} = \tilde{T}_{b1} \tilde{M}_{L,D_2} \tilde{T}_{d_n} \tilde{M}_{L,D_1} \tilde{T}_{g1} \begin{pmatrix} G \\ \alpha_1 \end{pmatrix}$$

Hohlspiegel $\tilde{R} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -2n/r & 1 \end{pmatrix}$

Konvexspiegel $\tilde{R}_{r=\infty} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$

z.B. Kameraobjektiv mit 2 dicken Linse

4 dünne Linse + 3 Abstände

↙

4 + 4 Linse für Achromate + Astigmat

→ Optimierung von n, r, g, b, D &

sodass die Abbildung möglichst klein chromatische Aberration hat