

3.3 Linsen und Hohlspiegel

3.3.1 Die Sammellinse

Ein Lichtstrahl wird beim Durchgang durch ein dünnes Prisma mit Brechungsindex n und dem brechenden Winkel γ um den Winkel

$$\delta = (n - 1)\gamma \quad (105)$$

abgelenkt.

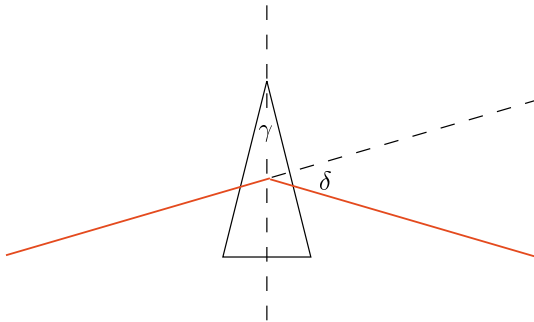


Abbildung 16: Ablenkung durch ein dünnes Prisma

Die Sammellinse ist von 2 Kugelflächen mit den Radien r_1 und r_2 begrenzt. Man kann sie sich als aus dünnen Prismen zusammengesetzt denken. Daher

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right) , \quad (106)$$

wobei f die Brennweite ist. ($1/f$ heißt oft Brechkraft.) Eine Sammellinse wirkt fokussierend, d.h. alle von einem Punkt im Gegenstandsraum ausgehenden Strahlen treffen sich in genau einem Punkt im Bildraum. Durch geometrische Konstruktion (siehe Abb. 17) folgt der Abbildungsmaßstab

$$\frac{B}{G} = \frac{b}{g} \quad (107)$$

und die Linsengleichung

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b} , \quad (108)$$

aus der man z.B. bei gegebenem f und Gegenstandsweite g die Bildweite b berechnen kann.

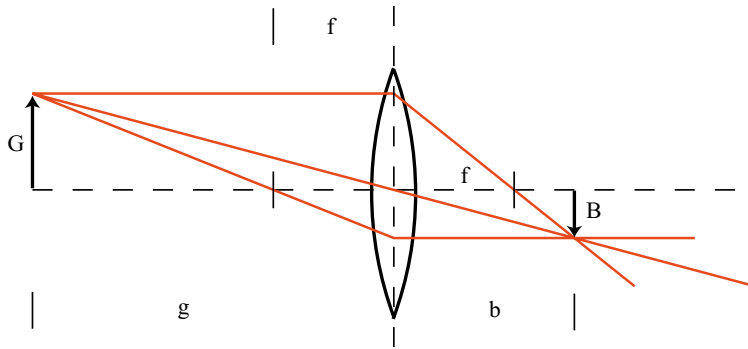


Abbildung 17: Strahlengang bei der Abbildung durch eine Sammellinse

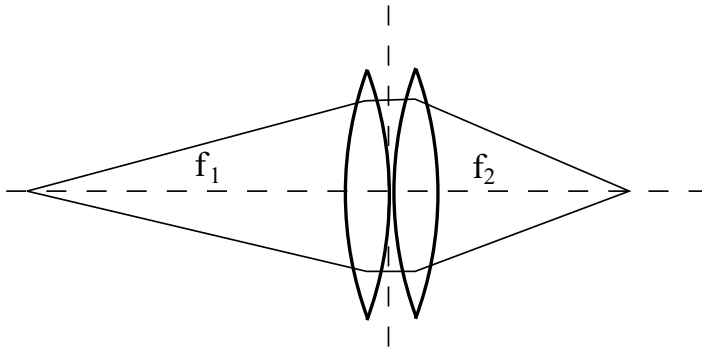


Abbildung 18: Abbildung eines Punktes im Abstand f_1 durch ein System von 2 dünnen Linsen.

Werden zwei dünne Linsen eng aneinander gesetzt, gilt für die Brechkraft

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} . \quad (109)$$

Dies kann man sofort durch die Konstruktion der Abbildung eines Gegenstandes der sich im dingseitigen Brennpunkt der ersten Linse (Brennweite f_1) befindet, beweisen (Abb. 18).

Wenn man die optische Achse in Abb.17 als z -Achse und die dazu senkrechte Richtung als y eines Koordinatensystems auffaßt, gibt es zwischen jedem Punkt im Gegenstandsraum und im Bildraum eine lineare Beziehung

$$y_B(z) = A(z)y_G + B(z)y'_G \quad (110)$$

mit $B(z) = 0$ für die Bildebene und $A(z) = 0$ für die Brennebene. Durch die Hinzunahme höherer Ordnungen $\sim y_G^2$, $y_G y'_G$, $y_G'^2$, $\Delta\lambda/\lambda$ lassen sich dann auch Linsenfehler quantitativ beschreiben.

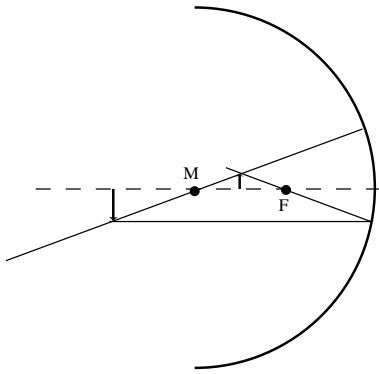


Abbildung 19: Strahlengang im Kugelspiegel für achsennahe Strahlen.

3.3.2 Der Hohlspiegel

Die Konstruktion des Strahlengangs für achsennahe Strahlen zeigt, daß eine verspiegelte Halbkugel ein abbildendes System mit $f = R/2$ darstellt. Solche Spiegel werden benutzt, um weit entfernte Objekte in der Brennebene nach ihren Winkeln zu sortieren.

3.3.3 Diaprojektor und Fotoapparat

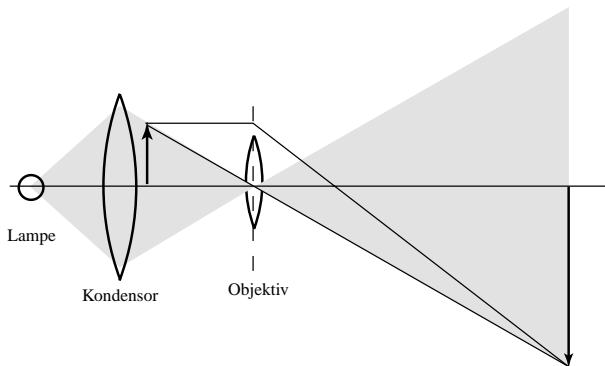


Abbildung 20: Konstruktions- und wirklicher Strahlengang im Diaprojektor

Fotoapparat und Diaprojektor sind Anwendungen der Abbildung durch eine Linse. Im Fotoapparat wird der Lichtfluß IA durch eine kreisförmige Blende (Fläche A , Durchmesser D) gesteuert. Als Blendenzahl wird das Verhältnis f/D bezeichnet. Die Tiefenschärfe ist ein rein geometrischer Effekt. Sie wird bei großen Blendenzahlen erhöht.

Im Diaprojektor wird eine hohe Beleuchtungsstärke des Bildes dadurch erreicht, daß eine starke Lichtquelle durch die Kondensorlinse in das Objektiv abgebildet wird.