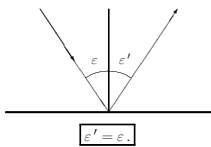


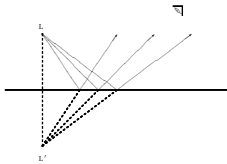
Reflexion

Reflexionsgesetz



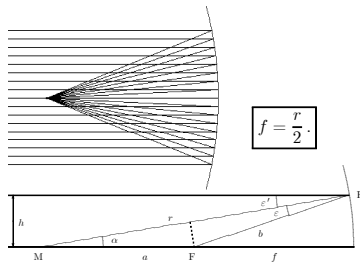
$$\varepsilon' = \varepsilon$$

Reflexion am Spiegel



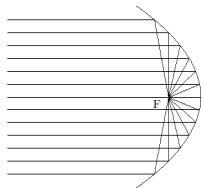
Ebene Flächen, d.h. Wellen grösser als der Abstand zwei Rauheitshöhen.

sphärischer Hohlspiegel



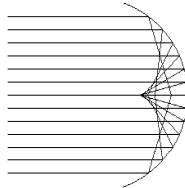
$$f = \frac{r}{2}$$

sphärischer Parabelspiegel



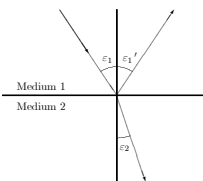
perfekt durch F

sphärischer Spiegel



nicht perfekt durch F
Katakastik

Brechung (Refraktion)



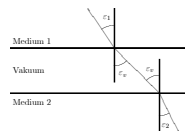
$$\frac{\sin \varepsilon_1}{\sin \varepsilon_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$$

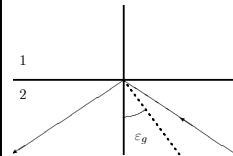
Vakuum
 $n_1 \approx 1$

$$n_1 \sin \varepsilon_1 = n_2 \sin \varepsilon_2$$

$$\frac{\sin \varepsilon_1}{\sin \varepsilon_2} = \frac{\sin \varepsilon_1}{\sin(\frac{\pi}{2} - \varepsilon_1)} = \frac{\sin \varepsilon_1}{\cos \varepsilon_1} = \tan \varepsilon_1 = n$$



Totalreflexion

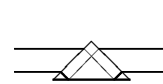


$$\varepsilon_g = \arcsin \frac{n_1}{n_2}$$

Ab gewissem Winkel kann eine Lichtquelle das Medium nicht mehr durchdringen. Es wird total reflektiert.



Umlenkprisma

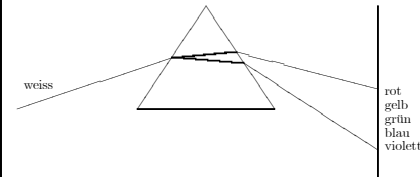


Umkehrprisma



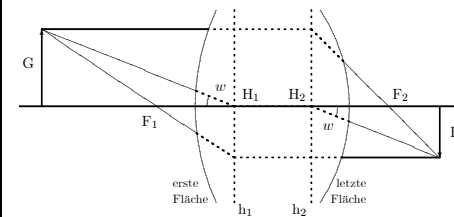
Reflexprisma

Dispersion



Dispersion = Wellenlängen-abhängigkeit der Brechung

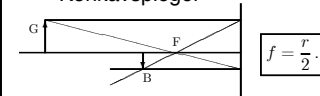
4 Kardinalpunkte



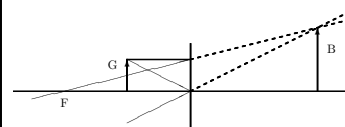
- vorderer Brennpunkt F_1
- hinterer Brennpunkt F_2
- vorderer Hauptpunkt H_1
- hinterer Hauptpunkt H_2

Bildkonstruktion

Konkavspiegel

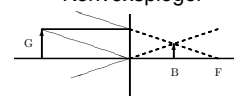


Gegenstand ausserhalb der Brennweite

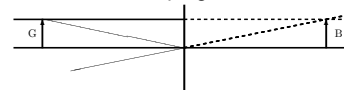


Gegenstand innerhalb der Brennweite

Konvexspiegel



Planspiegel



Linsenarten



bikonvexe Linse



plankonvexe Linse



sammelder Meniskus



bikonkave Linse



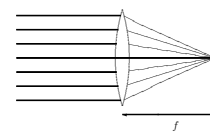
plankonkave Linse



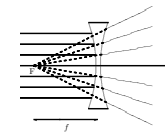
zerstreuender Meniskus

Linsentypen

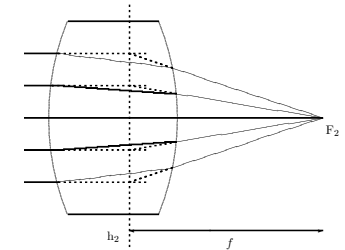
Sammellinsen



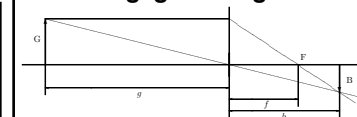
Zerstreuungslinsen



Strahlengang



Abbildungsgleichungen



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

$$\beta = \frac{B}{G}$$

$$\frac{B}{G} = \frac{b}{g}$$

Vorzeichenkonventionen:

- Für sammelnde optische Bauelemente ist $f > 0$.
- Für zerstreue optische Bauelemente ist $f < 0$.
- Für virtuelle Bilder ist $b < 0$ und $B < 0$.
- Für virtuelle Gegenstände ist $g < 0$ und $G < 0$.

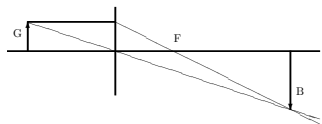
$$B_2 = G \cdot \frac{b_2}{s_1} \cdot \frac{b_2}{s_2}$$

$$\frac{1}{b} = \frac{1}{f} - \frac{1}{g} = \frac{g-f}{f \cdot g}$$

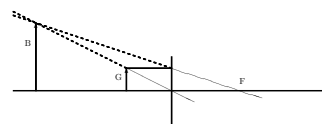
$$f = \frac{g \cdot b}{g + f}$$

Abbildungen durch Linsen

Sammellinse

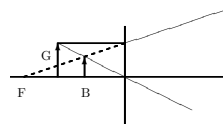


Gegenstand ausserhalb der Brennweite



Gegenstand innerhalb der Brennweite

Zerstreuungslinse



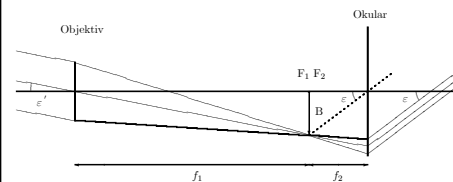
Bei Zerstreuungslinsen haben reelle Gegenstände stets virtuelle Bilder, unabhängig von ihrer Position.

Brechkraft

$$D = \frac{1}{f}$$

Die Einheit der Brechkraft wird Dioptrie genannt und mit dpt bezeichnet. Es ist $1 \text{ dpt} = 1 \text{ m}^{-1}$.

Fernrohr



Vergrößerung:

$$V = \frac{f_1}{f_2}$$

Abstand zwischen zwei Linsen mit verschiedenen Brennweiten:

$$l = f_1 + f_2$$

Sehwinkel:

$$\varepsilon = V \arctan \frac{h}{e}$$

Lichtstärke

$$L = d^2$$

Abstand Pupille, Okular

$$a = \frac{l}{V}$$

Austrittspupille

$$d = \frac{D}{V} \quad D = V \sqrt{L}$$

V = Vergrößerung [-]

f = Brennweite [m]

h = Höhe Gegenstand [m]

e = Distanz zum Gegenstand [m]

ε = Sehwinkel [°]

L = Lichtstärke [-]

d = Austrittspupille [m]

a = Abstand Pupille, Okular [m]

l = Länge zwischen Objektiv, Okular [m]

D = Objektivdurchmesser [m]

Sehen des Menschen



Der Sichtwinkel von Sonne und Mond ist etwa gleich gross ca. 0.5°

deutliche Sehweite

$$s = 25 \text{ cm}$$

Auflösung des Auges

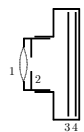
$$1' = \frac{1^\circ}{60}$$

25cm Entfernung =>
 $\Delta G = 0.07 \text{ mm}$

Sehwinkel:

$$\varepsilon = V \arctan \frac{h}{e}$$

Fotoapparat



- 1 = Objektiv
- 2 = Blende
- 3 = Verschluss
- 4 = Film

f(Spiegelreflex) = 50mm
f(Digitalkamera) = 5mm

Bildgrösse

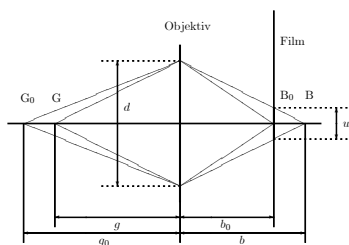
$$B = \frac{f}{g} \cdot G$$

Blendenzahl

$$Z = \frac{f}{d}$$

Öffnungsverhältnis (Lichtstärke)

$$q = \frac{d}{f}$$



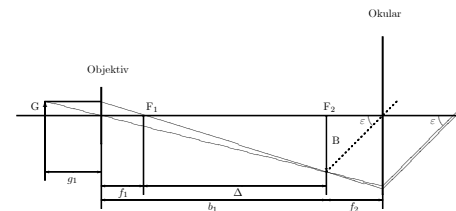
$$\frac{u}{d} = \frac{b - b_0}{b}$$

Schärfentiefe

$$\frac{1}{g} = \frac{1}{g_0} \pm \frac{u}{q f^2}$$

u = Korngrösse Film [m]

Mikroskop



Vergrößerung

$$V = \frac{\Delta}{f_1} \cdot \frac{s}{f_2}$$

$$\Delta = b_1 - f_1$$

Vergrößerung Objektiv

$$V_1 = \frac{\Delta}{f_1}$$

Vergrößerung Okular

$$V_2 = \frac{s}{f_2}$$