



Totalreflexion

Übergang vom opt. dichteren zum dünneren Medium

$$\sin \alpha = \frac{n_2}{n_1} \sin \beta \stackrel{!}{\leq} 1 \quad n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$$

↳ Grenzwinkel $\alpha_T = \arcsin \left(\frac{n_2}{n_1} \right)$

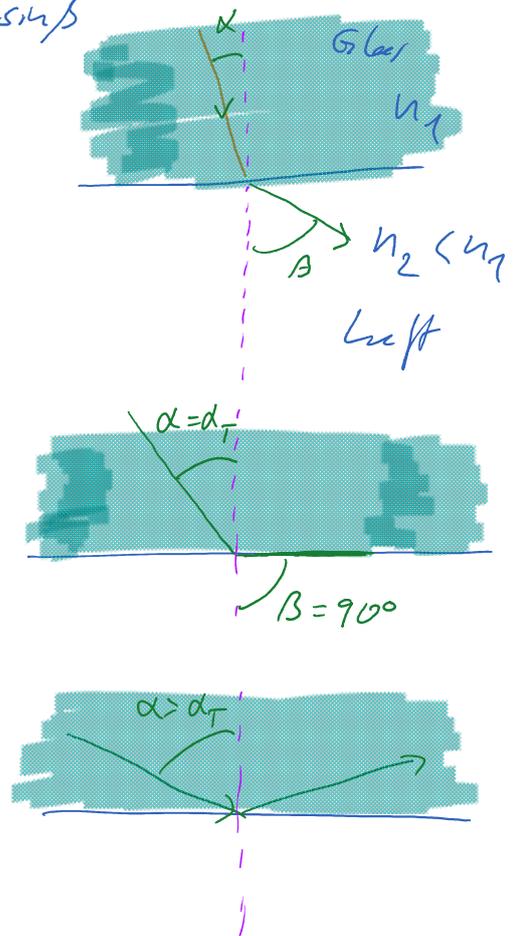
Totalreflexion

für $\alpha > \alpha_T$

$n = 1,5 \quad 1$

Bsp. Glas-Luft

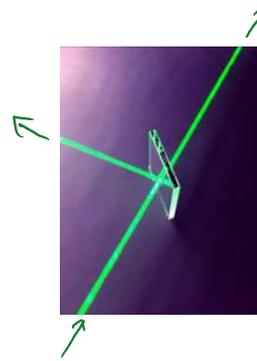
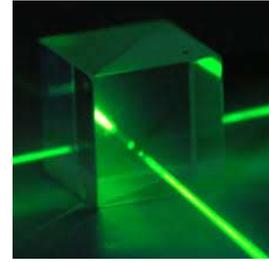
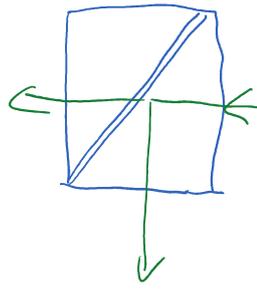
$$\sin \alpha_T = \frac{1}{1,5} \rightarrow \alpha_T \approx 42^\circ$$



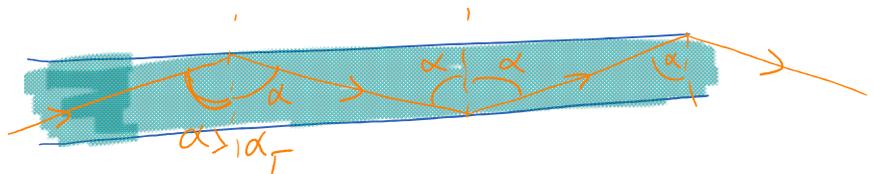
Anwendungen

1) Strahlteiler

Doppelprisma mit
Luftspalt

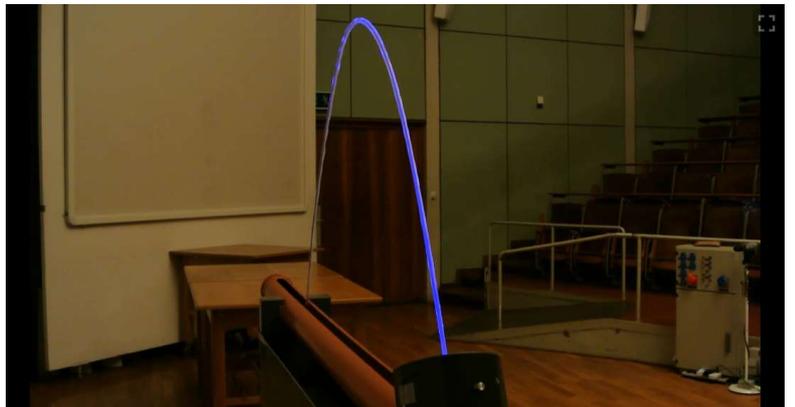


2) Lichtleiter
(Glasfaser)



typ. im IR : 850 - 1550 nm
↑

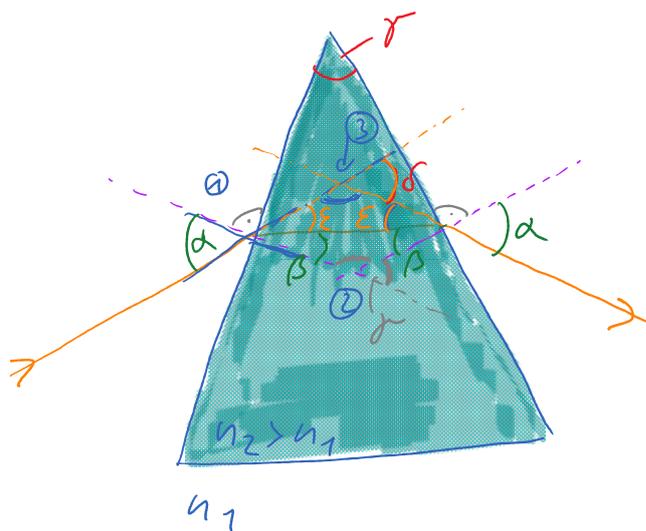
Reichweite : bis 200 km



Prisma

Minimale Ablenkung δ bei
symmetrischen Strahlengang

$$\left. \begin{array}{l} \textcircled{1} \alpha = \beta + \varepsilon \\ \textcircled{2} \beta = \gamma/2 \\ \textcircled{3} \varepsilon = \delta/2 \end{array} \right\} \alpha = \frac{\gamma}{2} + \frac{\delta}{2}$$



$$\hookrightarrow \frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\sin \frac{\gamma + \delta}{2}}{\sin \frac{\gamma}{2}}$$

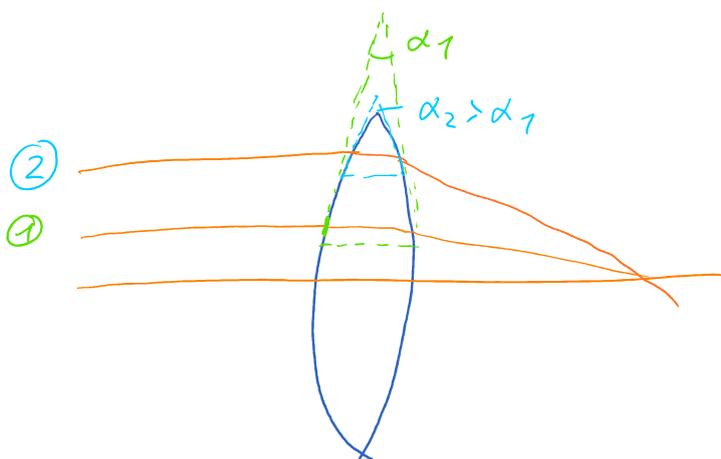
Für "spitze" Prismen (γ klein)
 $\hookrightarrow \delta$ auch klein

$$\hookrightarrow \frac{n_2}{n_1} \approx \frac{\frac{\gamma + \delta}{2}}{\frac{\gamma}{2}} = 1 + \frac{\delta}{\gamma}$$

Für $n_1 = 1$ (Luft) und $n_2 = n$

$$\Rightarrow \delta = (n - 1) \cdot \gamma$$

\hookrightarrow Grundprinzip Linsen



Dispersion

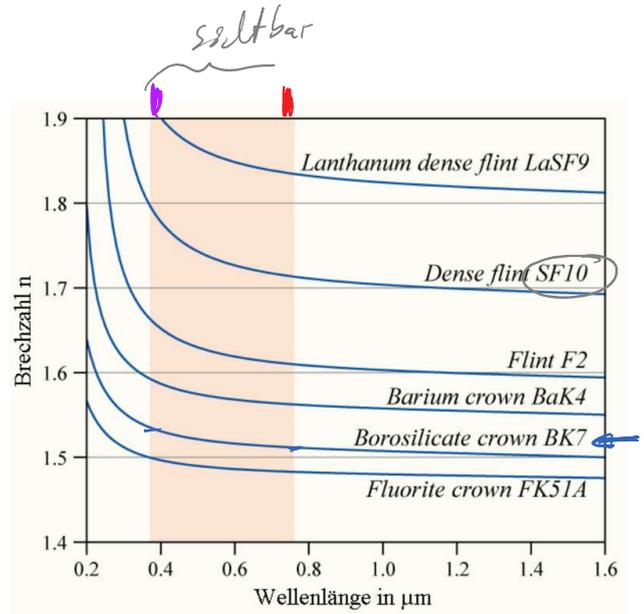
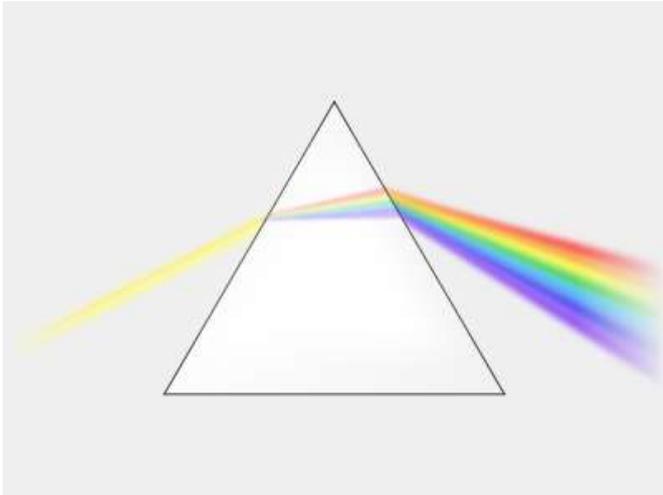
Brechungsindex $n = n(f)$ oder $n(\lambda)$

hängt von der Frequenz / Wellenlänge ab

$$\dots \left(\frac{1}{\lambda} \right) \dots$$

c.s. l.Hbar

$$n = n(f)$$

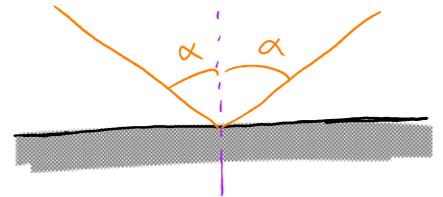


6.4. Optische Abbildungen

6.4.1. Spiegel

Reflexion

$$\text{Einfallswinkel} = \text{Ausfallswinkel}$$



Sphärischer Hohlspiegel

Radius r

Für achsnahe Strahlen

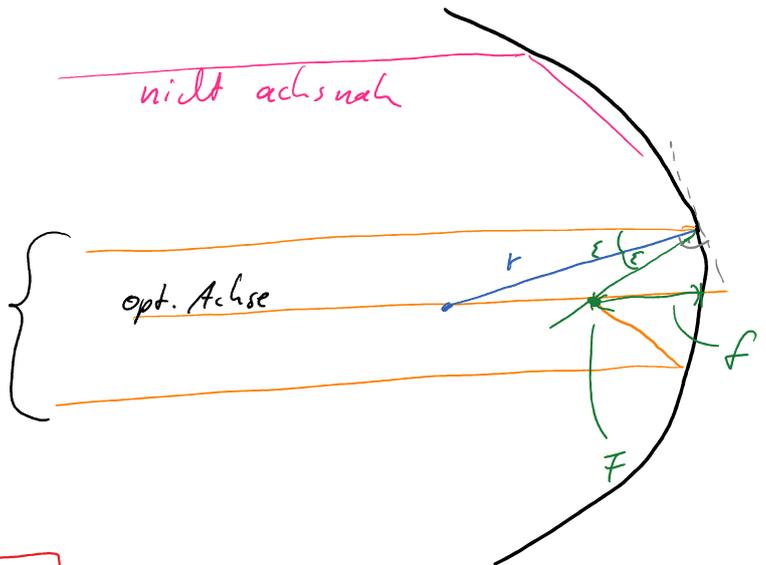
$$\sin \epsilon \approx \epsilon$$

↳ Brennpunkt F
mit Brennweite f

Es gilt

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

"-" $\hat{=}$ vor Spiegel



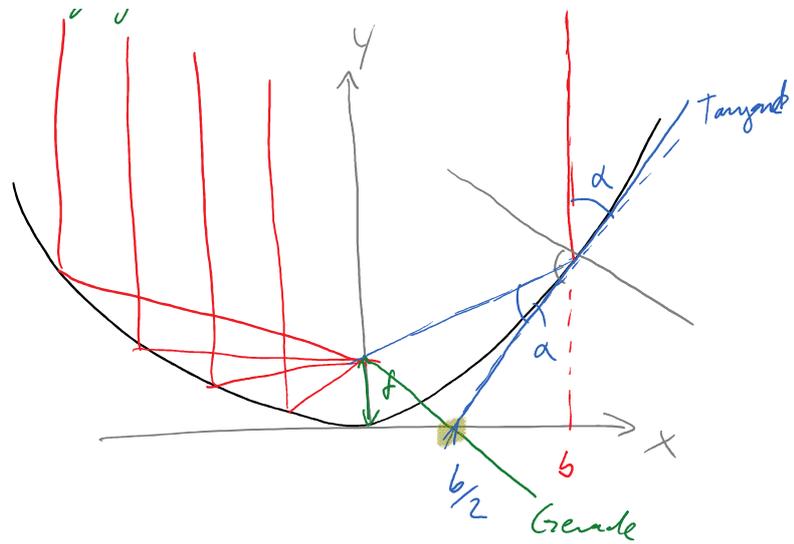
Besser: Parabolspiegel

Strahl bei $x = b$

und $y = x^2$

Tangente: Steigung $2b$
durch $(\frac{b}{2}, 0)$

Gerade durch $(\frac{b}{2}, 0)$
mit Steigung $-\frac{1}{2b}$



$$\hookrightarrow -\frac{1}{2b} \cdot \frac{b}{2} + f \stackrel{!}{=} 0 \text{ für } x = \frac{b}{2}$$

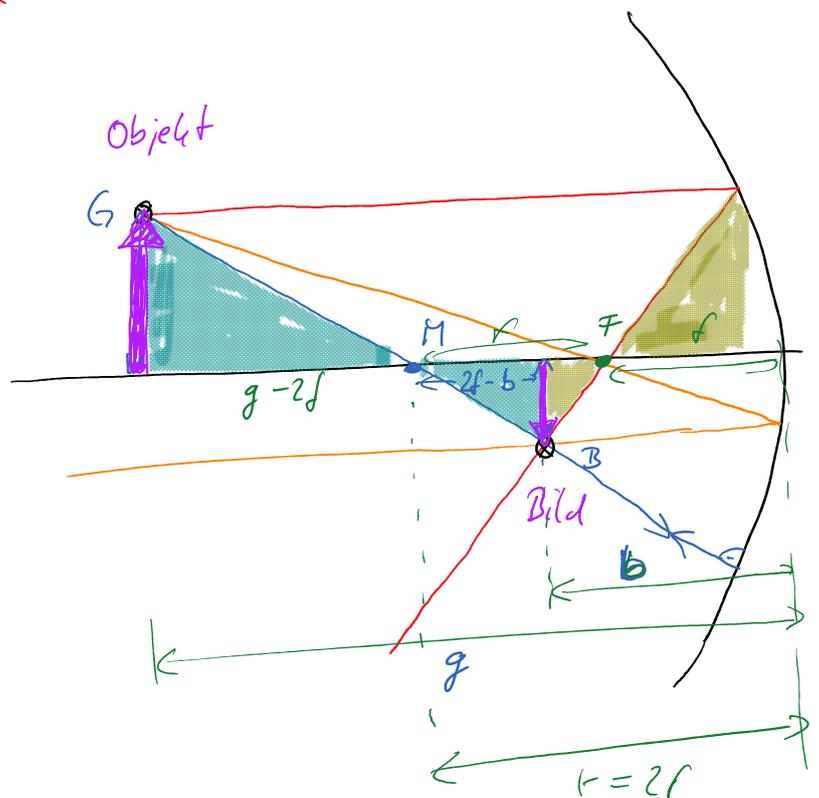
$$f = -\frac{1}{4} \text{ unabhängig von } b$$

$[f] = m$ vor dem Spiegel
wenn $[x] = [y] = m$

Abbildung

• Achsparalleler Strahl // \hookrightarrow Brennpunktstrahl

• Mittelpunktstrahl / \hookrightarrow Mittelpunktstrahl



Dreiecke:

$$\frac{G}{B} = \frac{g-2f}{2f-b}$$

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

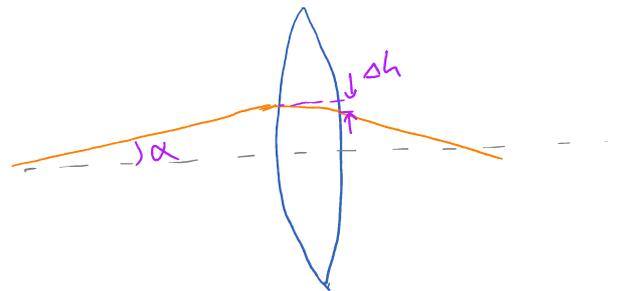
$$\left. \begin{array}{l} B = 2f - b \\ \frac{G}{B} = \frac{f}{b-f} \end{array} \right\} \boxed{\begin{array}{l} \frac{B}{G} = \frac{b}{f} \\ \frac{1}{f} = \frac{1}{b} + \frac{1}{g} \end{array}}$$

Drei Bereiche

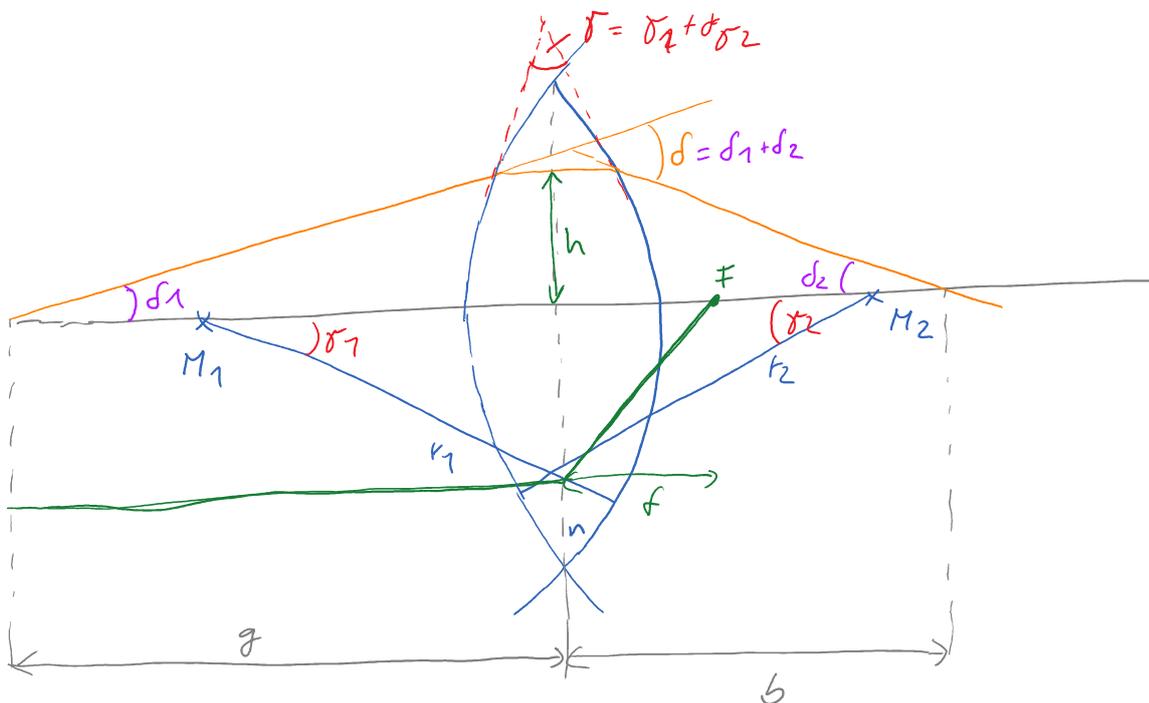
- $g \geq 2f \Rightarrow$ verkleinertes, umgekehrtes, reelles Bild
- $2f > g > f \Rightarrow$ vergrößertes, - " - - " - Bild
- $g < f \Rightarrow$ vergrößertes, aufrechtes, virtuelles Bild

6.4.2. Linsen

Für sphärische, dünne Linsen
und achsnahen Strahlen
↓
sind $\approx d \approx \tan d$



Sammellinse



Es gilt: $\delta = (n-1) \cdot \gamma$

$$\gamma = \frac{h}{r_1} + \frac{h}{r_2}$$

$$\delta = \frac{h}{g} + \frac{h}{b}$$

→ $\frac{1}{g} + \frac{1}{b} = (n-1) \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right) = \frac{1}{f}$

Brennweite

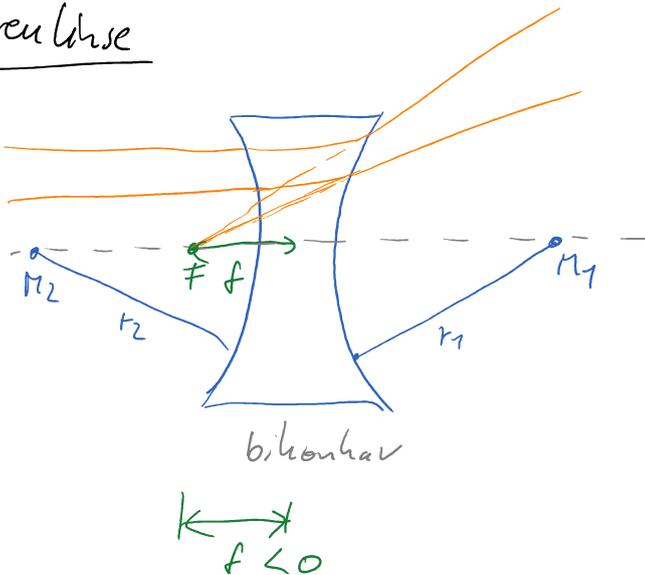
Brechkraft

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

$$[D] = m^{-1} = dp \text{ (Dioptrie)}$$

Vgl. Auge ca 60 dp

Streu Linse



Rechnung analog

$$\left. \begin{matrix} r_1 < 0 \\ r_2 < 0 \end{matrix} \right\} f < 0$$

↑
F = vor der Linse
Vgl. Hohlspiegel

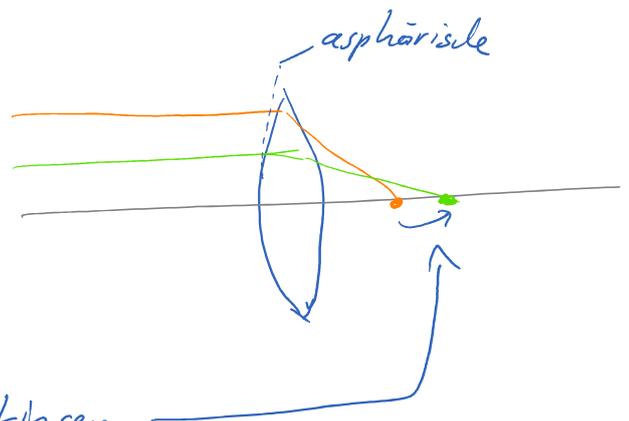
Linsefehler

• sphärische Abbeation

Linse nicht "dünn"

veränderte Brennweite für
achsferne Strahlen

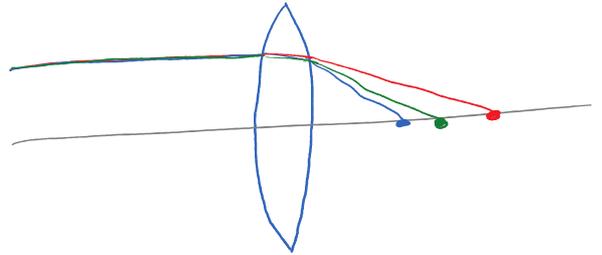
↳ asphärische Linsen



- chromatische Abberation

Dispersion

$$n = n(\lambda)$$
$$\Rightarrow f = f(\lambda)$$



mehrere Linsen aus unterschied-
lichen Materialien \rightarrow Achromat