

Grundkurs IIIa für Physiker

Othmar Marti
Experimentelle Physik
Universität Ulm

Othmar.Marti@Physik.Uni-Ulm.de

Vorlesung nach Tipler, Gerthsen, Hecht

Skript: <http://wwwex.physik.uni-ulm.de/Lehre/gk3a-2002>

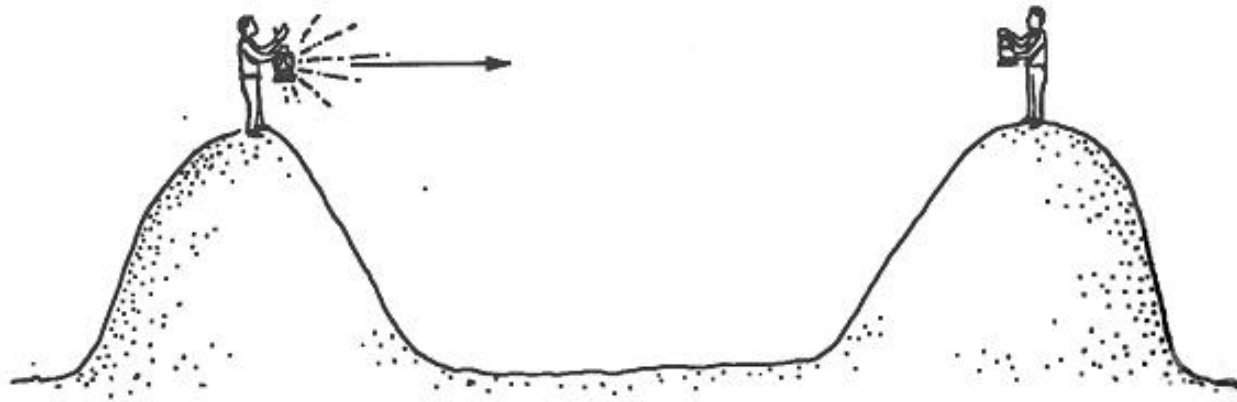
Übungsblätter und Lösungen: <http://wwwex.physik.uni-ulm.de/Lehre/gk3a-2002/Ueb/ue#>

18. April 2002



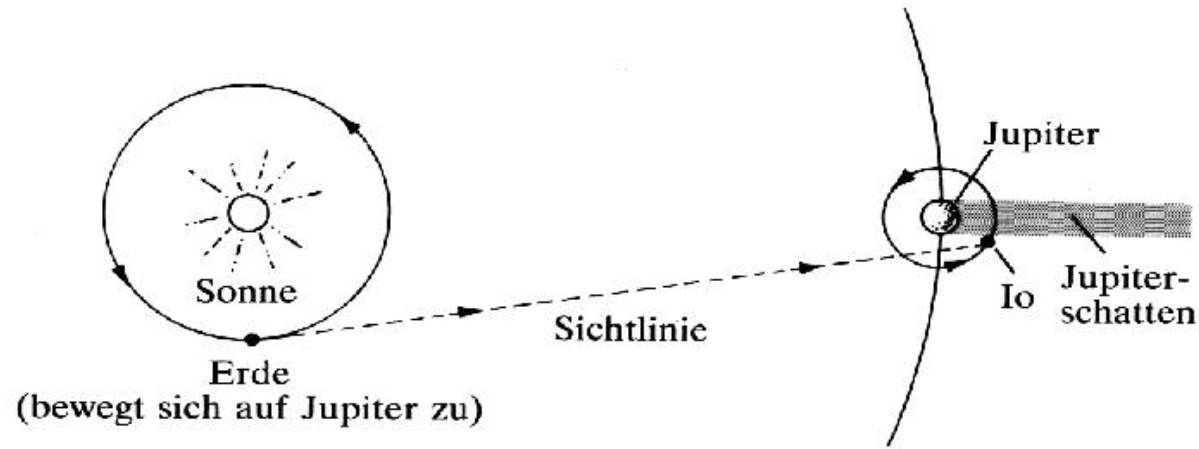
Universität Ulm, Experimentelle Physik

Galilei



Aus: Banesh Hoffmann, "Einsteins Ideen", Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg (1997).

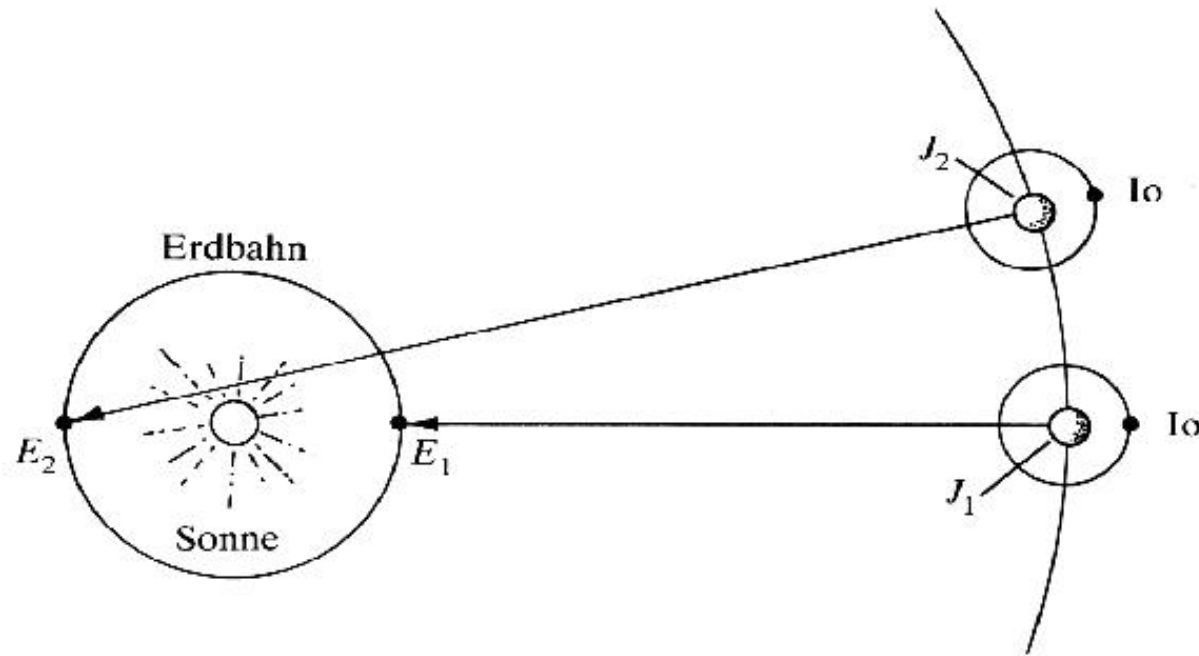
Rømer I



Aus: Banesh Hoffmann, "Einsteins Ideen", Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg (1997).



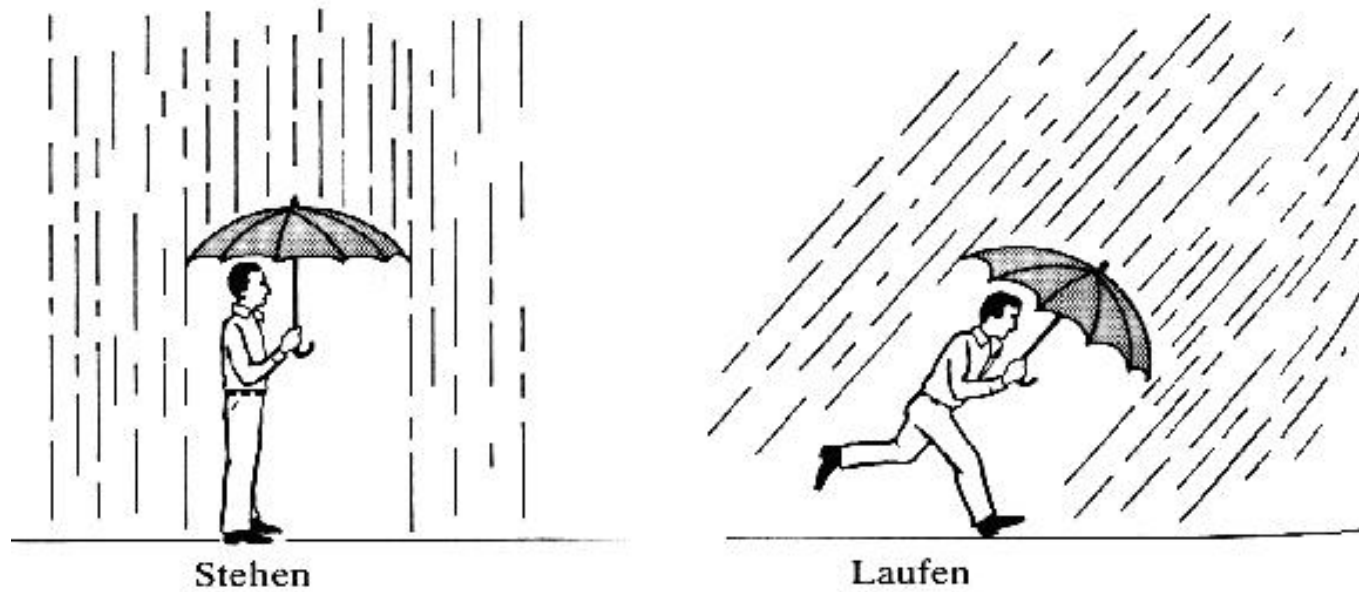
Rømer II



Aus: Banesh Hoffmann, "Einsteins Ideen", Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg (1997).



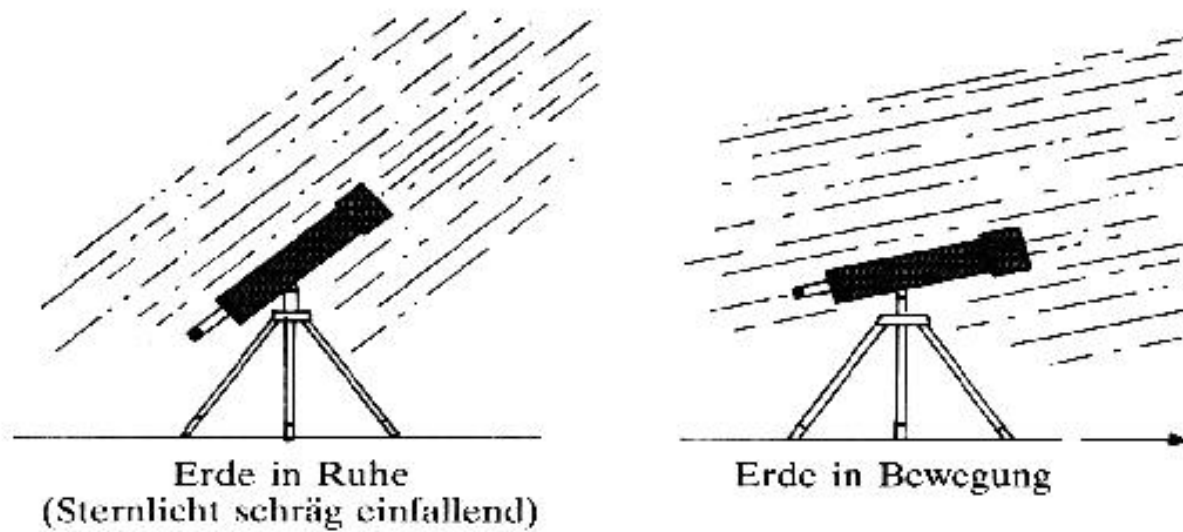
Bradley I



Aus: Banesh Hoffmann, "Einsteins Ideen", Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg (1997).



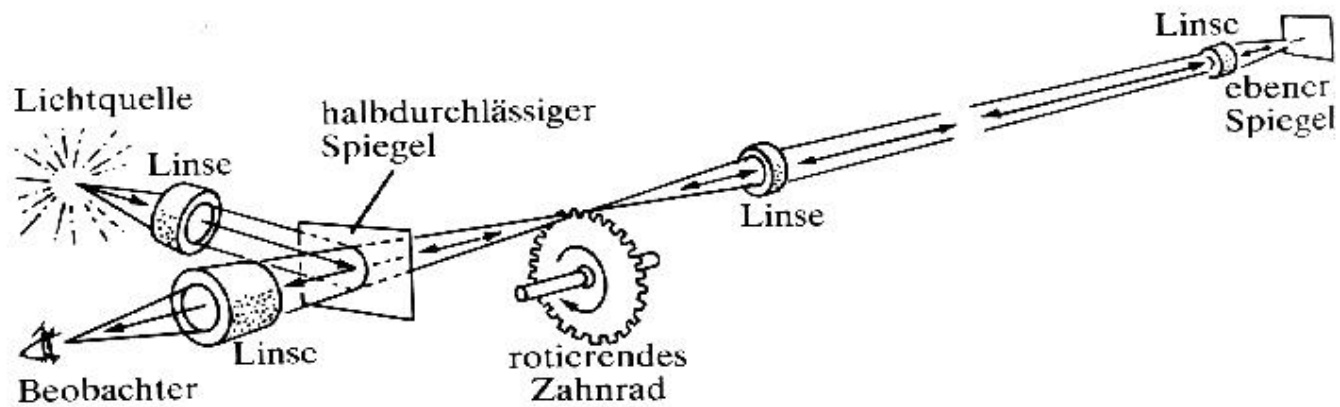
Bradley II



Aus: Banesh Hoffmann, "Einsteins Ideen", Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg (1997).



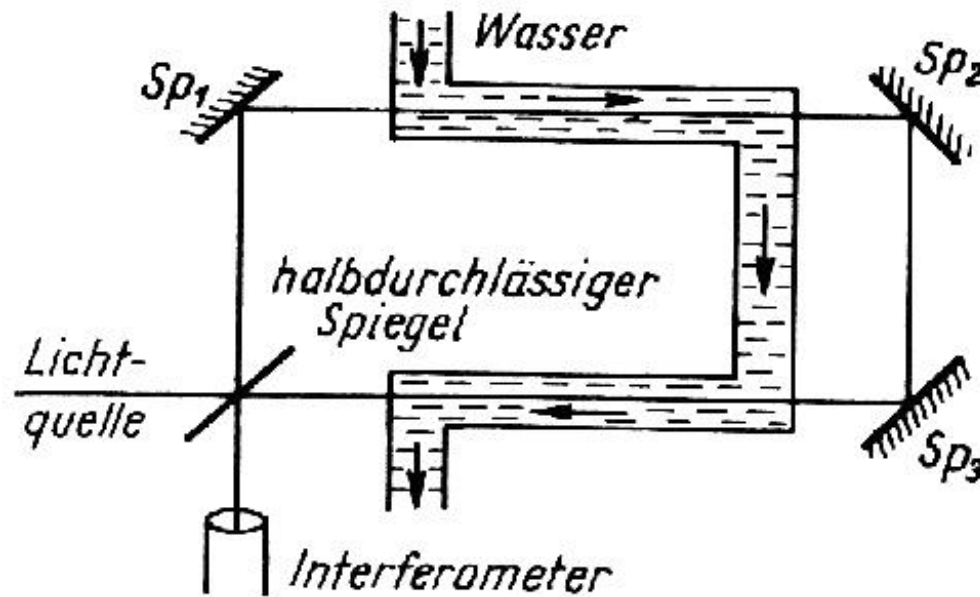
Fizeau I



Aus: Banesh Hoffmann, "Einsteins Ideen", Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg (1997).



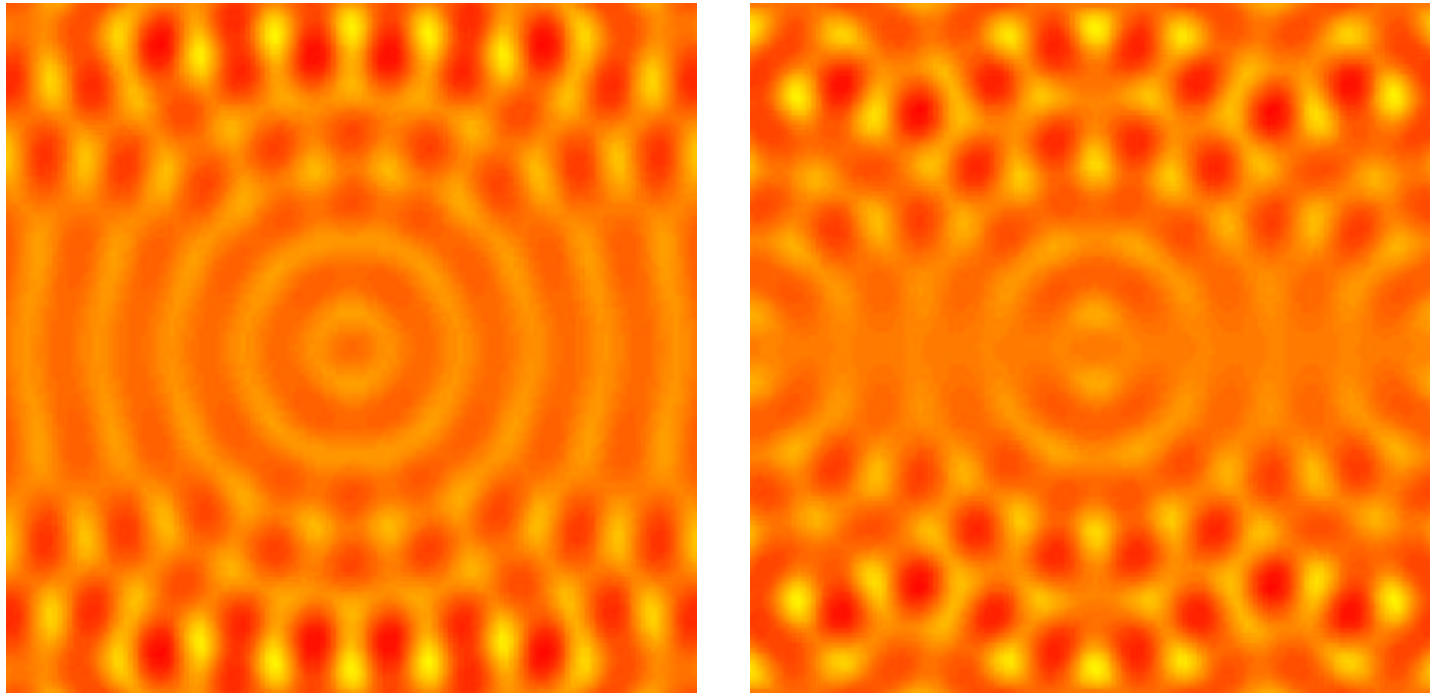
Fizeau II



Aus Károly Simonyi, "Kulturgeschichte der Physik", Akadémiai Kiadó Budapest und Verlag Harry Deutsch Thun/Frankfurt am Main (1990)



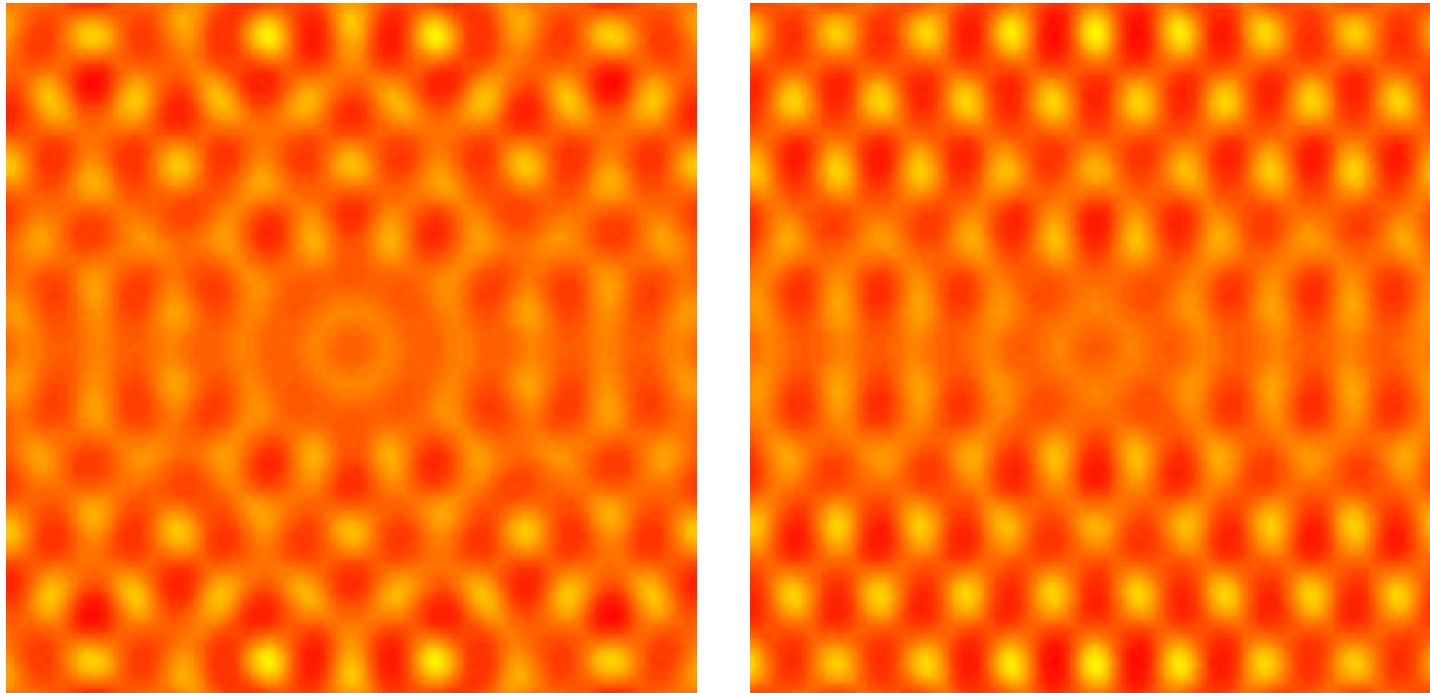
Huygensches Prinzip I



Huygensches Prinzip. Links die Interferenz von 5 Kreiswellen auf einer horizontalen Linie, die 4 mal so lang ist wie die Bildkante. Rechts das gleiche mit 9 Kreiswellen.



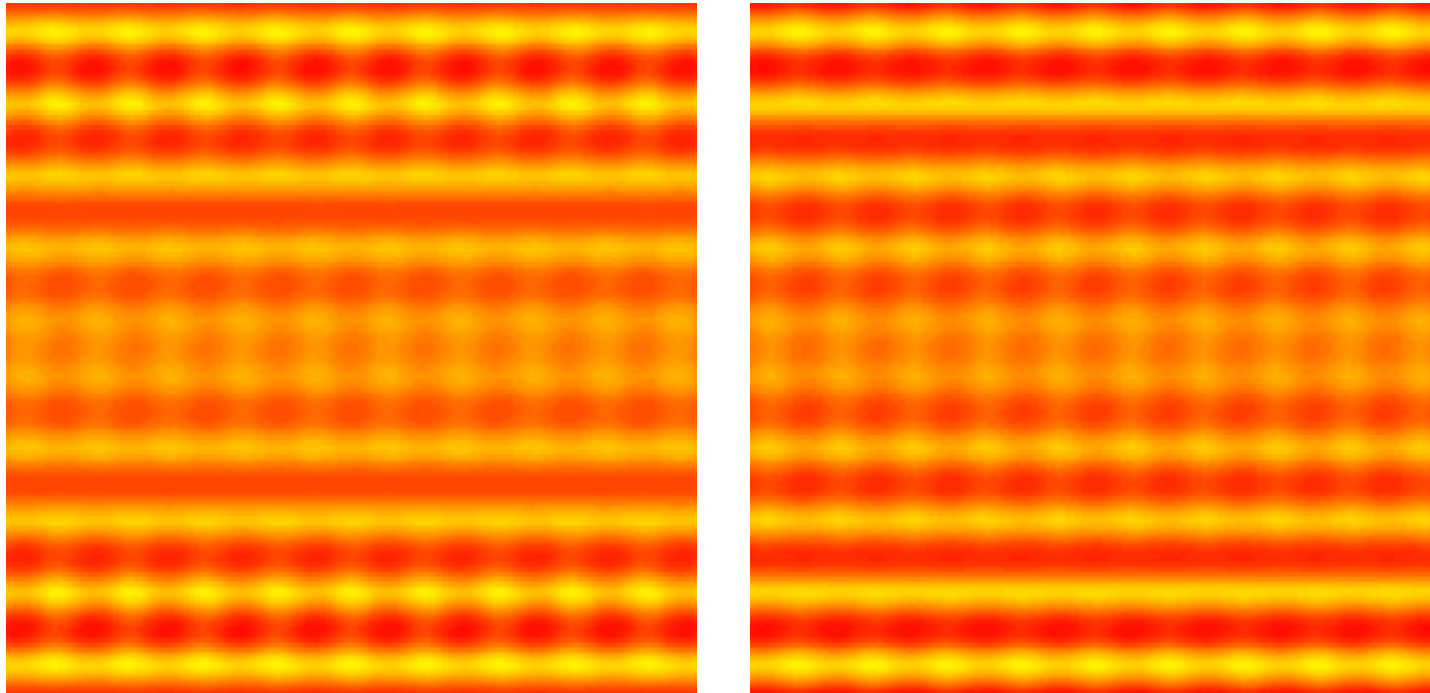
Huygenssches Prinzip II



Huygenssches Prinzip. Links die Interferenz von 17 Kreiswellen auf einer horizontalen Linie, die 4 mal so lang ist wie die Bildkante. Rechts das gleiche mit 33 Kreiswellen.



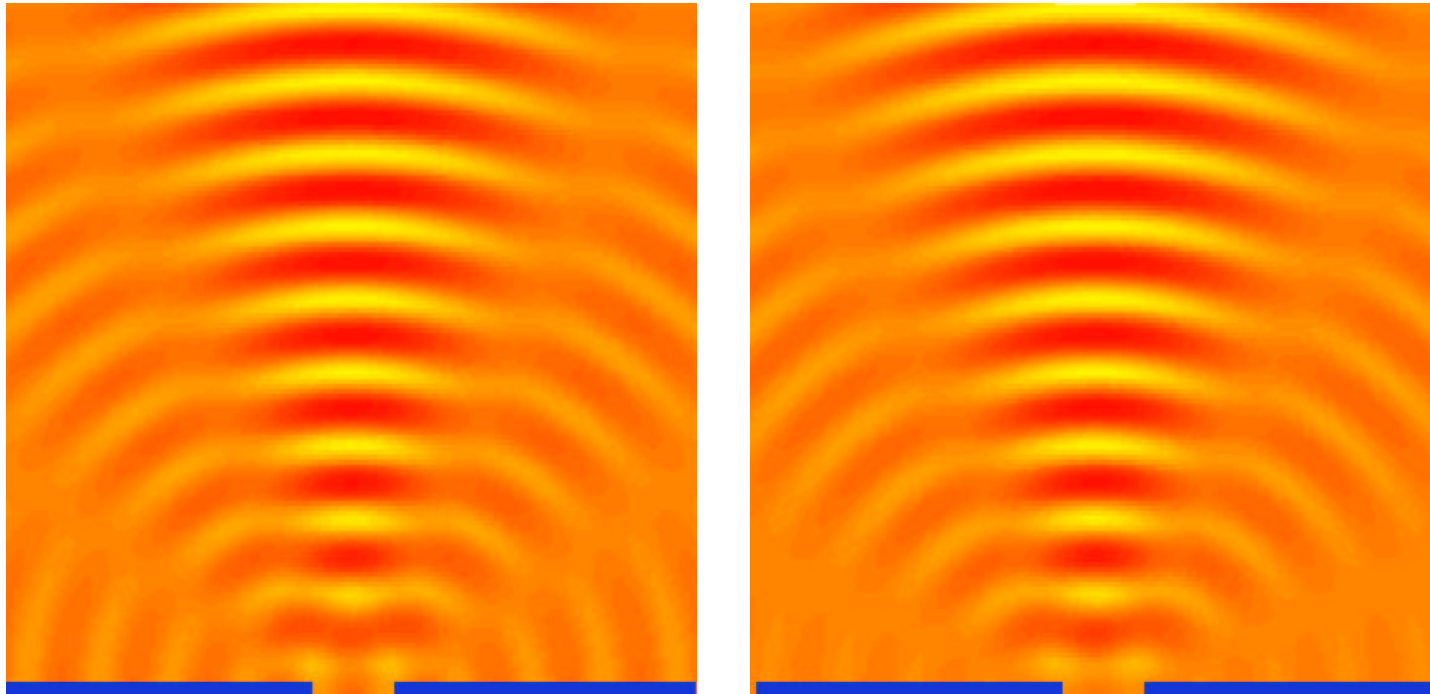
Huygensches Prinzip III



Huygensches Prinzip. Links die Interferenz von 65 Kreiswellen auf einer horizontalen Linie, die 4 mal so lang ist wie die Bildkante. Rechts das gleiche mit 129 Kreiswellen.



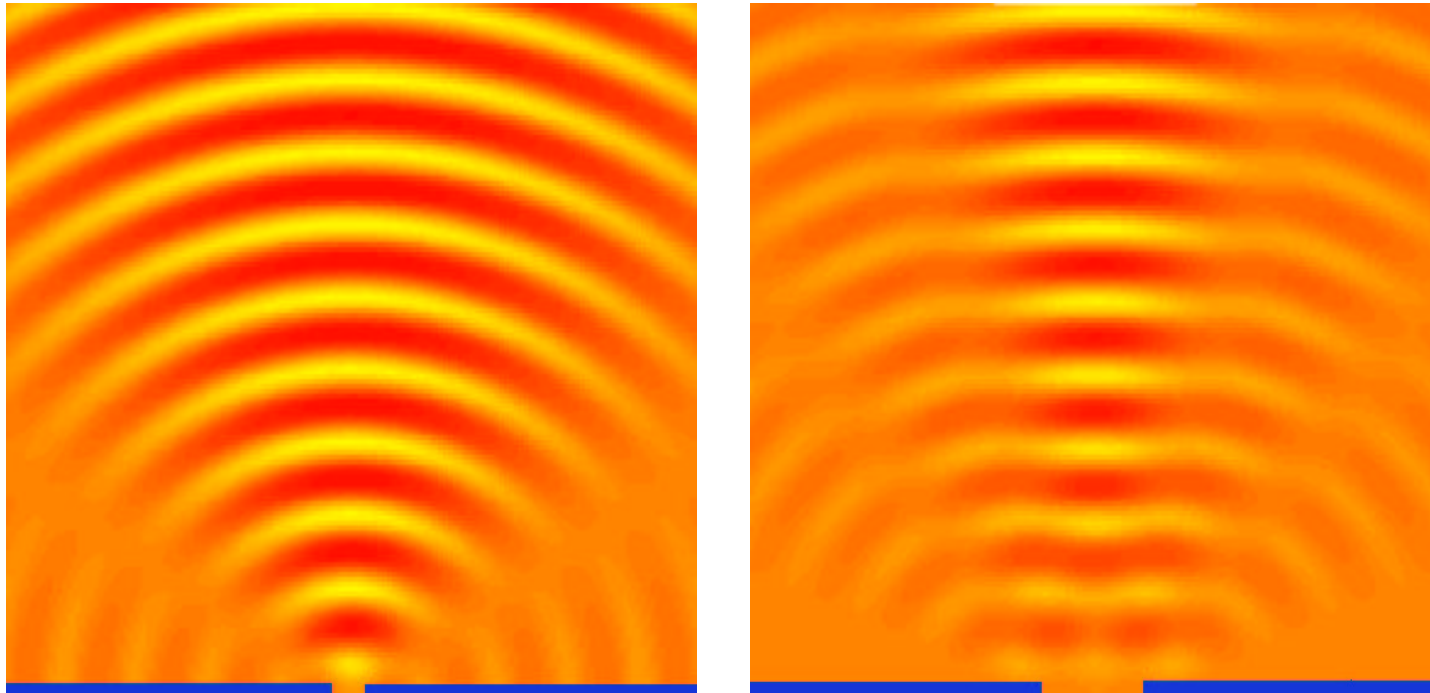
Huygensches Prinzip IV



Huygensches Prinzip. Interferenzmuster an einem Spalt. Links die Interferenz von 5 Kreiswellen auf einer horizontalen Linie im Spalt. Rechts das gleiche mit 9 Kreiswellen.



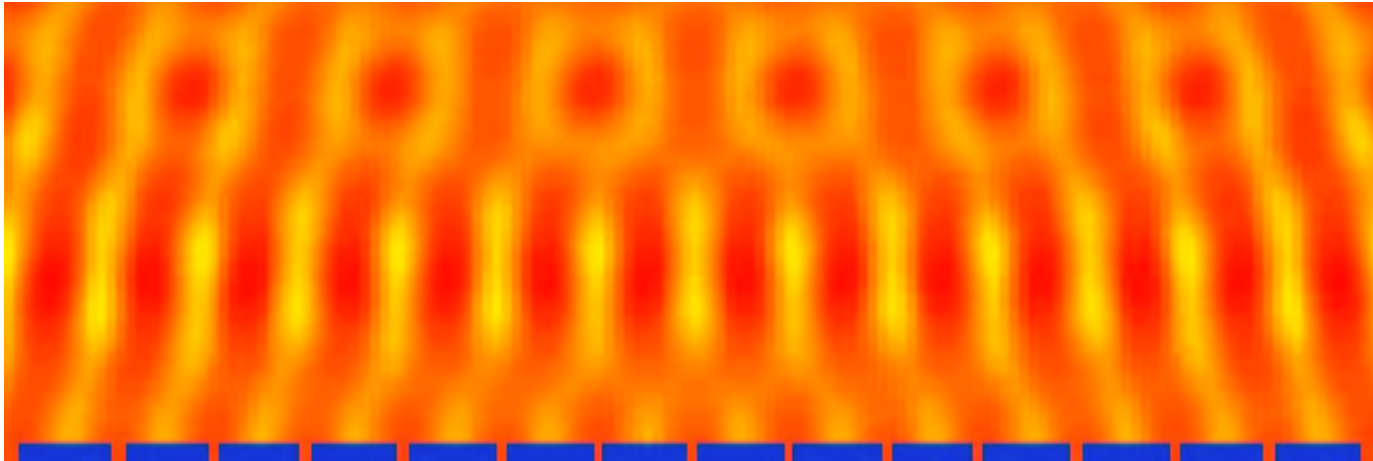
Huygensches Prinzip V



Huygensches Prinzip. Interferenzmuster an einem Spalt. Links das Interferenzmuster bei einer Spaltbreite von 1 Wellenlänge, rechts von 3 Wellenlängen.

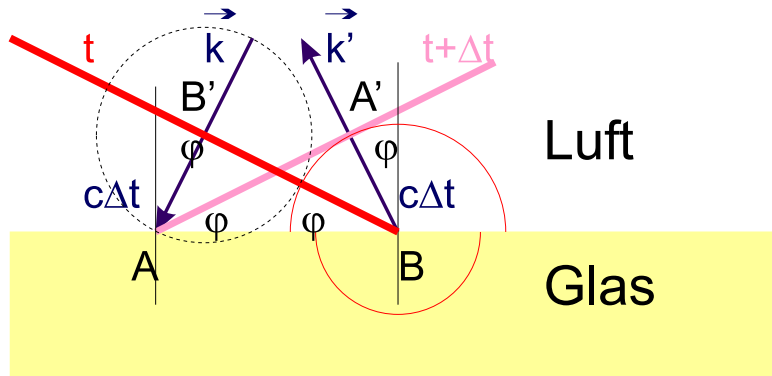


Huygensches Prinzip VI



Huygensches Prinzip. Interferenzmuster an einem Gitter. Die im Bild sichtbare Drehung rührt daher, dass nur eine endliche Anzahl von Gitterschlitzen berücksichtigt wurde.

Reflexion



Geometrie der Reflexion

Ausbreitungsgeschwindigkeit $c_m = \frac{c}{n}$
Bei senkrechtem Einfall ist die Intensität des reflektierten Lichtes (ohne Beweis)

$$I = \left(\frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} \right)^2 I_0 \quad (1)$$

Bei der Reflexion gilt:
Einfallswinkel=Ausfallswinkel

Optisch dichteres Medium

Bei zwei Medien mit unterschiedlichen Brechzahlen heisst dasjenige das **optisch dichtere Medium**, dessen Brechzahl grösser ist.

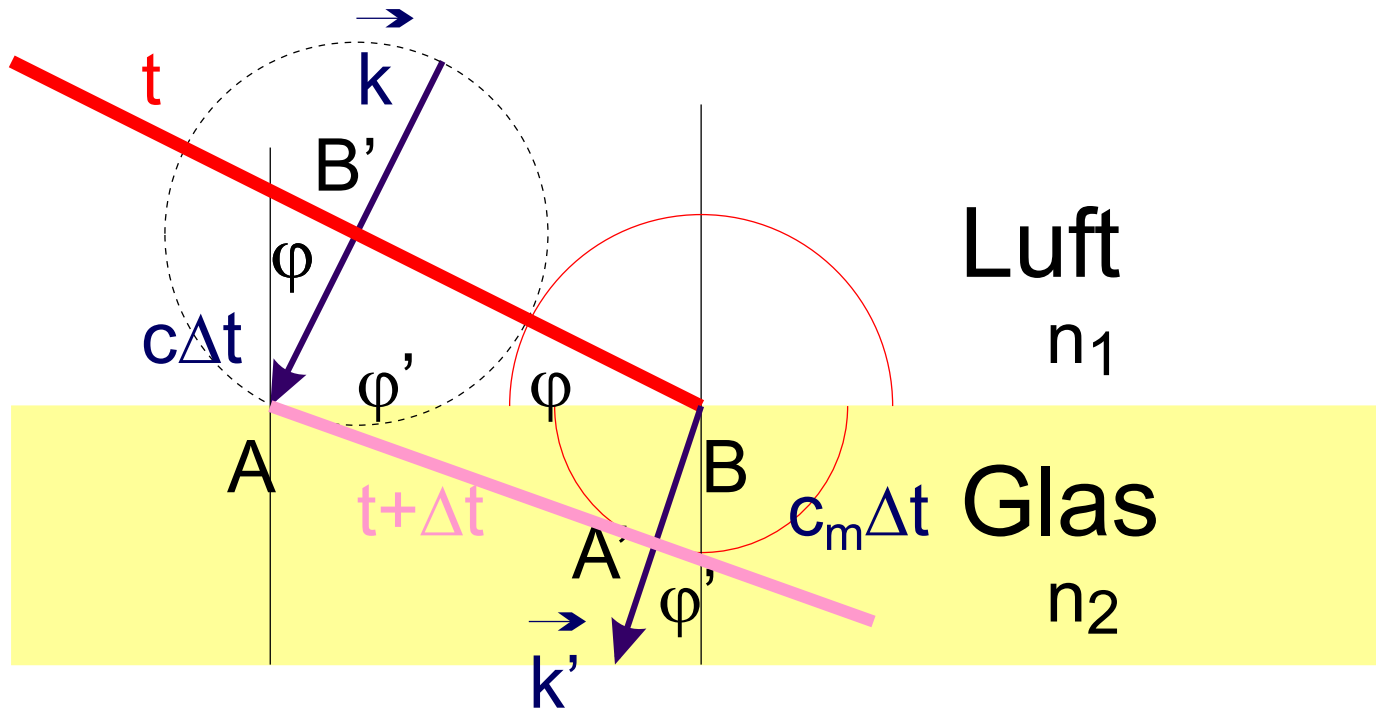


Brechung: Übergang in ein Medium mit einer anderen Brechzahl

Da jede Huygenssche Elementarwelle eine periodische Schwingung mit einer gegebenen Frequenz ν darstellt, ändert sich die Frequenz beim Übergang von einem Medium in das zweite nicht. Da die Ausbreitungsgeschwindigkeit $c_m = c/n$ kleiner ist, gilt für die Wellenlänge.



Brechung



Geometrie der Brechung



Brechzahl, Frequenz und Wellenlänge

$$\lambda_m = \frac{c_m}{\nu} = \frac{c/m}{\nu} = \frac{\lambda}{n} \quad (2)$$

In einem Medium mit einer Brechzahl $n > 1$ ist die Wellenlänge kleiner. So hat rotes Licht $\lambda = 600nm$ in Glas die Wellenlänge $\lambda_m = 400nm$.



Brechung: Weg im Medium

Wir betrachten nun den Weg, den das Licht im Inneren eines Mediums zurücklegt. Wir berücksichtigen, dass die Geschwindigkeit im Medium um den Brechungsindex n kleiner ist. Aus dem rechtwinkligen Dreieck wissen wir, dass

Also gilt

$$\begin{aligned} \overline{AB} \sin \phi &= \overline{AB'} \\ \overline{AB} \sin \phi' &= \overline{BA'} \end{aligned} \quad (3)$$

$$\frac{n_1 c \Delta t}{\sin \phi} = \frac{n_2 c \Delta t}{\sin \phi'} \quad (5)$$

Weiter ist

$$\begin{aligned} \overline{AB'} &= n_1 c \Delta t \\ \overline{BA'} &= n_2 c \Delta t \end{aligned} \quad (4)$$

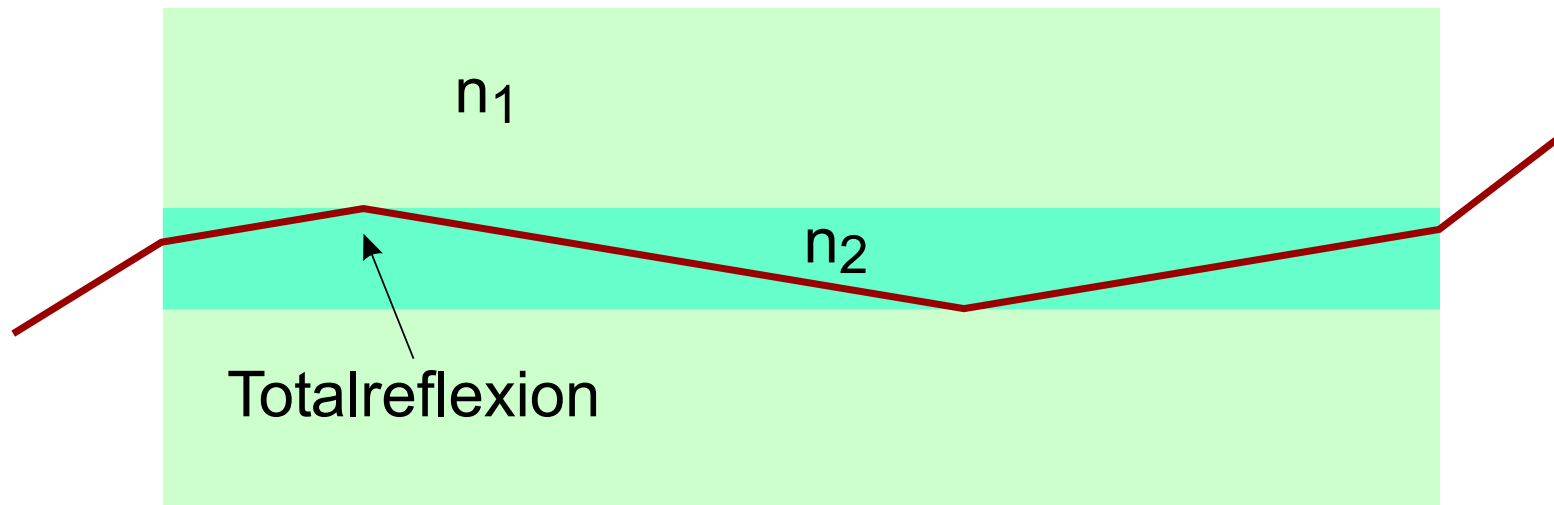
Wir kürzen mit $c \Delta t$ und setzen $\phi = \phi_1$ und $\phi' = \phi_2$ und erhalten das **Snelli-us'sche Brechungsgesetz**.

Brechungsgesetz

$$n_1 \sin \phi_1 = n_2 \sin \phi_2 \quad (6)$$



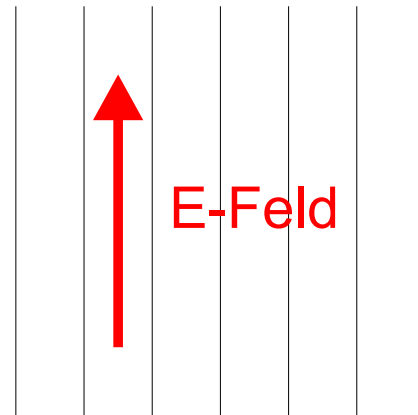
Totalreflexion und optische Kommunikation



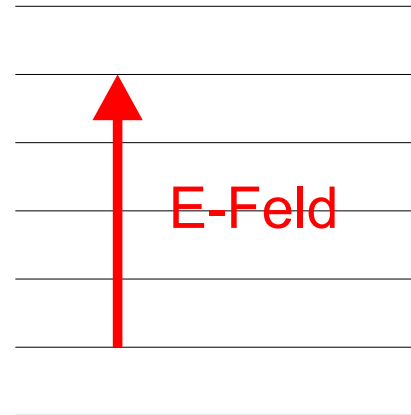
Transport von Licht in einer Stufenindexfaser



Polarisation I



Absorption

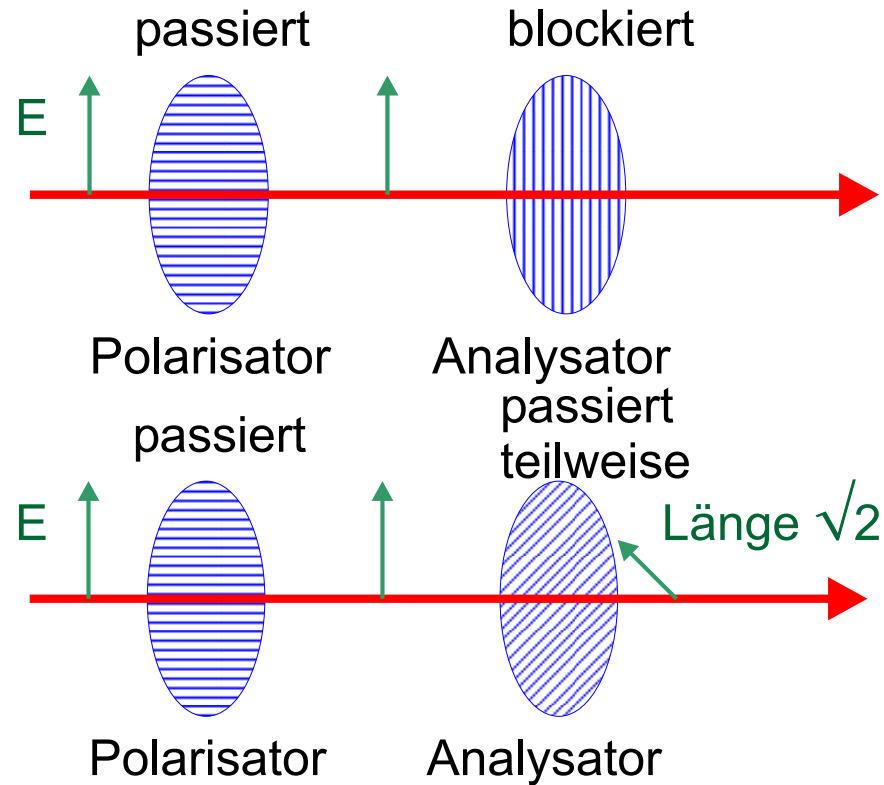


keine Absorption

Polarisation durch Absorption



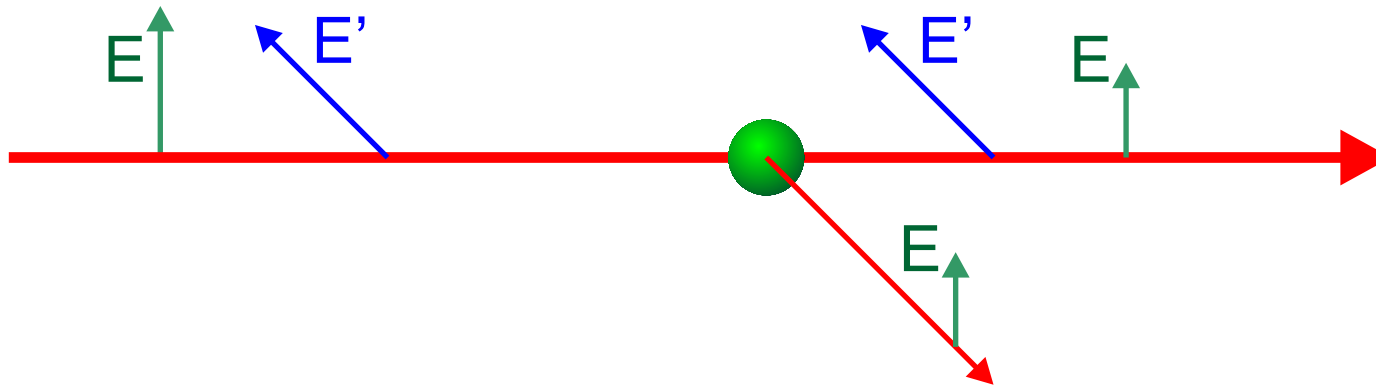
Polarisation II



Licht durch einen Polarisator und einen Analysator mit gekreuzten Polarisationsrichtungen. Darunter die gleiche Anordnung, aber der Analysator ist nun um $\pi/4$ gedreht.



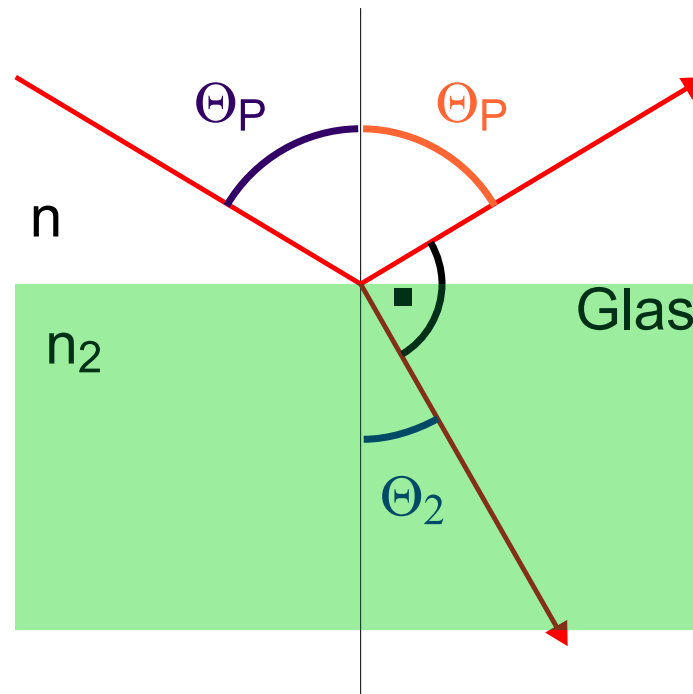
Polarisation III



Polarisation durch Streuung

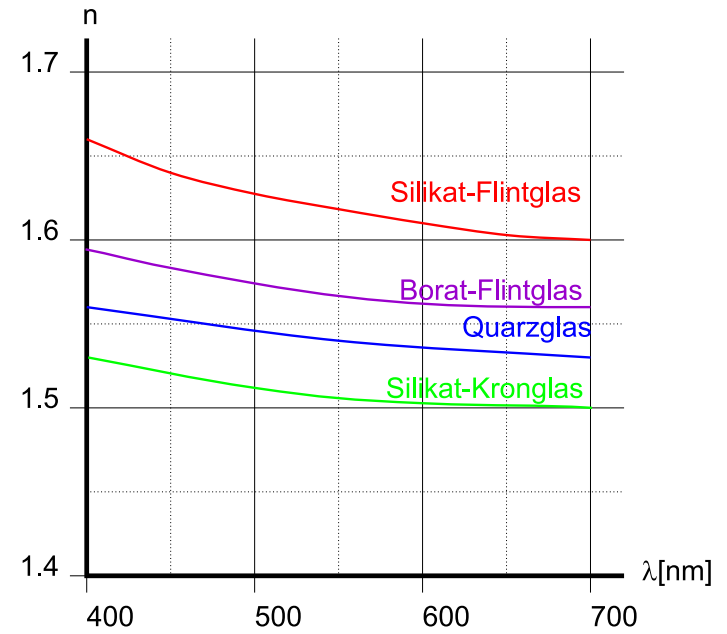
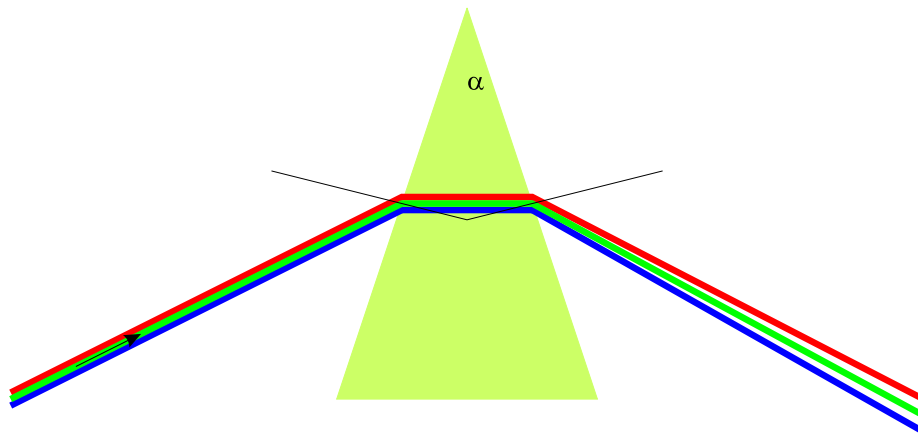


Polarisation IV



Winkel bei der Reflexion unter dem Brewster-Winkel.

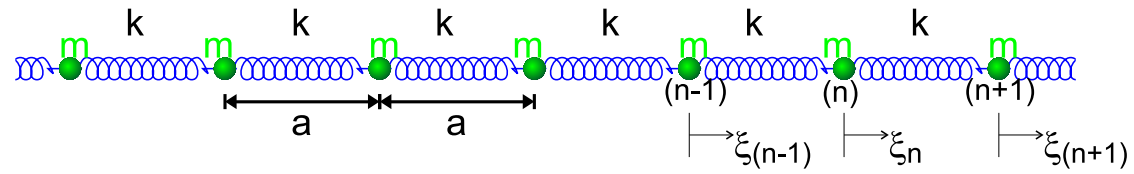
Prismen



Links: Strahlengang durch ein Prisma. Rechts: Dispersion einiger Materialien



Federmodell für Dispersion



Federmodell für die Dispersion nach Känzig.



Fermatsches Prinzip: Reflexion

