

Physik für Maschinenbau

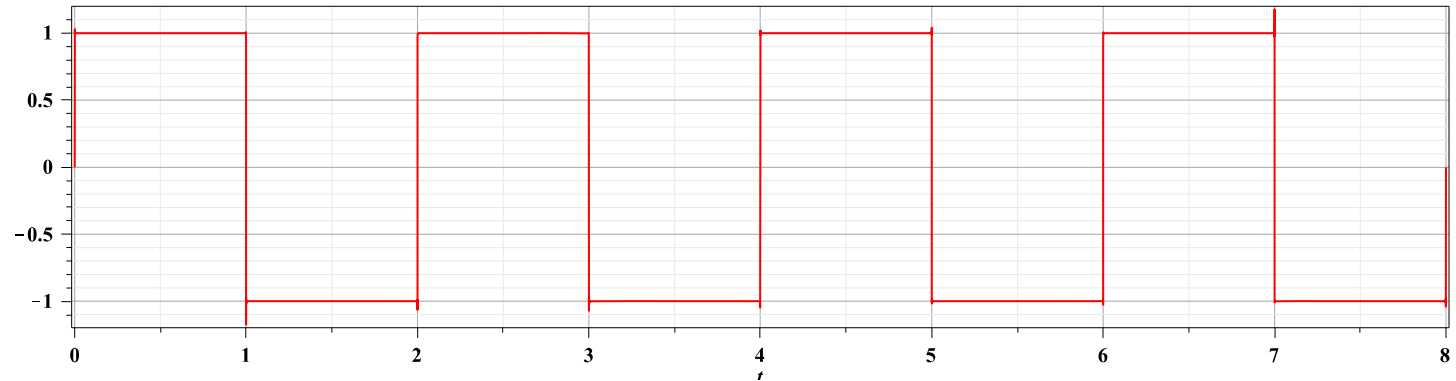
**Dr. Thomas Kirn
RWTH Aachen**

Vorlesung 9

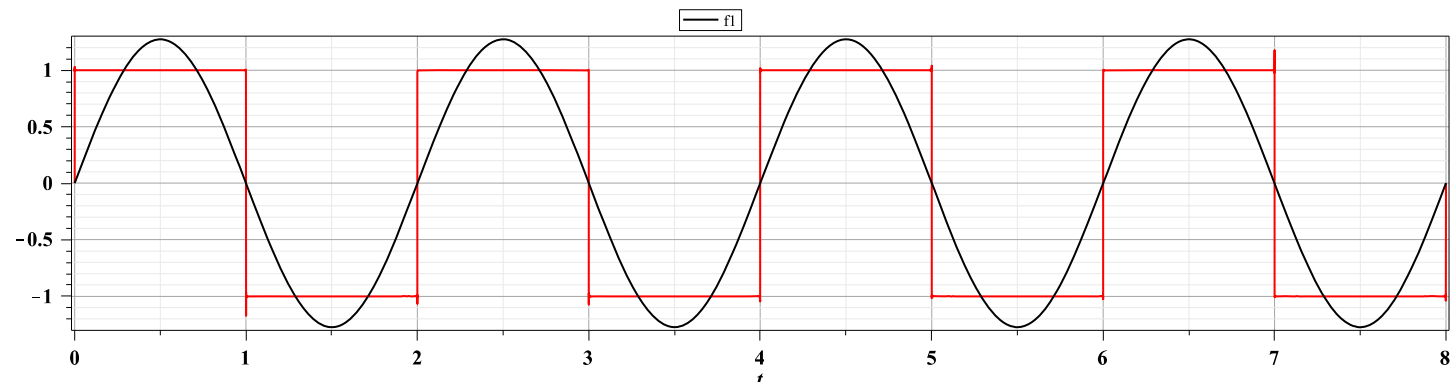
Fourier-Transformation

$h=1$
 $T=2s$
 $\omega=\pi$

Rechteck-Puls



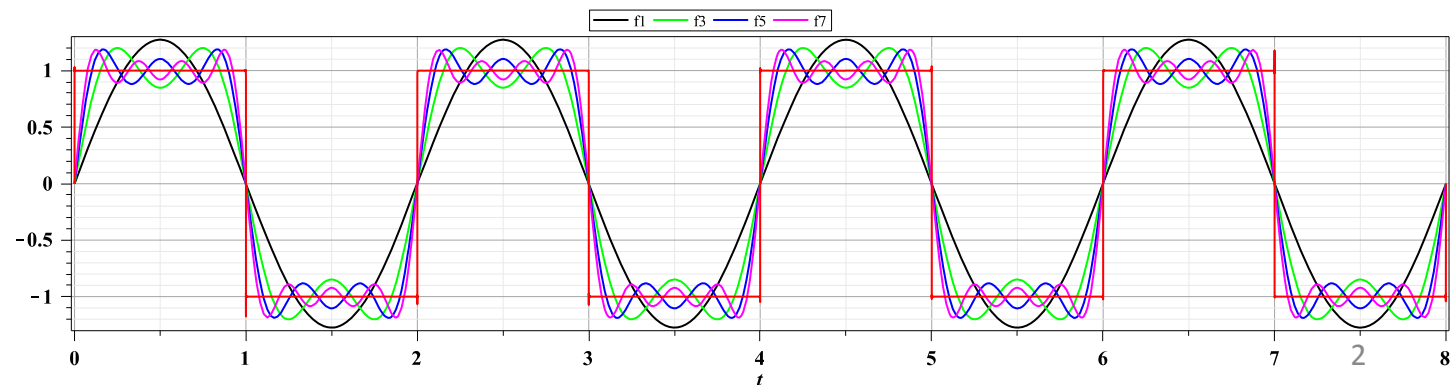
$$f_1 = \frac{4h}{\pi} \sin(\omega \cdot t)$$



$$f_3(t) = f_1(t) + \frac{4h}{\pi} \frac{1}{3} \sin(3 \cdot \omega \cdot t)$$

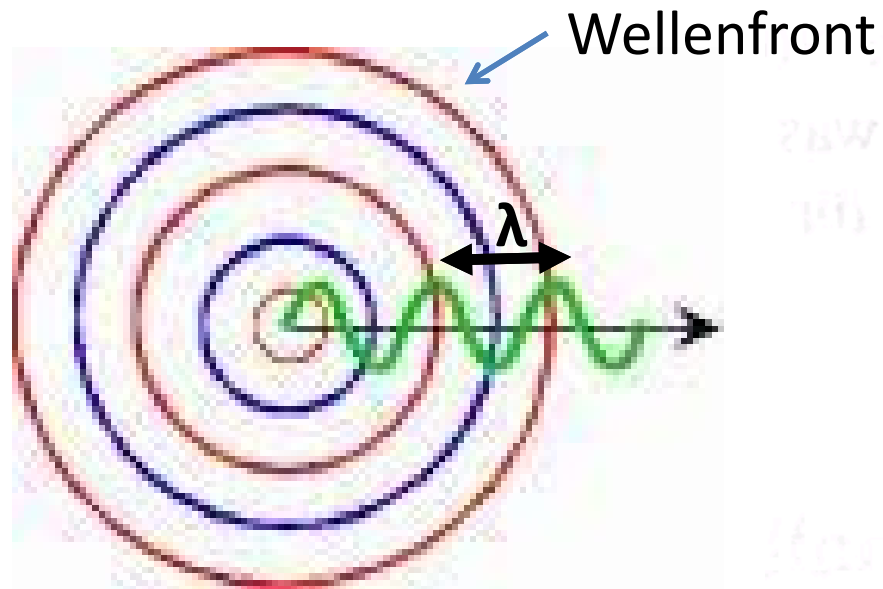
$$f_5(t) = f_3(t) + \frac{4h}{\pi} \frac{1}{5} \sin(5 \cdot \omega \cdot t)$$

$$f_7(t) = f_5(t) + \frac{4h}{\pi} \frac{1}{7} \sin(7 \cdot \omega \cdot t)$$



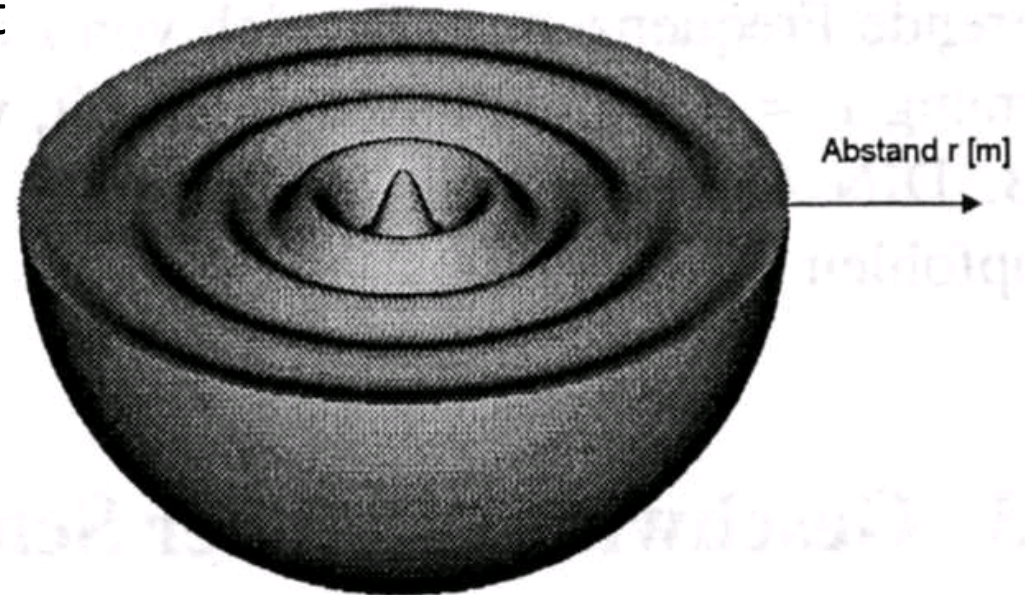
Mehrdimensionale Wellen:

Kreiswellen



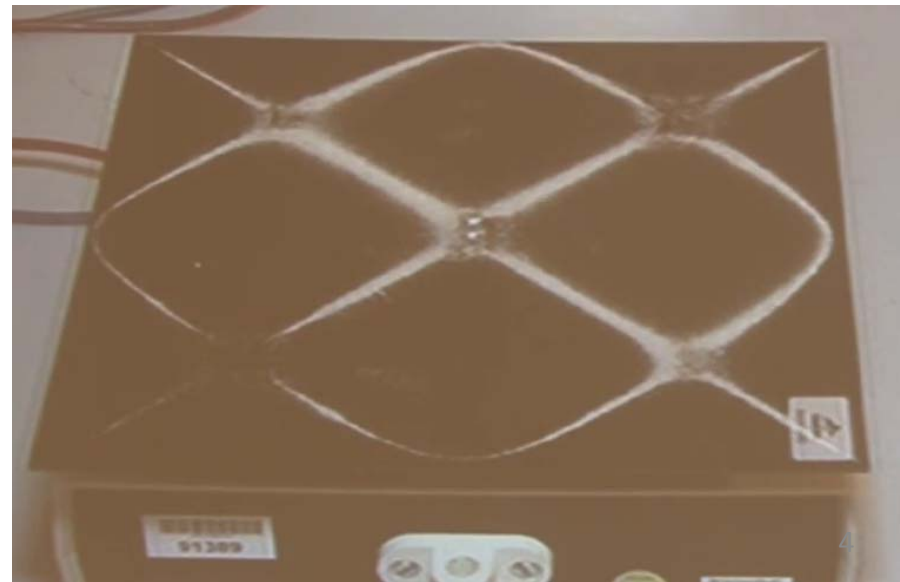
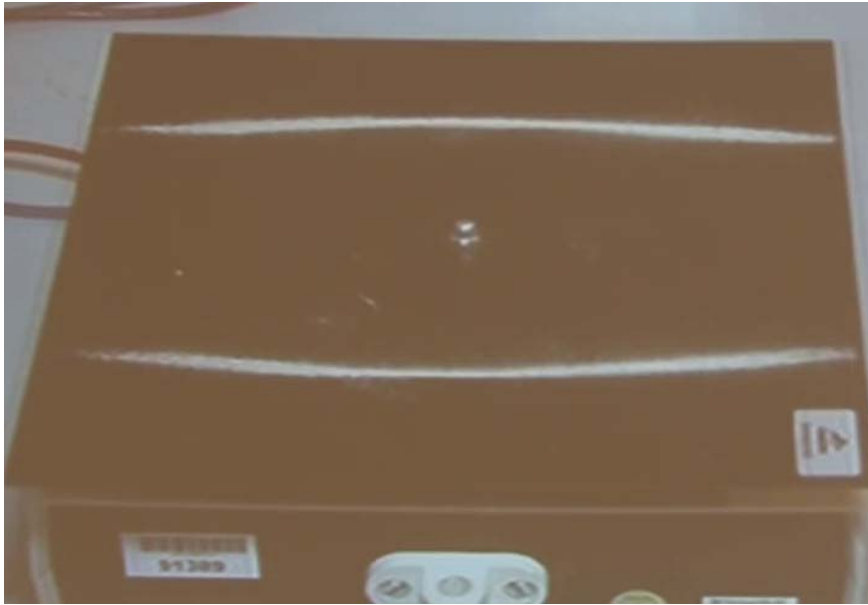
$$s(\vec{r}, t) = \frac{\alpha_0}{\sqrt{|\vec{r}|}} \cdot \cos(\omega t - k \cdot |\vec{r}| + \varphi)$$

Kugelwellen



$$s(\vec{r}, t) = \frac{\alpha_0}{|\vec{r}|} \cdot \cos(\omega t - k \cdot |\vec{r}| + \varphi)$$

Mehrdimensionale Wellen: Chladnische Klangfiguren



Interferenz

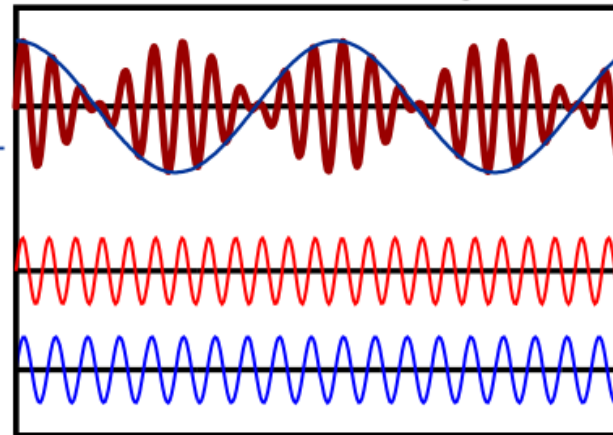
Interferenz mit Schwebung

Interferenz-
muster

Schwebungs-
frequenz

Welle 1

Welle 2



ω_1

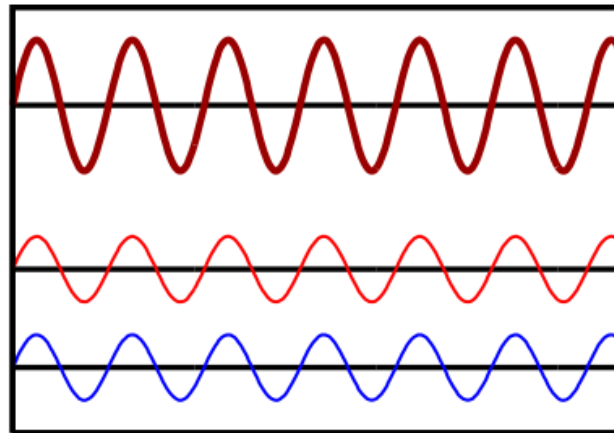
$\omega_2 \neq \omega_1$

konstruktive Interferenz

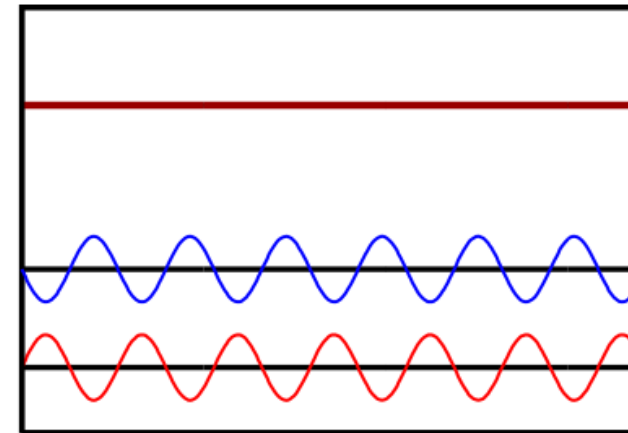
Interferenz-
muster

Welle 1

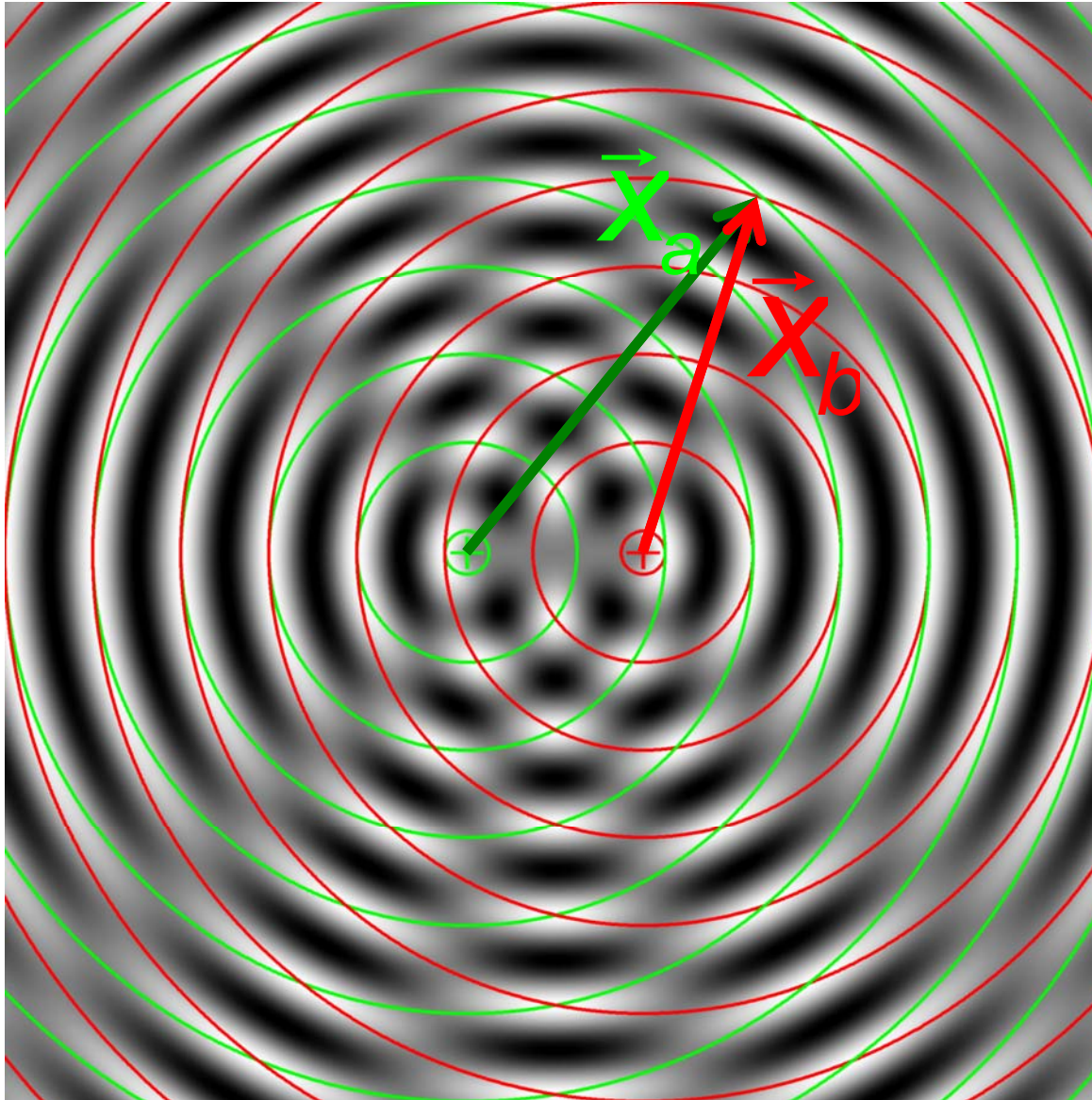
Welle 2



destruktive Interferenz



Interferenz



Destruktive Interferenz:

$$|\vec{x}_a| - |\vec{x}_b| = \left(n + \frac{1}{2}\right) \cdot \lambda$$

Konstruktive Interferenz:

$$|\vec{x}_a| - |\vec{x}_b| = n \cdot \lambda$$

$$n = 0, 1, 2, \dots$$

Beugung am Hindernis, Huygens-Prinzip



14. April 1629 ;
† 8. Juli 1695

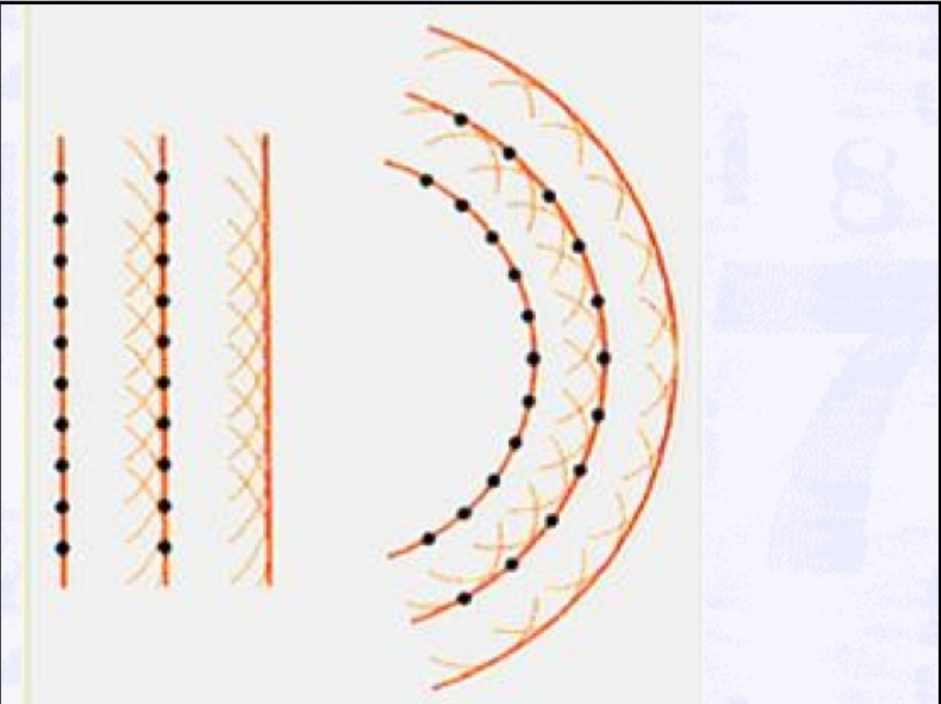
Christiaan Huygens
niederländischer Astronom,
Mathematiker und Physiker.



Prinzip von Huygens

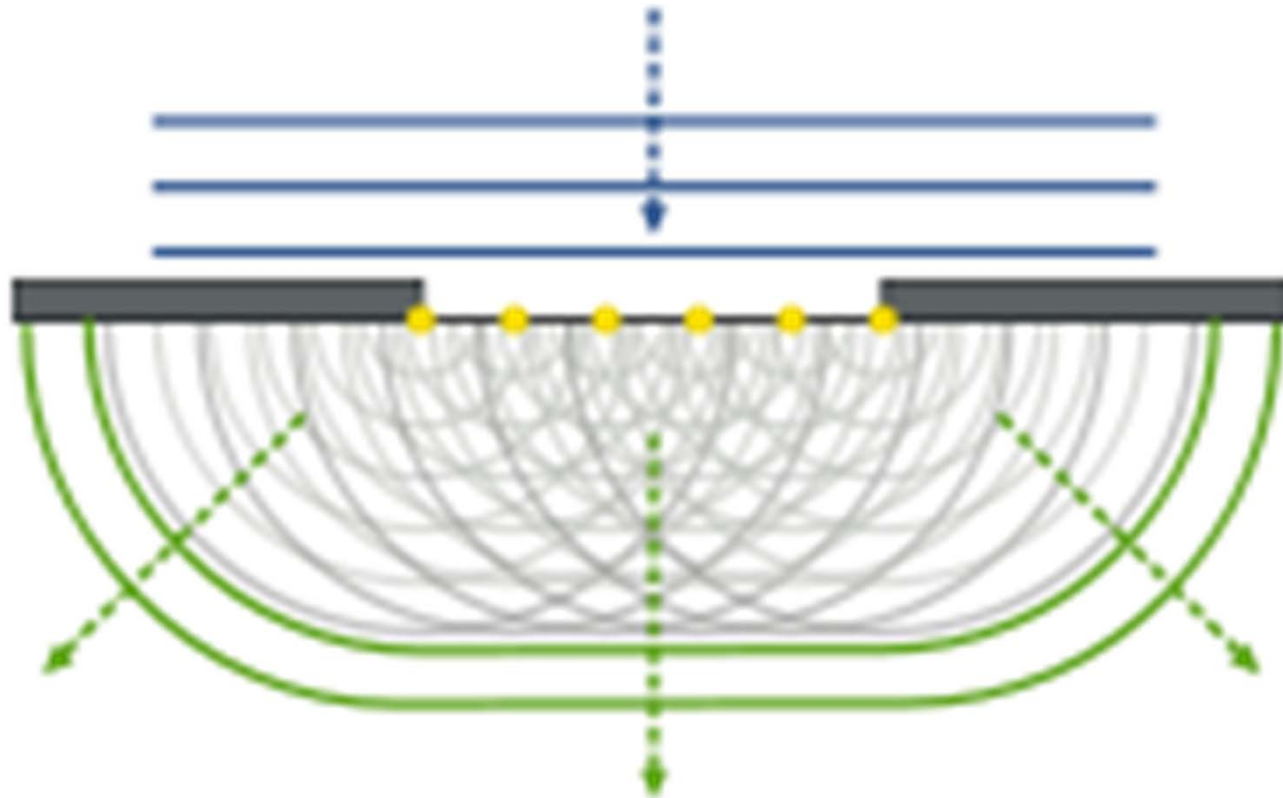
Eine Welle breitet sich dadurch aus, dass von jedem ihrer Punkte eine neue, kugelförmige Elementarwelle ausgeht. Die Einhüllende aller Elementarwellen der alten Welle ergibt die Welle zu einem späteren Zeitpunkt

Die **Kugelwelle** ist eine sich gleichmäßig in alle Raumrichtungen in streng konzentrischen Wellenfronten ausbreitende Welle (z.B.: Schallwelle).



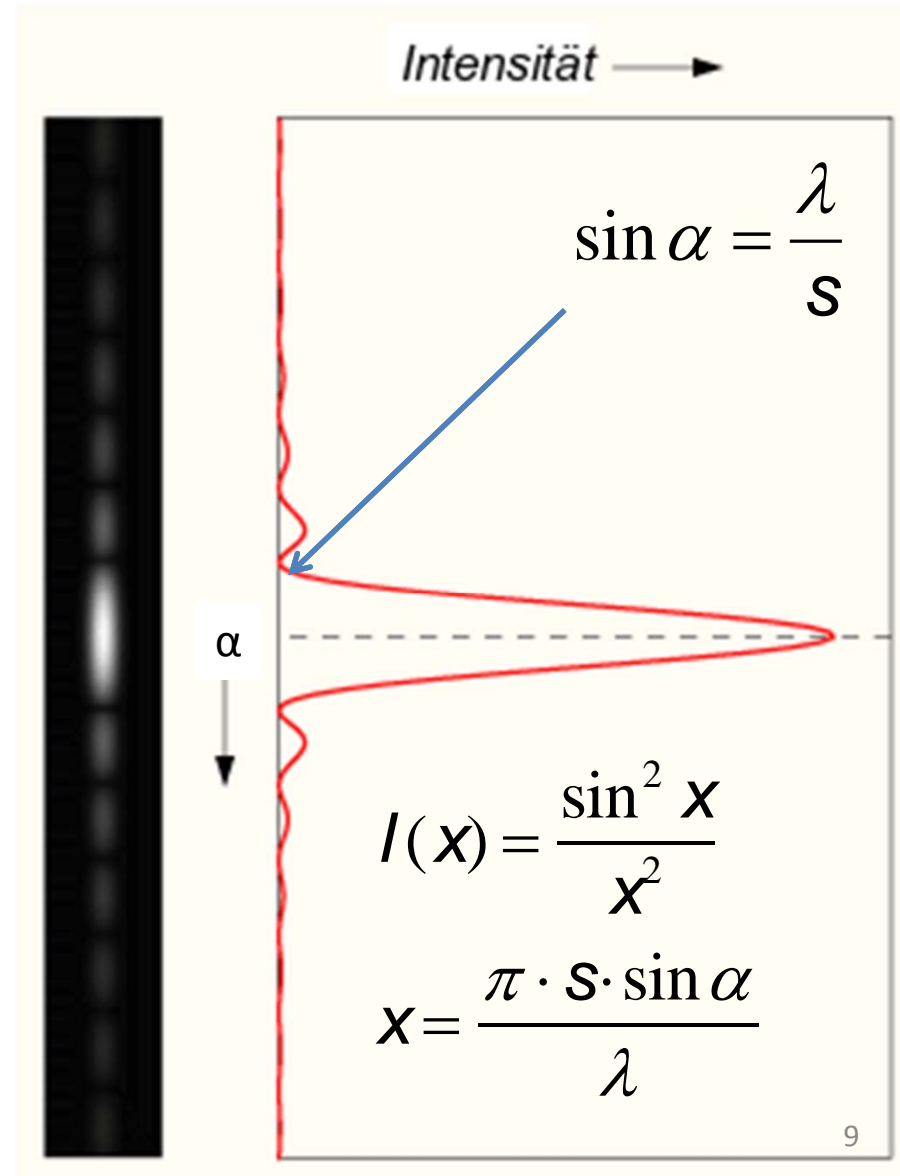
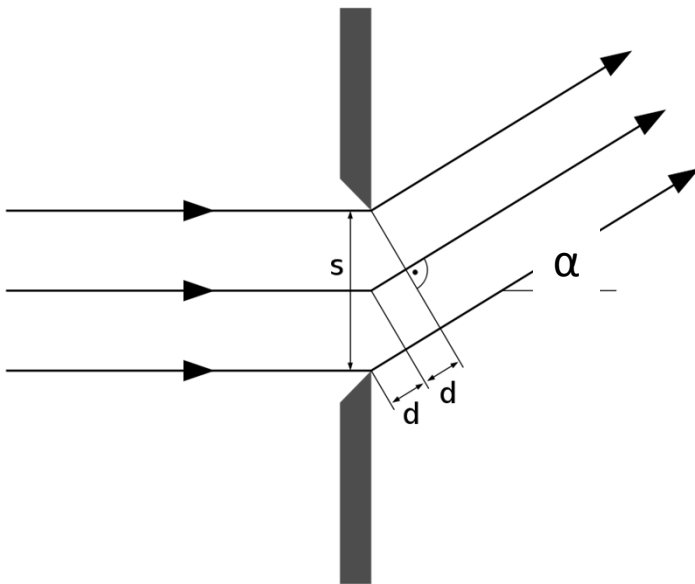
Beugung am Spalt

Versuch mit Wellenwanne, Beugung am Spalt



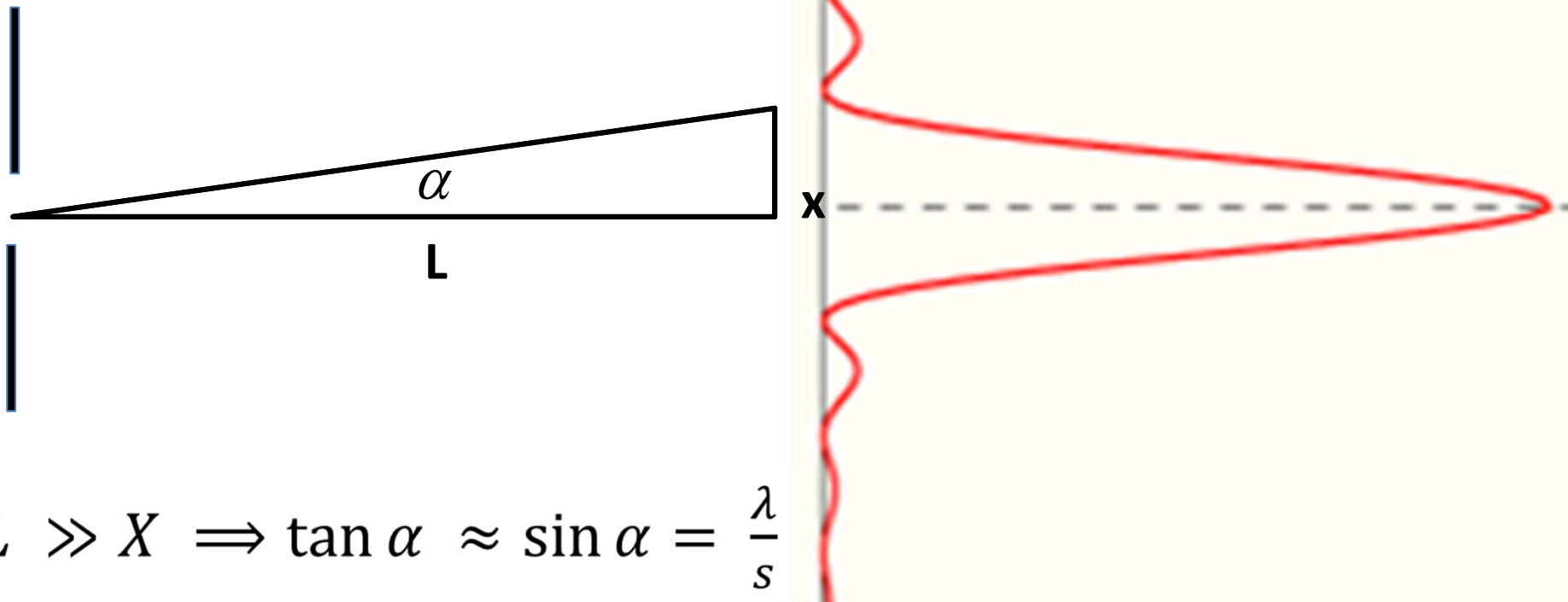
Versuch: Laser Beugung am Spalt

Versuch mit Laser, Beugung am Spalt



Spaltbreite bestimmen

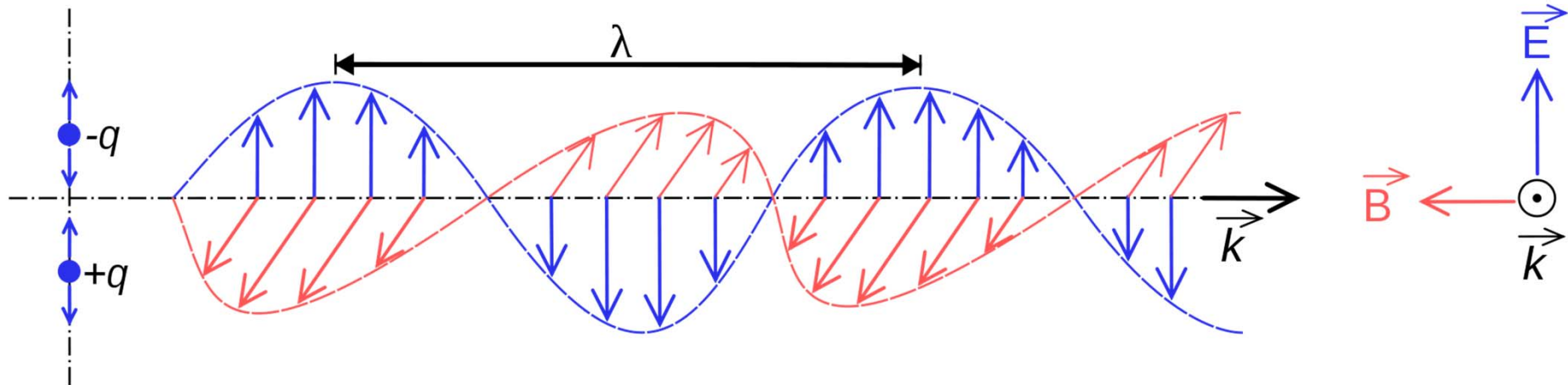
$$\tan \alpha = \frac{X}{L}$$



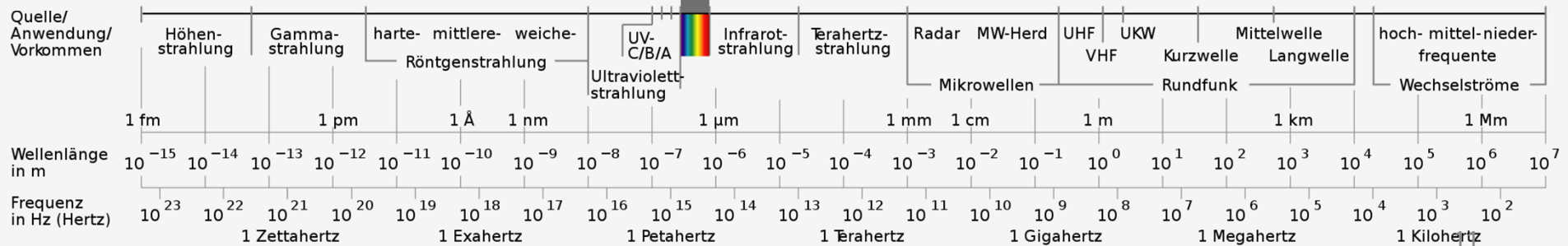
$$L \gg X \Rightarrow \tan \alpha \approx \sin \alpha = \frac{\lambda}{s}$$

$$\frac{X}{L} = \frac{\lambda}{s} \Rightarrow s = \lambda \cdot \frac{L}{X}$$

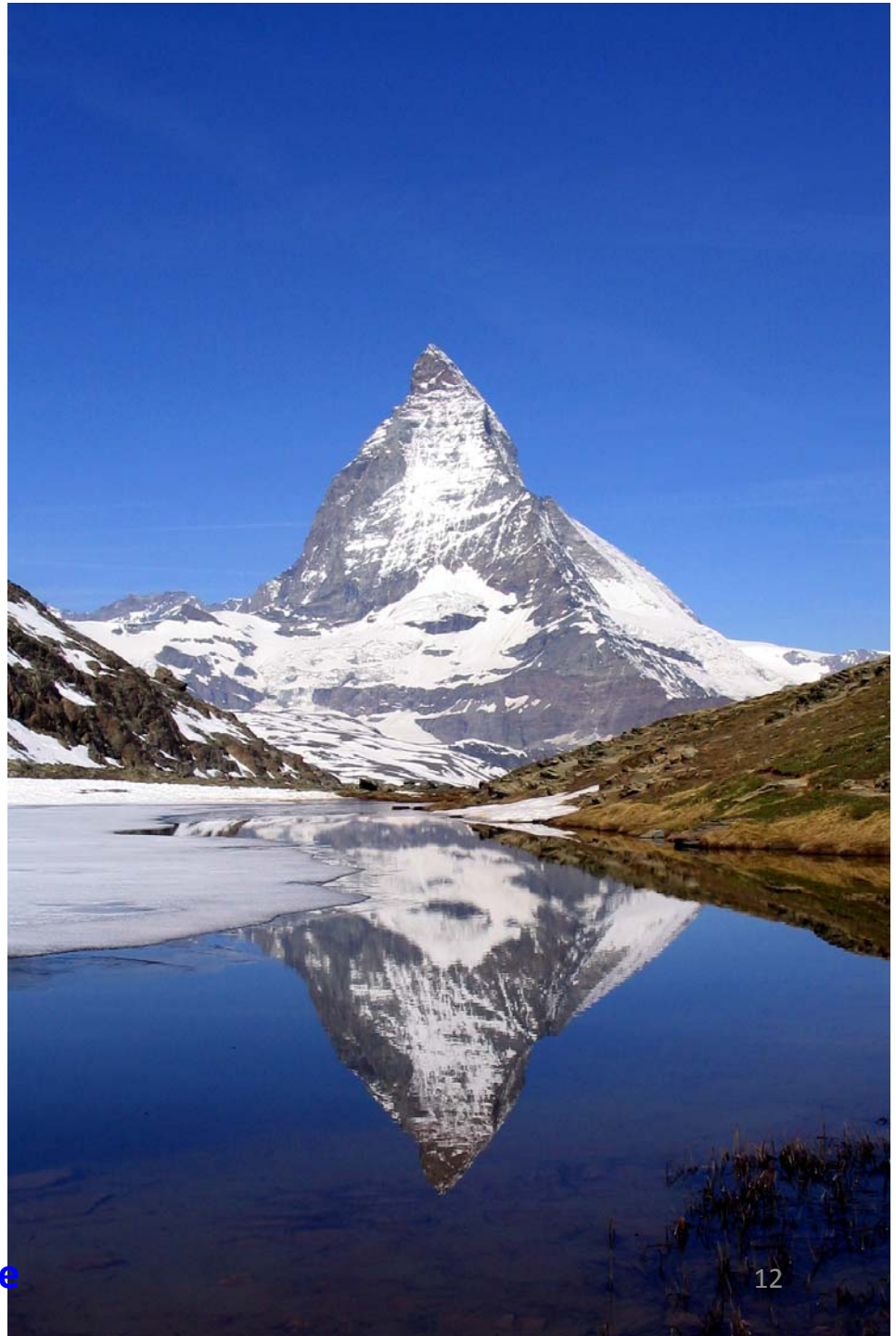
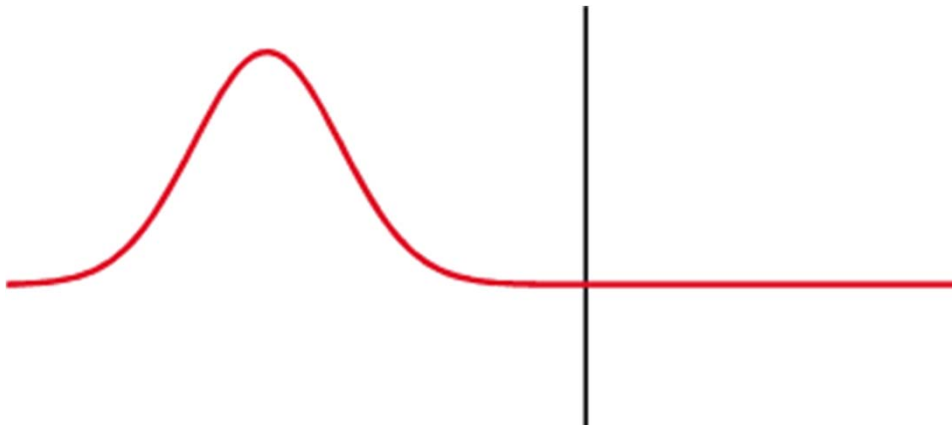
Elektromagnetische Wellen



Das für den Menschen sichtbare Spektrum (Licht)

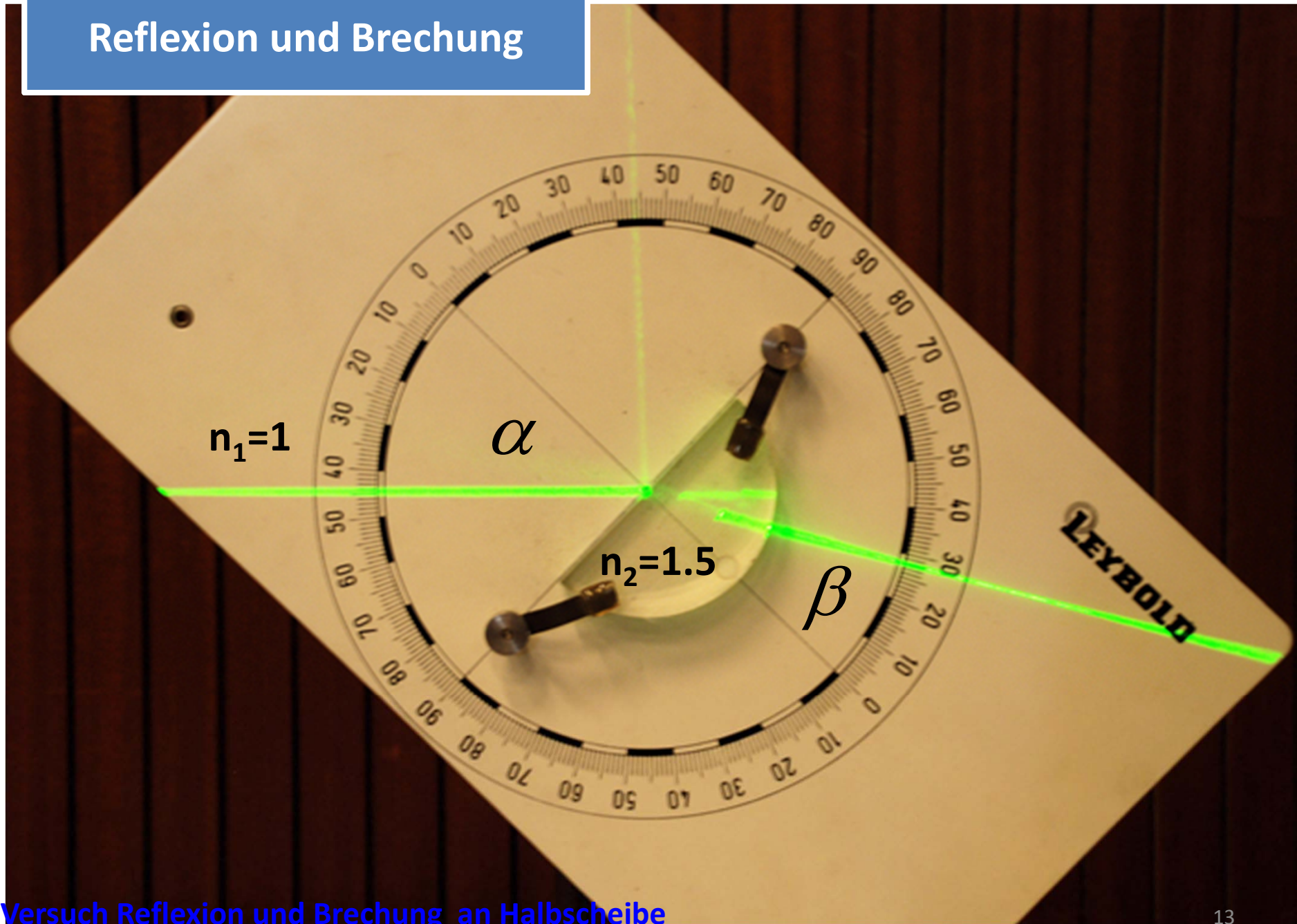


Reflexion und Brechung



Versuch Reflexion und Brechung an Halbscheibe

Reflexion und Brechung



Fermatsches Prinzip

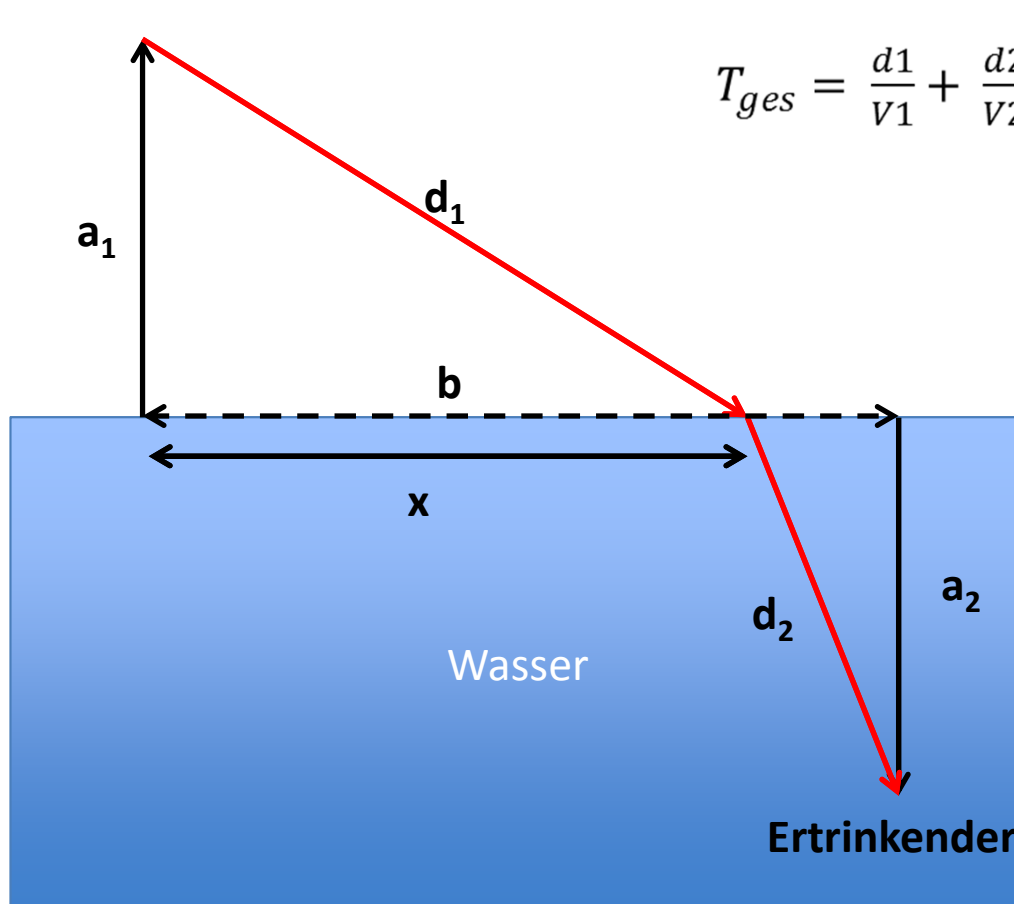


Pierre de Fermat (1607-1665) war ein französischer Mathematiker und Jurist.

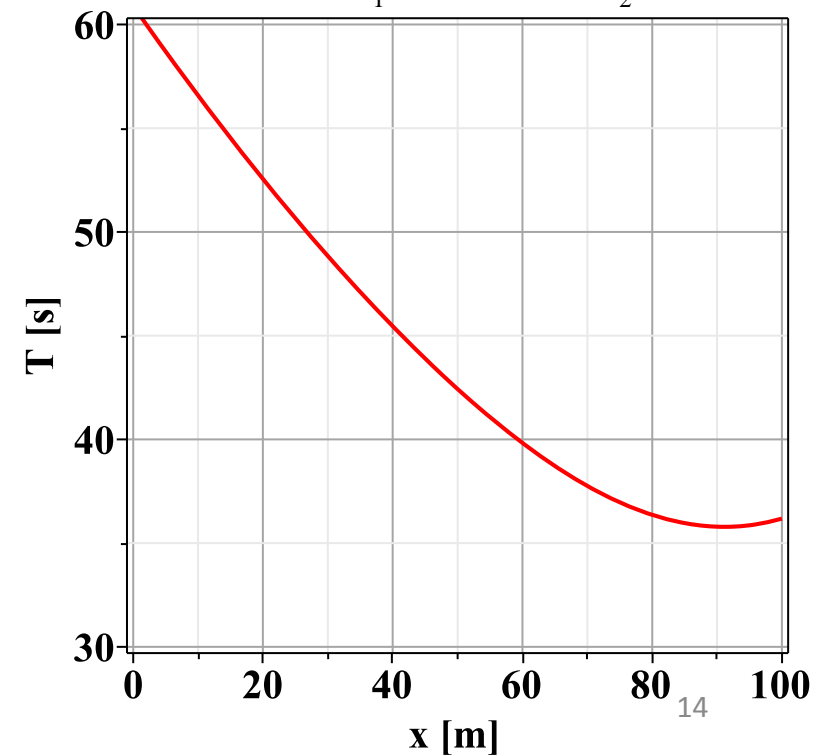
Fermatsches Prinzip:

Licht nimmt immer den schnellsten Weg von einem Punkt zum anderen

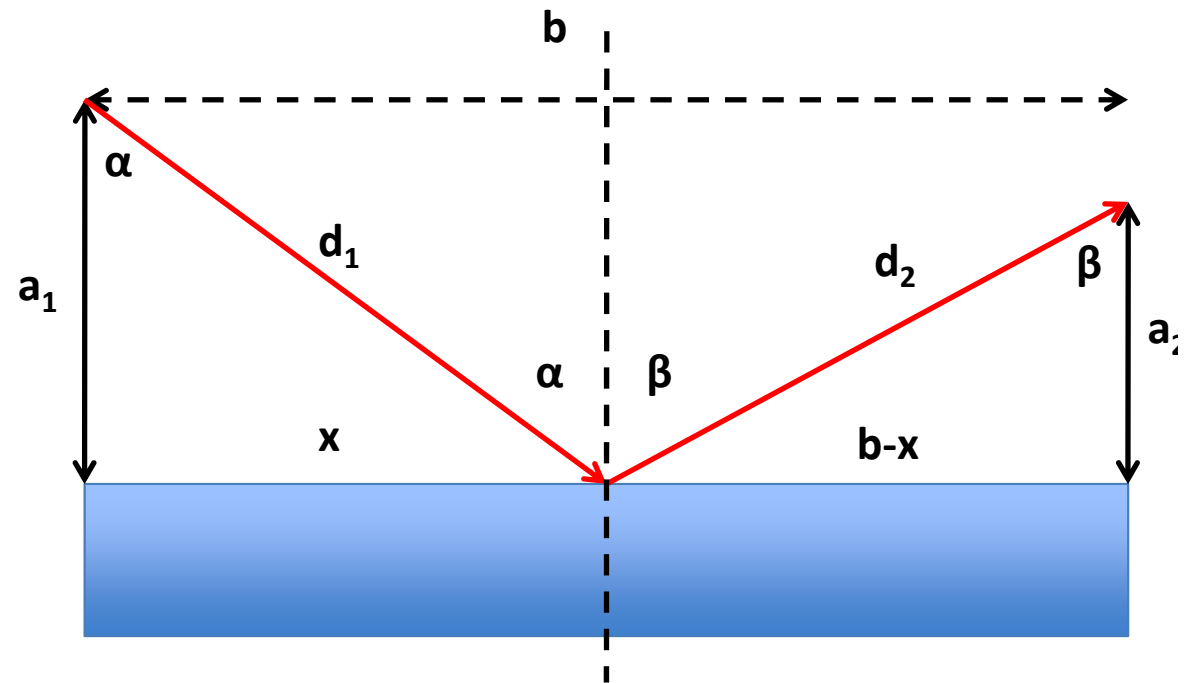
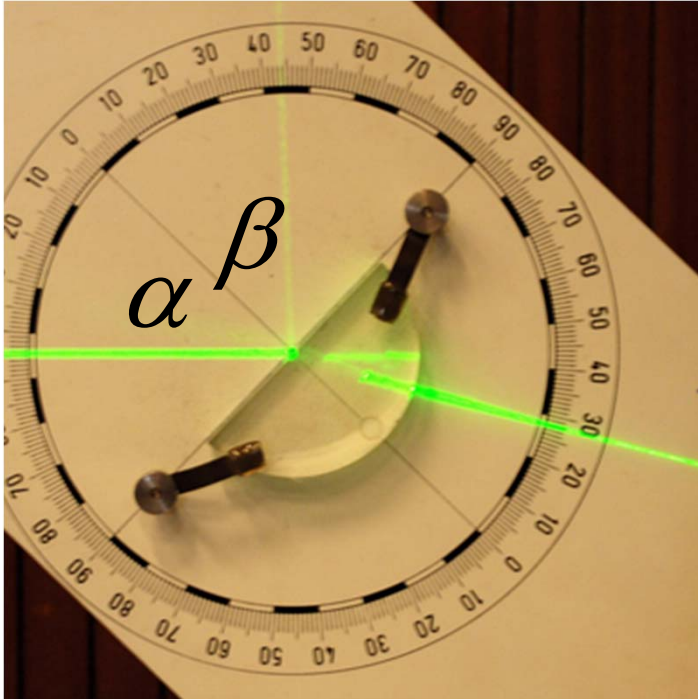
Bademeister



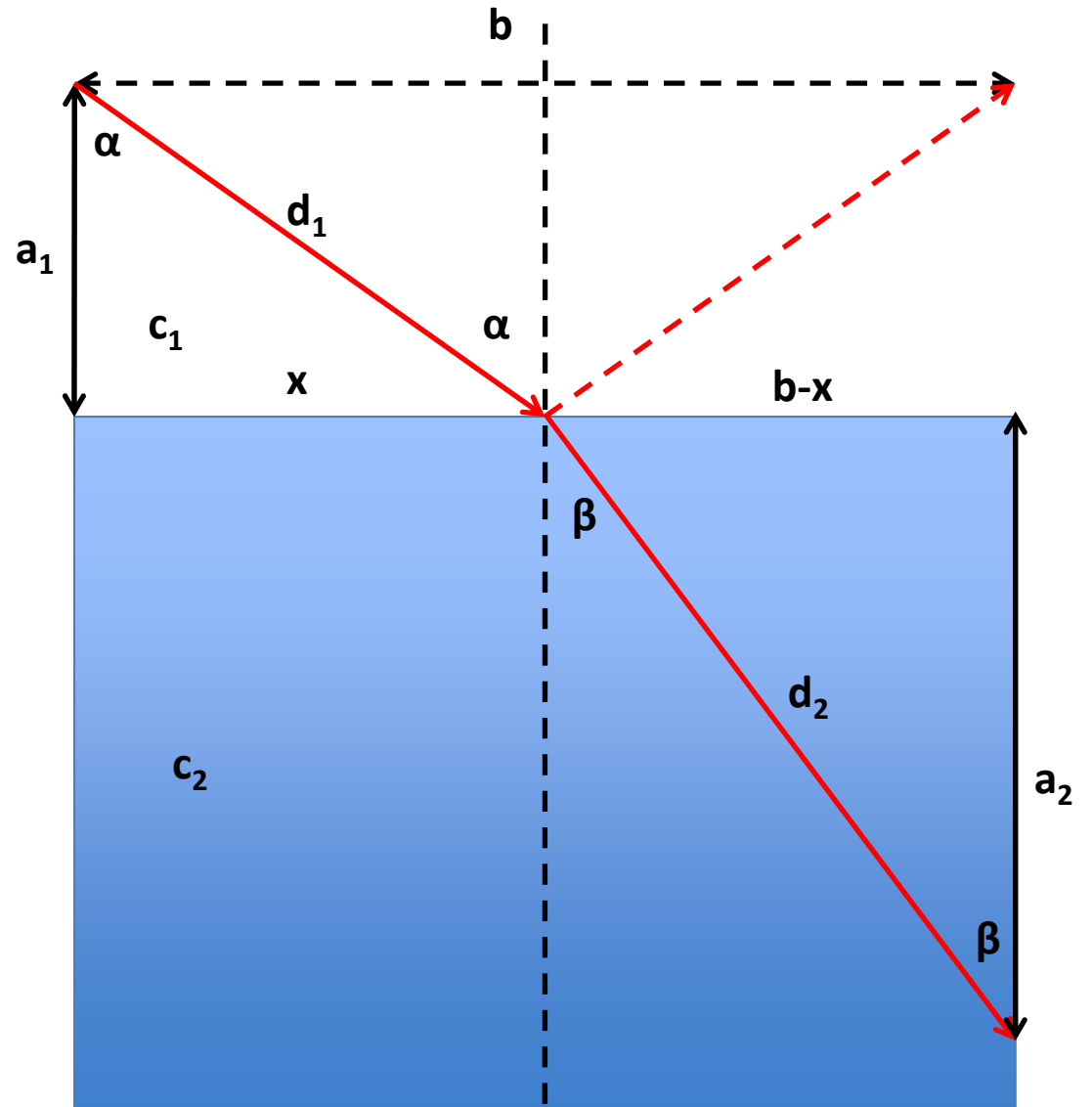
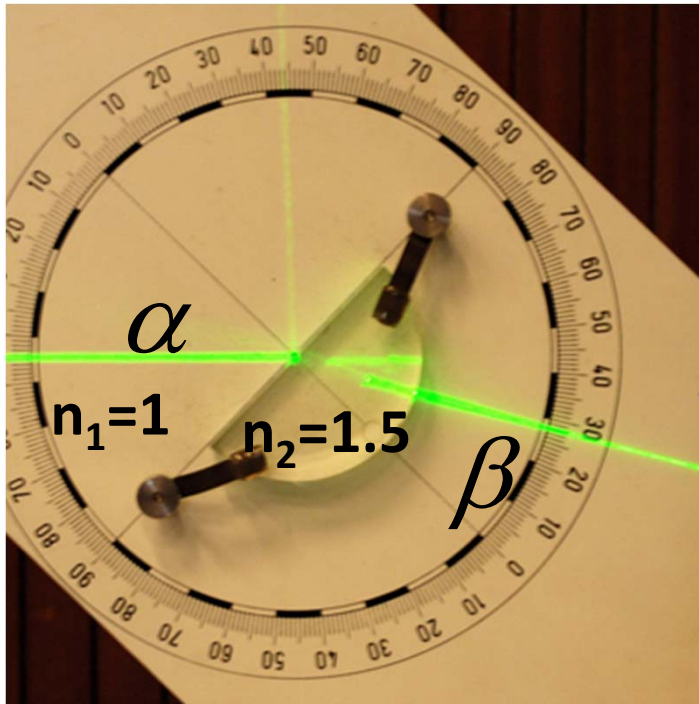
$$T_{ges} = \frac{d_1}{v_1} + \frac{d_2}{v_2} \Rightarrow T_{ges} = \frac{\sqrt{a_1^2 + x^2}}{v_1} + \frac{\sqrt{a_2^2 + (b-x)^2}}{v_2}$$



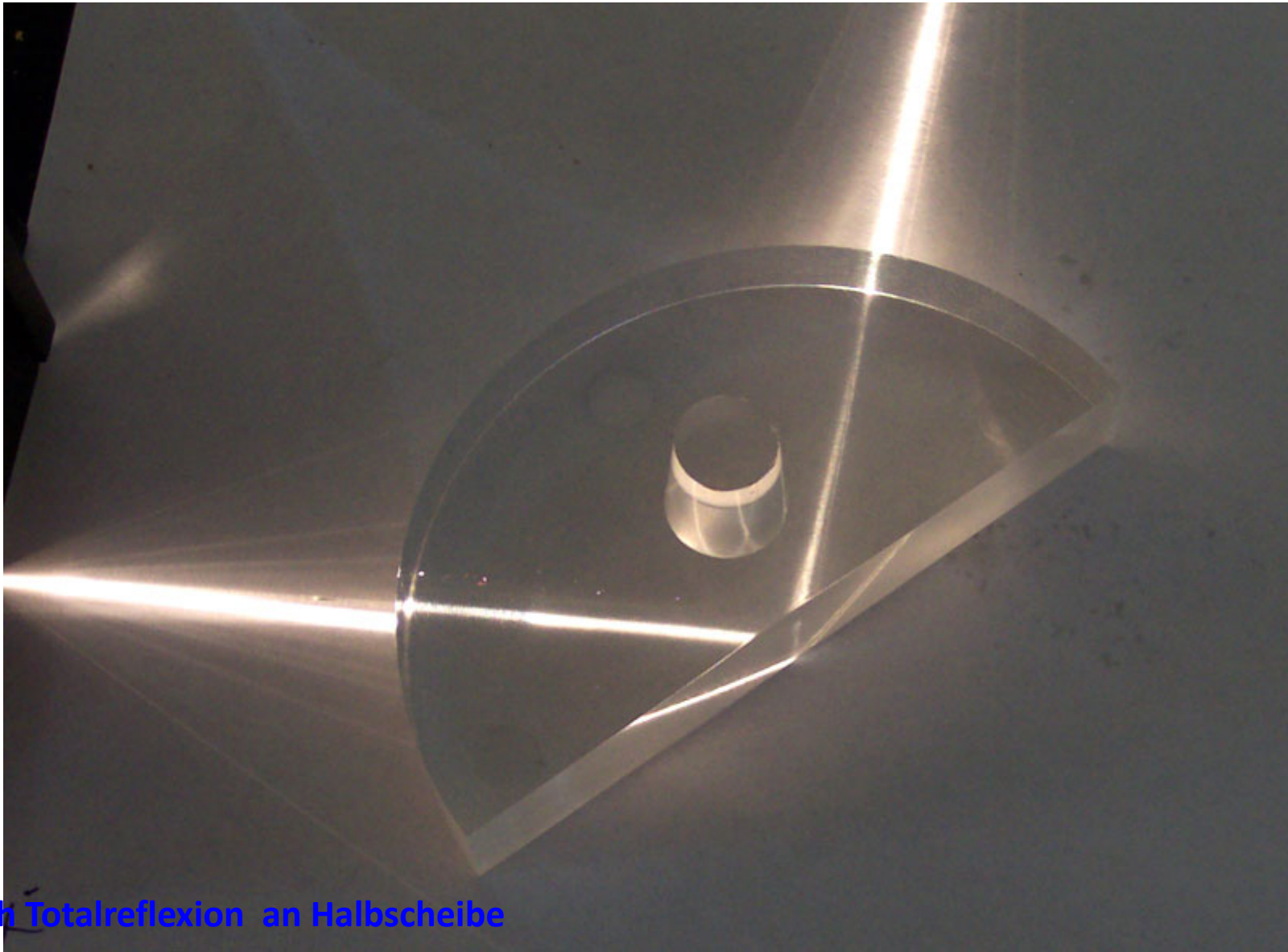
Reflexion



Brechung



Totalreflexion



Versuch Totalreflexion an Halbscheibe

Glasfaserkabel

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\theta_c = \arcsin\left(\frac{n_2}{n_1}\right) = \arcsin\left(\frac{1.0}{1.5}\right) = 41,8 \text{ Grad}$$

