

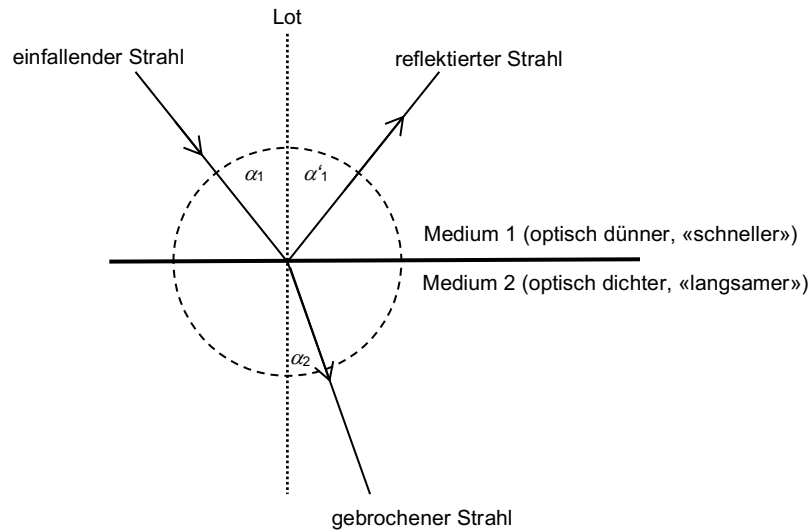
Brechung und Totalreflexion

Die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum ist $c_{\text{Vakuum}} = 2.998 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. In anderen durchsichtigen Stoffen, zum Beispiel Wasser oder Glas, ist die Lichtgeschwindigkeit kleiner.

Ein Medium mit einer kleineren Lichtgeschwindigkeit nennt man *optisch dichter* und ein Medium mit einer grösseren Lichtgeschwindigkeit nennt man *optisch dünner*.

Wenn Licht auf die Grenzfläche zwischen zwei durchsichtigen Materialien mit unterschiedlichen Lichtgeschwindigkeiten (bzw zwei Medien unterschiedlicher optischer Dichte) trifft, wird ein Teil des Lichts reflektiert, während der andere Teil des Lichts ins andere Medium übergeht und an der Grenzfläche seine Richtung ändert.

Diese Richtungsänderung des Lichts beim Übergang von einem durchsichtigen Stoff in einen anderen nennt man *Brechung*.



Brechungsindex

Der absolute Brechungsindex eines Materials ist definiert als das Verhältnis der Lichtgeschwindigkeit im Vakuum zur Lichtgeschwindigkeit im Material.

$$n_{\text{Medium}} = \frac{c_{\text{Vakuum}}}{c_{\text{Medium}}}$$

Je langsamer sich das Licht in einem Medium ausbreitet, desto grösser sind die optische Dichte und der absolute Brechungsindex dieses Mediums

Die Lichtgeschwindigkeit in Luft ($c_{\text{Luft}} = 2.997 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$) ist fast gleich gross wie die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum ($c_{\text{Vakuum}} = 2.998 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$). Darum kann man problemlos mit $n_{\text{Luft}} = n_{\text{Vakuum}} = 1.00$ rechnen.

Brechungsgesetz

$$n_1 \cdot \sin(\alpha_1) = n_2 \cdot \sin(\alpha_2)$$

$$c_2 \cdot \sin(\alpha_1) = c_1 \cdot \sin(\alpha_2)$$

wobei:

- α_1 : Winkel in Material 1
- α_2 : Winkel in Material 2
- n_1 : Brechungsindex von Material 1
- n_2 : Brechungsindex von Material 2
- c_1 : Lichtgeschwindigkeit in Material 1
- c_2 : Lichtgeschwindigkeit in Material 2

Totalreflexion

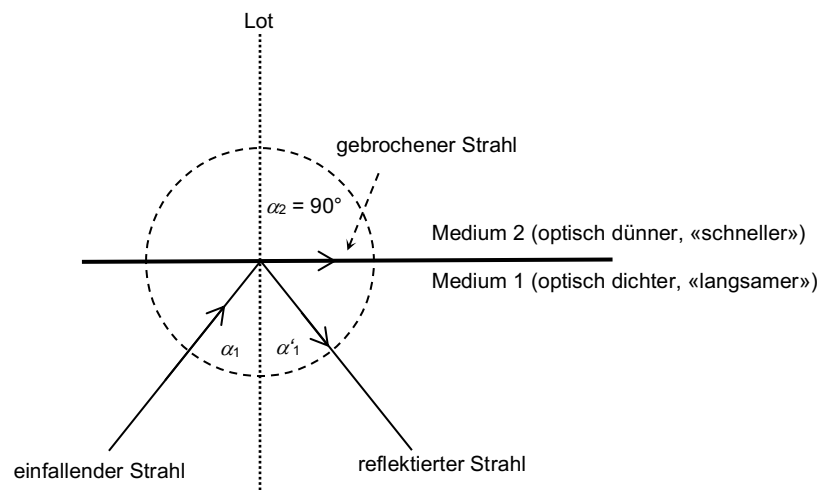
Wenn ein Lichtstrahl von einem Medium mit einem grösseren Brechungsindex (in dem sich das Licht langsamer ausbreitet) herkommt und schräg auf die Grenzfläche zu einem Medium mit einem kleineren Brechungsindex (in dem sich das Licht schneller ausbreitet) trifft, dann wird der Lichtstrahl vollständig an der Grenzfläche reflektiert, falls der Einfallswinkel gross genug ist.

Der *Grenzwinkel für Totalreflexion* ist der kleinste Einfallswinkel (im Material mit der kleineren Lichtgeschwindigkeit bzw. dem grösseren Brechungsindex) bei dem Totalreflexion auftritt:

$$\alpha_{\text{grenz}} = \arcsin\left(\frac{c_{\text{langsamer}}}{c_{\text{schneller}}}\right) = \arcsin\left(\frac{n_{\text{kleiner}}}{n_{\text{grösser}}}\right)$$

Im Stoff mit der grösseren Lichtgeschwindigkeit ist der Winkel zwischen Lichtstrahl und Lot immer grösser als im Stoff mit der kleineren Lichtgeschwindigkeit. Im Stoff mit der grösseren Lichtgeschwindigkeit kann der Brechungswinkel maximal 90° sein (dann verläuft der Lichtstrahl entlang der Grenzfläche).

Der entsprechende Winkel im Stoff mit der kleineren Lichtgeschwindigkeit ist der Grenzwinkel für Totalreflexion.



aus $c_{\text{schneller}} \cdot \sin(\alpha_{\text{langsamer}}) = c_{\text{langsamer}} \cdot \sin(\alpha_{\text{schneller}})$

und $\alpha_{\text{schneller}} = 90^\circ$

bekommt man $c_{\text{schneller}} \cdot \sin(\alpha_{\text{langsamer}}) = c_{\text{langsamer}} \cdot \sin(90^\circ) = c_{\text{langsamer}} \cdot 1$

und $\sin(\alpha_{\text{langsamer, grenz}}) = \frac{c_{\text{langsamer}}}{c_{\text{schneller}}} = \frac{n_{\text{kleiner}}}{n_{\text{grösser}}}$