

Optik 1 - Geometrische Optik

1 Optik

1.1 Geometrische Optik

Brechung

Tritt Licht in ein *optisch dichteres Medium* ein, z.B. von Vakuum oder Luft in Glas, so bricht es sich und bewegt sich im Glas mit geringerer Geschwindigkeit c fort. Tritt es wieder aus dem Glas aus, so erhält es seine ursprüngliche Geschwindigkeit c_0 zurück. Das Maß ist der Brechungsindex

$$n = \frac{c_0}{c}. \quad (1)$$

Umso geringer c desto größer n und umso größer damit die Brechung.

Im Material	Geschwindigkeit	Brechungsindex	
Vakuum	$c = 299792 \frac{\text{km}}{\text{s}}$	$n = 1$	
Luft	$c = 299710 \frac{\text{km}}{\text{s}}$	$n \approx 1$	
Wasser	$c = 225000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$	$n = 1,33$	
Quarzglas	$c = 205000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$	$n = 1,46$	
Diamant	$c = 124000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$	$n = 2,42$	Beachte: SI-Einheit ist $\frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Snellius'sche Brechungsgesetz

Tritt ein Licht in von einem optisch dünneren Medium (Mit Brechungsindex n_1 unter dem Winkel α in ein optisch dichteres Medium (n_2) ein, so wird es zum Lot hin unter dem Winkel β gebrochen:

$$n_1 \cdot \sin \alpha = n_2 \cdot \sin \beta \quad (2)$$

Dies ist das *Snellius'sche Brechungsgesetz*. Beim Austritt aus dem optisch dichteren Medium bricht sich das Licht wieder mit β vom Lot weg. Noch etwas passiert: bereits an der Grenzfläche des Mediums wird ein Teil des Strahls reflektiert. Es gilt für diesen: Einfallswinkel α gleich Ausfallswinkel α .

Übung: Gelangt Licht von einem optisch dichteren Medium an die Grenzfläche zu einem optisch dünneren Medium, so kann *Totalreflexion* auftreten, kein Licht tritt mehr in das angrenzende Medium aus. Bestimme den Winkel für den Übergang von Wasser zu Luft, ab dem Totalreflexion auftritt.

Lösung: Man fertige eine Skizze an. Mit $\alpha = 90^\circ$ und $n_1 = 1$, $n_2 = 1,33 \implies \sin \beta = 0,75$. Vorsicht, man muss hier die Umkehrfunktion arcsin nehmen. Auf dem Taschenrechner als \sin^{-1} bezeichnet. Es ist $\arcsin(\sin \beta) = \arcsin 0,75 \implies \beta \approx 48,7^\circ$.

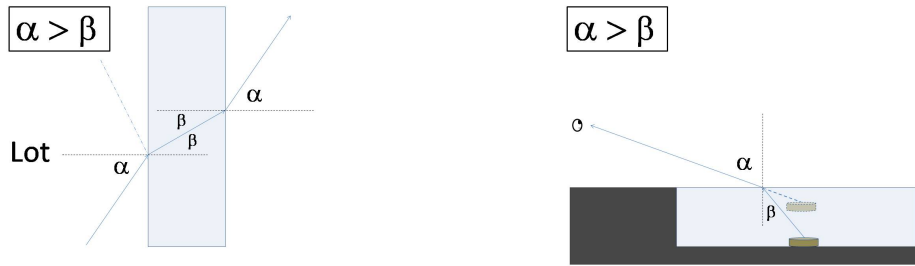


Abbildung 1: Links: Strahlengang und Parallelverschiebung in einer Glasscheibe. Rechts: Ein Gegenstand unter Wasser wird höher wahrgenommen als er ist, da das Auge von einem geraden Strahlengang ausgeht

Dispersion

Die vorigen Betrachtungen waren nicht ganz genau. Die Brechung von Licht ist Wellenlängenabhängig. D.h. blaues Licht mit kleiner Wellenlänge ($\lambda \approx 400 \text{ nm}$) wird stärker gebrochen als rotes Licht ($\lambda \approx 700 \text{ nm}$).

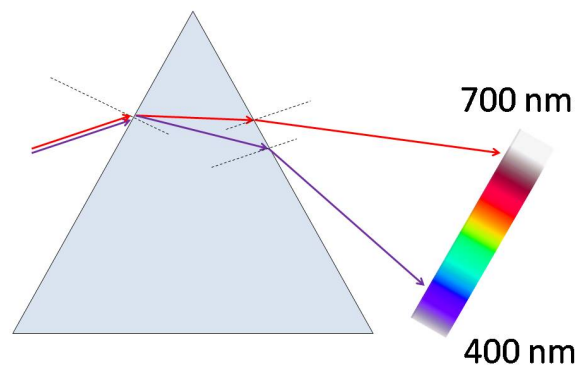


Abbildung 2: Ein Prisma zerlegt das eintreffende Licht in verschiedene Wellenlängen, da die Brechung Wellenlängenabhängig ist