

### 6.3 Das Brechungsgesetz

Wie verläuft der Weg des Lichtstrahls, wenn er von einem Medium in ein anderes übertritt?

Feststellung zum Brechungsgesetz:

Der Lichtstrahl wird an der Grenzfläche der beiden Medien gebrochen.

#### Aufgabe 6.2:

Geben Sie Beispiele von Anwendungen der Lichtbrechung oder wo man es beobachten kann:



Abbildung 6.5: Quelle:

<http://img.fotocommunity.com/loeffellich/tbrechung-529a1bf5-877d-42ad-8433-5b88c5889b69.jpg?height=1080>

#### 6.3.1 Übergang von optisch dünnerem in dichteres Medium

Was geschieht mit dem schräg einfallenden Lichtstrahl beim Übergang in ein optisch dichteres Medium?

Es gilt das Brechungsgesetz:

**Tritt ein Lichtstrahl von einem optisch dünneren in ein optisch dichteres Medium, so wird er gegenüber seiner ursprünglichen Richtung zum Einfallslot hin gebrochen.**

Optisch dünn = z.B. Luft

Optisch dicht = z.B. Wasser, Glas

Grund für die Brechung des Lichts ist die unterschiedliche Lichtgeschwindigkeit in optisch unterschiedlich dichten Medien.

Beispiele: .

Luft 300'000 km/s;

Wasser 225'000 km/s,

Glas 200'000 km/s.

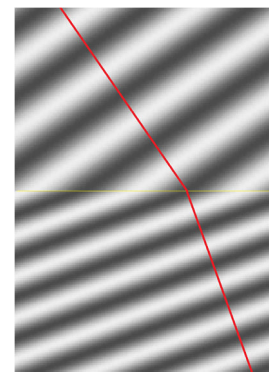


Abbildung 6.6

1: Analogie Wasserwellen:

<https://youtu.be/i40kAOm8gJ0?t=278> ab 4:38min bis 7:33min (Linse).

2: Analogie Inlineskates:

<https://www.youtube.com/watch?v=VWLLCHREUtq> (dauer 2:30min)

Das Verhältnis der unterschiedlichen Ausbreitungsgeschwindigkeiten des Lichts in zwei verschiedenen Medien / Stoffen wird mit der **Brechzahl  $n$**  ausgedrückt.

Vergleichswert ist die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum mit  $c_0 = 300'000 \text{ km/s}$ . Da sich die Lichtgeschwindigkeiten im Vakuum und in der Luft nur um  $0,3 \text{ ‰}$  unterscheiden, darf beim Übergang aus Luft in andere Medien mit der Brechzahl  $1,0$  gerechnet werden.

Brechzahlen $n$					
Vakuum	1.0000	Acrylglas	1.49	Quarz	1.54
Luft	1.0003	Benzol	1.50	Flintglas	1.61
Wasser	1.33	Kronglas	1.51	Diamant	2.42

Für die Beschreibung des Brechungsgesetzes können die Brechzahlen verwendet werden. Das optisch **dichtere Medium** ist das Medium mit der **kleineren Lichtgeschwindigkeit** und der **grösseren Brechzahl  $n$** .

Im Brechungsgesetz gilt allgemein:

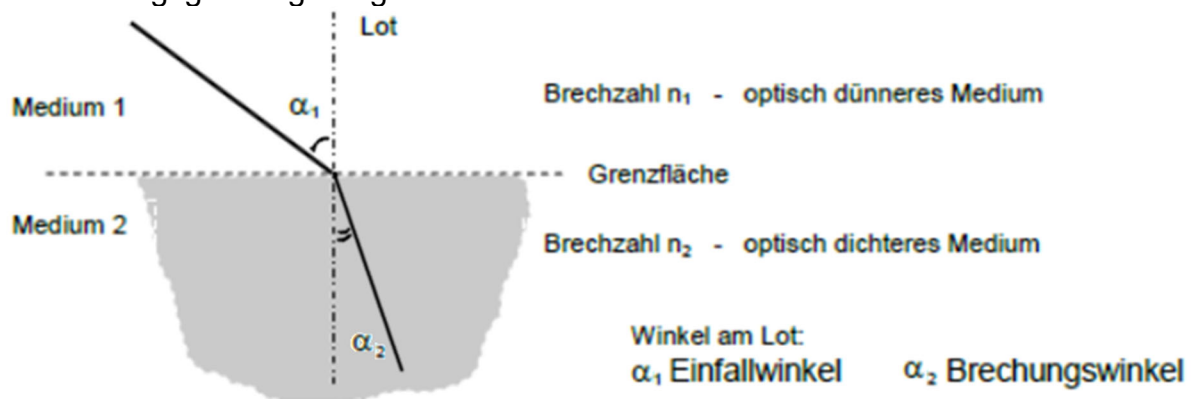


Abbildung 6.7

$$n_1 \cdot \sin(\alpha_1) = n_2 \cdot \sin(\alpha_2) \quad \text{mit} \quad c_0 = n_i \cdot c_i$$

**Aufgabe:** berechnen Sie die Brechungswinkel für eine Lichtstrahl von Luft nach *Glas* bei einem Einfallswinkel von  $45^\circ$ . (Antwort= $28^\circ$ )

$$\sin(45) = 1.51 \cdot \sin(a) \quad | :1.51$$

$$0.707 : 1.51 = \sin(a) = 0.468$$

$$a = \arcsin(0.468) = 27.9 \rightarrow 28$$

**Aufgabe:** berechnen Sie die Brechungswinkel für eine Lichtstrahl von Luft nach *Wasser* bei einem Einfallswinkel von  $80^\circ$ . (Antwort= $48^\circ$ )

**Aufgabe 6.3:** Snell's Window

In die 2 Bilder unten sehen Sie Unterwasseraufnahmen.  
Man sieht das Ufer rundherum.

→ Erklären Sie wieso.



Abbildung 6.8

Quelle: <https://www.newscientist.com/article/2144560-solving-how-fish-swim-so-well-may-help-design-underwater-robots/>



Abbildung 6.9 Quelle: <https://www.flickr.com/photos/jtbss/9393445794/in/photostream/>

Darum ist es beim Angeln wichtig sich unauffällig zu verhalten am Ufer.

### 6.3.2 Übergang von optisch dichterem in dünneres Medium

Was geschieht mit einem schräg einfallenden Lichtstrahl beim Übergang in ein optisch dünneres Medium?



Abbildung 6.10

#### Aufgabe 6.4

Zeichnen Sie die gebrochene Lichtstrahl korrekt ein und geben Sie an wo der Einfallswinkel  $\alpha_1$  und Brechungswinkel  $\alpha_2$  gemessen werden. Benützen Sie die Inlineskater-Analogie zum bestimmen in welcher Richtung die Lichtstrahl bricht.

#### 6.3.2.1 Optische Hebung

Tritt auf beim Übergang eines Lichtstrahles in ein optisch dünneres Medium:

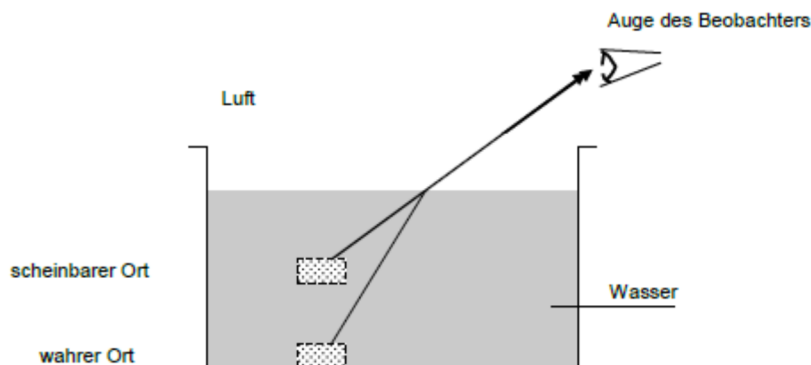


Abbildung 6.11

Der unter dem Wasser liegende Gegenstand erscheint dem Beobachter ausserhalb des Wassers **angehoben**.

Der Lichtstrahl kommt für den Beobachter nicht aus der Richtung des wahren Ortes, sondern aus der Richtung des höhergelegenen **scheinbaren (virtuellen)** Ortes.

Anwendungen, Vorkommen in der Natur oder im Alltag:

- Tiefer, klarer See ist tiefer oder flacher als er scheint?  
.....
- Jäger, die mit Harpune Fische fangen, müssen anders zielen:  
.....