

Unsichtbares Glas

Mehr Details

Ist durchsichtig nicht gleich durchsichtig?

Für Licht gibt es tatsächlich einen entscheidenden Unterschied: Die optische Dichte. Jedes durchsichtige Material bremst das Licht ab, wobei der Unterschied zwischen der Lichtgeschwindigkeit im Vakuum und in Luft winzig ist. Glas, Wasser und andere Materialien aus der Gruppe der dielektrischen Medien wechselwirken jedoch kräftig mit Licht. Bei jedem Zusammentreffen von Licht und einem Medium wird das Licht in seinem Fortlaufen verlangsamt. Wie stark es verlangsamt wird, bestimmt die Brechzahl des Materials. Der Behälter im Experiment enthält ein ziemlich zähflüssiges Silikonöl. Dieses hat genau dieselbe Brechzahl wie das Glas, aus dem die Linse und einige der Glasstäbe bestehen. Ein Stab bildet die Ausnahme. Er besteht aus Flintglas, das durch seinen hohen Anteil an Bleioxid eine sehr große optische Dichte aufweist. Nur er bleibt im Öl weiterhin sichtbar, da sich das Licht noch immer an ihm bricht.

Um die Ecke gebremst

Aber weshalb führt eine veränderte Geschwindigkeit zu einem Knick im Strahl? Obwohl das Licht eigentlich eine elektromagnetische Welle ist, sehen wir eine strahlenförmige Lichtausbreitung. Diese Vereinfachung ist sinnvoll, da der Bereich von Wellenlängen, den wir als Farben wahrnehmen im Bereich von 0,0004 bis 0,0008 Millimetern liegt. Viel zu klein um irgendein Gewackle zu bemerken.

Beim Übergang von Luft zu Glas, also ganz generell vom optisch dünneren zum optisch dichteren Medium, wird das Licht abgebremst. Ein schräg eintreffender Strahl verändert dabei seine Richtung, weil er ungleichmäßig abgebremst wird. Während die eine Seite des Strahls schon ins Glas eingetaucht ist, ist die andere noch einen winzigen Zeitraum in der durchlässigeren Luft und kann so die Nachbarseite überholen. Das Ergebnis ist ein Knick des Strahls (Abb. 1). Linsen sind in ihrer Form und optischen Dichte so gestaltet, dass sie das Licht in der gewünschten Form brechen.

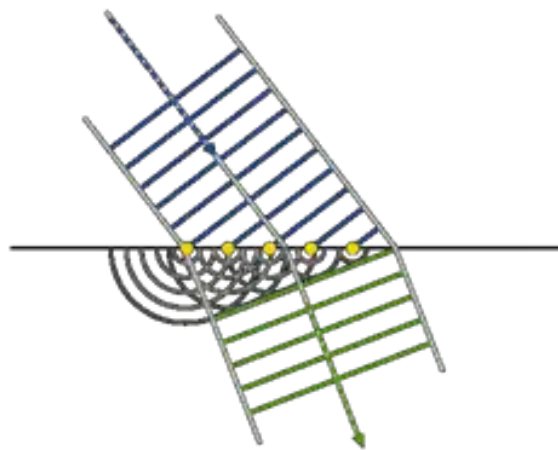


Abb. 1: Ein Lichtstrahl biegt beim Übergang in ein anderes Medium um die Ecke – er wird gebrochen.

Das Gesetz von Snellius

Ohne die genauen physikalischen Hintergründe zu kennen fiel Anfang des 17. Jahrhunderts dem niederländischen Gelehrten Willebrord Snel van Royen, auch genannt Snellius, die Gesetzmäßigkeit der Brechung auf. Geboren 1580 in Leiden zog es ihn bald nach seinem Studium der Rechte ins Ausland. Sein Interesse für Mathematik und Astronomie führte ihn durch ganz Europa, wobei er schließlich 1613 den Platz seines Vaters als Mathematikprofessor in Leiden einnahm. Sein

„Snelliussches“ Brechungsgesetz ist eine sehr nützliche mathematische Beschreibung der Bewegung von Licht. Damit konnte man vorausberechnen, wie man ein ordentlich funktionierendes Teleskop bauen musste.

Die Nachfolger von Snellius stellten immer feinere Theorien der Lichtausbreitung auf und 1864 konnte der Schotte James Clerk Maxwell ganz präzise das Verhalten von Wellen an Grenzflächen beschreiben. Snellius' Erkenntnisse und das Strahlenmodell lassen sich mit den Maxwell-Gleichungen physikalisch begründen.