

Unterrichtsfach Physik
Herbst 1992, Aufgabe 2: Brechungsgesetz

1. Experimentelle Erarbeitung des Brechungsgesetzes mit Hilfe der "optischen Scheibe":

- a. Fertigen Sie eine genaue Versuchsbeschreibung an, und begründen Sie die Auswahl und die Funktionsweise der verwendeten Komponenten!**
- b. Geben Sie mindestens drei Formulierungen für das Brechungsgesetz an!**
- c. Wählen Sie eine für die Sekundarstufe 1 geeignete Formulierung aus, und begründen Sie Ihre Entscheidung**

a) Mit Hilfe der optischen Scheibe ist es möglich die Brechung zu zeigen. Voraussetzung hierfür ist, dass die Schüler schon gewisse Kenntnisse über die Grundbegriffe in der geometrischen Optik verfügen.

Folgende Geräte werden für den Versuchsaufbau benötigt.

- optische Scheibe
- optische Bank
- Glaskörper
- Reuterlampe
- Spaltblende

Die Reuterlampe wird an dem linken Ende der optischen Bank befestigt, am anderen Ende die optische Scheibe. Diese wird so ausgerichtet, dass ihr waagrechtlicher Durchmesser parallel zur optischen Bank ist.

Vor der Reuterlampe wird eine Spaltblende mit nur einem Schlitz angebracht, so dass der Lichtstrahl und der waagrechte Durchmesser in einer Ebene liegen.

Mit Hilfe der Federklammern wird der Glaskörper, der die Form eines Halbzylinders hat, an der optischen Scheibe befestigt. Es ist auch möglich eine optische Scheibe zu verwenden, die ferromagnetisch ist und somit den mit Magneten versehenen Glaskörper direkt hält.

Übergang von einem optisch dünneren Medium (Luft) zu einem optisch dichteren Medium (Glas):

Der Glaskörper wird so an der optischen Scheibe befestigt, dass die ebene Fläche zur Lichtquelle zeigt. Trifft ein Lichtstrahl senkrecht auf den Glaskörper, so tritt an der Eintrittsfläche keine Brechung auf. Dreht man nun an der Scheibe verändert sich der Einfallswinkel und der Lichtstrahl wird zum Einfallslot (Senkrechte auf die Grenzfläche) hingebrochen.

Übergang von einem optisch dichteren Medium (Glas) zu einem optisch dünneren Medium (Luft):

Der Glaskörper wird nun so an der optischen Scheibe befestigt, dass die Kreisseite in Richtung der Reuterlampe zeigt. Wird nun der Lichtstrahl so auf den Glaskörper geschickt, dass er senkrecht auf die Grenzfläche trifft, ist keine Brechung zu beobachten. Trifft er unter einem Winkel $\neq 90^\circ$ auf die Grenzfläche so wird der Lichtstrahl vom Lot weggebrochen.

Begründung und Funktionsweise der ausgewählten Komponenten:

- **Optische Scheibe:** Durch das Anbringen des Glaskörpers an der optischen Scheibe kann man direkt sehen, wie der Lichtstrahl verläuft. So lassen sich leicht Einfallswinkel und Ausfallswinkel vom Schüler bestimmen

- **Optische Bank:** Die optische Bank dient als Halterung für die Lampe und die Scheibe, so dass die fest verankert und nicht beweglich sind.
- **Glaskörper:** Der Glaskörper wird benötigt, da ein zweites, dichteres Medium als Luft, verwendet werden muss. Ein Halbzylinder ist am besten geeignet, da hier sowohl die Brechung von einem optisch dünneren zu einem optisch dichteren Medium gezeigt werden kann, als auch umgekehrt.
- **Reuterlampe:** Die Reuterlampe dient als Lichtquelle, um den Lichtstrahl zu erzeugen, der gebrochen wird.
- **Spaltblende:** Die Spaltblende mit einem Spalt wird verwendet, damit man einen gebündelten Lichtstrahl hat, der parallel zur optischen Bank gerichtet ist.

b) Geben sie mindestens drei Formulierungen des Brechungsgesetz an:

1. **Mathematische Formulierung:**

Brechungsgesetz von Snellius: $n_1 \cdot \sin \alpha = n_2 \cdot \sin \beta$

wobei n_1 und n_2 die verschiedenen Brechungsindizes der beiden verwendeten Medien sind

α ist der Einfallswinkel

β ist der Brechungswinkel

2. **Phänomenologisch:**

Bei einem Übergang von einem optisch dünneren Medium zu einem optisch dichteren Medium wird der Lichtstrahl zum Lot hingebrochen.

3. **Das Fermatsche Prinzip:**

Der Weg, den das Licht von einem Punkt zu einem anderen einschlägt, ist stets derjenige, bei dem die dafür benötigte Zeitspanne minimal ist.

c) Wählen Sie eine für die Sekundarstufe 1 geeignete Formulierung aus, und begründen Sie Ihre Entscheidung!

Für die Sekundarstufe 1 ist die phänomenologische Betrachtung des Brechungsgesetzes am geeignetsten. Dabei wird kurz und knapp beschrieben, was bei der Lichtbrechung passiert. Bei dem Snelliusschen Brechungsgesetz ist das Problem, dass die Schüler zu Beginn der Sekundarstufe 1 die trigonometrischen Formeln nicht beherrschen und somit nicht anwenden können.

Beim Fermatschen Prinzip spricht dagegen, dass es um die Lichtgeschwindigkeit geht und diese in den verschiedenen Medien gemessen werden muss. Dies ist für Schüler der Sekundarstufe 1 viel zu komplex und nicht zu verstehen.

Auch Schulbücher, z.B. Cornelsen oder Dorn-Bader von Schroedel, sind dazu übergegangen, die Brechung phänomenologisch zu erklären und zu zeigen.

2. Welche Bedeutung hat ein Einführungsversuch für den Physikunterricht? Erläutern Sie dies an einem Beispiel zur Einführung in das Gebiet der Lichtbrechung!

Ein Einstiegsversuch hat die Aufgabe, an ein Thema hinzuführen, die Schüler zu motivieren, ihnen Denkanstöße geben und ein Problembewusstsein zu schaffen.

Vorrausgesetzt werden kann nur Grundwissen und eine genaue Beobachtung. Bei der Lichtbrechung ist es wichtig, dass die Schüler durch einen Versuch an das Thema, das ihnen bisher noch nicht bekannt ist, herangeführt werden. Hierzu eignet sich der Versuch der auftauchenden Münze in einer Tasse perfekt.

Die Münze wird so in die Tasse gelegt, dass eine Kamera sie gerade nicht mehr aufnehmen kann. Wenn nun Wasser in die Tasse gefüllt wird, taucht die Münze auf und ist nun auf dem Fernsehschirm / Beamerbild zu sehen. Dieser Versuch eignet sich daher perfekt als Motivation, da die Schüler rausfinden wollen, warum die Münze auf einmal zu sehen ist. Für sie ist das wie ein kleiner Zaubertrick, den sie zu Hause auch ihren Eltern und Geschwistern vorführen können.

3. Beschreiben Sie kurz drei charakteristische Alltagssituationen, die bei Kenntnis der Lichtbrechung verständlich werden!

Im Alltag taucht immer wieder das Thema der Lichtbrechung auf. Im folgenden werden drei Situationen näher beschrieben.

1. Die plattgedrückte Sonne

Die untergehende Sonne erscheint als platt gedrückt. Dies liegt daran, dass die Lufthülle keine Grenzen aufweist und zur Erdoberfläche immer dichter wird. Licht aus dem Weltall wird daher nicht nur einmal gebrochen sondern ständig. Ohne die Lufthülle würde die Sonne geradlinig am Horizont erscheinen bzw. gerade untergehen. Wegen der Lichtbrechung ist die Sonne länger zu sehen, weil das Licht nicht auf direktem Weg in unser Auge fällt. Das Lichtbündel vom unteren Sonnenrand trifft also flacher auf die Lufthülle auf als das vom oberen Rand, d.h. es wird stärker gebrochen als Licht vom oberen Rand. Der untere Rand wirkt also stärker angehoben und somit erscheint die Sonne unten platt gedrückt. Die Lichtbrechung ist in Atmosphäre umso stärker, je näher die Gestirne über dem Horizont befinden

2. Das Funkeln der Sterne

Wenn die Leute zum Nachthimmel hochschauen, erzählen sie immer wieder, wie schön es doch ist, dass die Sterne funkeln.

Auch hier ist es so, dass die Lichtstrahl in den verschiedenen Schichten der Atmosphäre gebrochen wird. Hinzu kommt noch, dass sich warme und kalte Luft vermischen und es dadurch zu einer sich immer ändernden Lichtbrechung (Änderung des Brechungsindex) kommt. Dies nehmen wir auf der Erde als Funkeln der Sterne wahr. Aus diesem Grund sind Sternwarten auch immer außerhalb der Stadt auf einem Berg gebaut, damit nicht die ständige Temperaturänderung, die es in der Innenstadt gibt, die Beobachtungen stört.

3. Taucherbrille

Beim Tauchen mit einer Taucherbrille erscheinen einem die Meeresbewohner sehr groß. Nimmt man dann einen Seestern oder auch eine Muschel mit an Land und schaut sie sich dort ohne Taucherbrille an, stellt man fest, dass sie gar nicht so groß sind, wie unter Wasser gedacht.

Auch hier tritt wieder die Lichtbrechung auf, da man zwei verschiedene Medien hat. Die Taucherbrille und das Wasser. Durch die Lichtbrechung an der Taucherbrille vergrößert sich der Sehwinkel α und der Gegenstand erscheint einem sehr groß. An Land tritt diese Brechung nicht auf, da unsere Augen dafür geschaffen sind an Land zu sehen. Es taucht somit also keine Lichtbrechung auf und wir sehen den Gegenstand in seiner tatsächlichen Größe.