

**Schülerexperiment — Totalreflexion**

Stand: 30. Januar 2017

Schulart	Realschule
Jahrgangsstufe	7 <sup>I</sup>
Fach	Physik
Benötigtes Material	Experimentierlampe (und E-Quelle), planparallele Platte (mit einer abgeschrägten Eintrittsfläche), Wasserglas mit Pipette

**Kompetenz(en) entsprechend dem Fachlehrplan**

Die Schülerinnen und Schüler ...

- nutzen ihre Kenntnisse über das Modell der Lichtausbreitung und das Sender-Empfänger-Modell als zentrale Elemente der Optik, um z. B. den Sehprozess zu beschreiben und Schatten und Finsternisse zu modellieren. Dabei reflektieren sie ihre bisherigen Vorstellungen kritisch und verbessern sie gegebenenfalls. (Kompetenzerwartung 7<sup>I</sup>)
- skizzieren und begründen optische Phänomene zur Reflexion unter Zuhilfenahme des Lichtstrahlmodells und unter Verwendung von altersgemäßer Fachsprache. Dabei erkennen sie die Bedeutung der Reflexion im Alltag bei nicht selbstleuchtenden Körpern, z. B. bei Spiegeln, Straßenschildern, Reflektoren. (Kompetenzerwartung 7<sup>I</sup>)
- führen die Brechung des Lichts an Grenzflächen optisch verschieden dichter Medien auf die unterschiedliche Lichtgeschwindigkeit in diesen zurück und beschreiben damit auch unter Verwendung von Zeichnungen Alltagsphänomene, z. B. optische Hebung, Totalreflexion und Dispersion. (Kompetenzerwartung 7<sup>I</sup>)
- verwenden das Lichtstrahlmodell zur Konstruktion von Strahlengängen bei der Abbildung durch Sammellinsen und nutzen ihre Kenntnisse für die Begründung der Entstehung und der Eigenschaften reeller und virtueller Bilder. Sie erschließen sich Anwendungen im Alltag und beschreiben mithilfe von Strahlengängen Bau und Funktionsweise eines optischen Geräts. (Kompetenzerwartung 7<sup>I</sup>)
- recherchieren problembezogen in unterschiedlichen Quellen über optische Geräte, deren geschichtliche Einordnung und aktuelle Bedeutung für den Alltag und geben diese unter Verwendung fachsprachlich korrekter Formulierungen wieder. (Kompetenzerwartung 7<sup>I</sup>)

## Schülerexperiment — Totalreflexion

### Aufgabe

Ein Lichtkegel fällt teilweise durch eine abgeschrägte Seitenfläche in eine planparallele Glasplatte und tritt am anderen, geraden Ende wieder aus (siehe folgendes Foto).

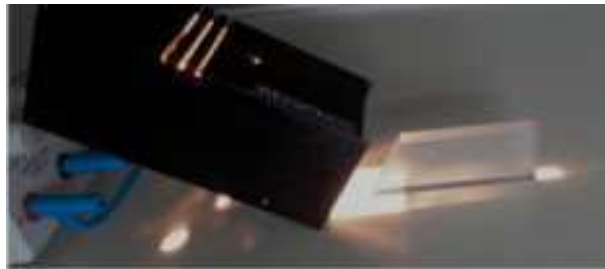


Abb. 1: Totalreflexion

1. Baue den Versuch mit dem bereit gestellten Material nach.
2. Skizziere den Strahlengang eines Strahles aus dem Lichtkegelteil weiter, der links in die Glasplatte eintritt und rechts aus ihr austritt, in folgende Zeichnung ein.

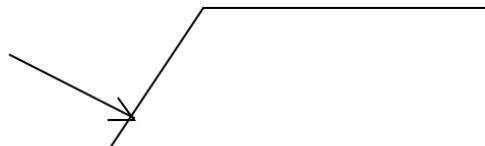


Abb. 2: Strahlengang - vorbereitet

3. Begründe den Strahlengang am Eintrittsbereich, innerhalb der Platte und am Austrittsbereich.
4.
  - a) An der Plattenoberseite soll nun im oberen zweiten Bereich der Totalreflexion ein kleiner Wassertropfen aufgebracht werden.
  - b) Beschreibe die Beobachtung.
  - c) Begründe die Beobachtung mit dem Grenzwinkel der Totalreflexion beim Übergang von Glas in Wasser.
  - d) Nun wird der Wassertropfen vergrößert. Beschreibe und begründe die Beobachtung.



## **Hinweise zum Unterricht**

Sowohl das Einzeichnen des Strahlengangs als auch die zugehörigen Begründungen sollten mit Hilfen des Lehrer erfolgen. Die weiteren Aufgaben sollten möglichst ohne Hilfen von den Schülern selbstständig erarbeitet werden.

Erst bei der Begründung der Beobachtung nach dem Auftragen des Wassertropfens sollte der Lehrer wieder helfend beistehen.

## Lösungshinweise

Beispiel für einen eingezeichneten Strahlengang:

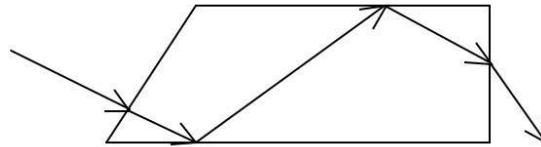


Abb. 3: Strahlengang - Schülerzeichnung

Begründung der Übergänge:

- Eintritt des Lichtbündels an der linken, abgeschrägten Seite der Platte: (nahezu) ungebrochen, da (nahezu) parallel zu Einfallslot
- erster Austrittsversuch unten: Totalreflexion, da Einfallswinkel größer als der Grenzwinkel von Glas in Luft
- zweiter Austrittsversuch oben: Totalreflexion, da Einfallswinkel größer als der Grenzwinkel von Glas in Luft
- Austritt an der rechten, geraden Seite der Platte: vom Lot weg gebrochen, weil Übergang in optisch dünneres Medium (Luft)

Nachdem der Wassertropfen in den oberen Bereich der Totalreflexion aufgebracht wurde:



Abb. 4: Foto mit Tropfen

Man erkennt einen dunklen, tropfenähnlichen Fleck am ausgetretenen Lichtkegelteil.

Begründung:

Wenn der Lichtkegelteil aus dem Glas statt in Luft in einen Wassertropfen austreten soll, gibt es für diesen Einfallswinkel keine Totalreflexion mehr, da Wasser im Vergleich zu Luft optisch dichter ist und der Grenzwinkel der Totalreflexion jetzt größer ist als der Einfallswinkel.

Nachdem der Wassertropfen vergrößert wurde:



Abb. 5: Foto mit vergrößertem Tropfen

Es entsteht eine stärkere Verdunkelung.

Begründung:

Durch den größeren Wassertropfen tritt ein größerer Teil des Lichtkegels aus dem Glasprisma aus und der dunkle Fleck am Tisch vergrößert sich.

Für diesen Schülerversuch ist eine Fortsetzung (siehe Anregung zu weiterem Lernen) sehr empfehlenswert.

## Anregung zu weiterem Lernen

Als mögliche Zusatzaufgabe bei den Schülerversuchen kann man aus der Lampe nur einen "Lichtstrahl" austreten lassen. Wird das Prisma dann etwas gekippt, kann man den Strahlengang, der in Aufgabe 2 zu zeichnen war, im Versuch erzeugen:



Abb. 6: Lichtstrahl

Ganz besonders eignet sich dieser Schülerversuch, um die technische Anwendung beim Regensensor zu klären:

Entweder in angeleitetem Unterrichtsgespräch oder in Selbsterkundung mit geeigneten Materialien (auch Internet-Recherche) können sich die Schüler mit Hilfe dieses Schülerversuchs die prinzipielle Funktionsweise von Regensensoren für Intervallschaltung von Autoscheibenwischern erarbeiten (Sensoren messen die Helligkeit des austretenden Lichts einer kleineren, ähnlich aufgebauten Anordnung an der Windschutzscheibe und je weniger Beleuchtungsstärke gemessen wird, desto mehr Regentropfen sind auf der Messanordnung - der Scheibenwischer sollte öfter wischen).

Mögliche Links:

[Regensensor bei Leifi.de](#)  
[Regensensor mit Video](#)

## Quellen- und Literaturangaben

- Alle Bilder: ISB - 2016

## Abdeckung weiterer Kompetenzen und Ziele entsprechend dem Lehrplan

Die Schülerinnen und Schüler . . .

- sind in der Lage, sich physikalische Kenntnisse aus Fachtexten zu erschließen, Informationen zu recherchieren und Arbeitsergebnisse in Dokumentationen und Präsentationen adressatengerecht aufzubereiten. In fachlichen Diskussionen zeigen sie Offenheit und Bereitschaft, eigene Ideen und Vorstellungen einzubringen und sich mit Gegenargumenten kritisch auseinanderzusetzen. Die sach- und adressatengerechte Kommunikation in schriftlicher und mündlicher Form setzt vor allem Verständnis und bewusste Verwendung der Fachsprache voraus. Dazu gehört auch, fachspezifische Darstellungsformen, wie etwa Tabellen, Diagramme sowie physikalische und mathematische Symbole, gezielt und korrekt zu verwenden. (Prozesskompetenz Kommunikation)
- formulieren ausgehend von Beobachtungen Fragestellungen und Hypothesen, entwickeln Modellvorstellungen, planen Experimente und führen diese anschließend durch. Im Rahmen experimenteller Auswertungen verwenden sie Formen der Mathematisierung und entwickeln theoretische Modelle. Umgekehrt stoßen Modelle auch experimentelle Untersuchungen an und werden von den Schülerinnen und Schülern für Veranschaulichungen und Erklärungen genutzt. Indem die Schülerinnen und Schüler experimentelle Ergebnisse diskutieren sowie Nutzen und Grenzen von Modellen reflektieren, verinnerlichen sie die fachspezifische Arbeits- und Denkweisen der Physik. (Prozesskompetenz Erkenntnisgewinnung)
- benutzen zur Beschreibung physikalischer Sachverhalte physikalische Größen. Dabei wissen sie, wie eine Grundgröße festgelegt wird und unterscheiden diese von abgeleiteten Größen. Sie geben Größen richtig an und wandeln Größenangaben korrekt um. Mit Messinstrumenten und deren Genauigkeit gehen sie unter Anleitung fachgerecht um und begründen, warum Messwerte nicht mit beliebiger Genauigkeit angegeben werden können. (Grundkompetenz 7)
- formulieren, ausgehend von ihren Beobachtungen und Vorerfahrungen, Hypothesen zur Erklärung einfacher physikalischer Phänomene der Mechanik, der Optik, des Magnetismus und der Elektrizitätslehre. Sie führen angeleitet und begleitet größtenteils qualitative Experimente unter Berücksichtigung der Sicherheitshinweise durch und werten diese aus. Physikalische Zusammenhänge untersuchen sie unter Anleitung graphisch und numerisch. (Grundkompetenz 7)
- verwenden insbesondere im Teilbereich Mechanik Definitionsgleichungen der Größen Geschwindigkeit, Gewichtskraft und Dichte, um unter Beachtung der Messgenauigkeit einfache Berechnungen durchzuführen. Dabei gehen sie sicher mit den dazugehörigen Einheiten um. (Grundkompetenz 7)
- argumentieren mithilfe einfacher Modelle zum Aufbau der Materie und zur Ausbreitung von Licht bei der Erklärung einfacher Phänomene und technischer Anwendungen aus dem Alltag und sind sich der Grenzen der jeweiligen Modellvorstellungen bewusst. (Grundkompetenz 7)



## Illustrierende Aufgaben zum LehrplanPLUS

Realschule, Physik, Jahrgangsstufe 7<sup>I</sup>

- fassen Informationen aus passgenauen Quellen zusammen und präsentieren diese unter Verwendung fachsprachlich korrekter Formulierungen adressatengerecht. Unter Anleitung beschreiben sie Aufbau, Durchführung und Ergebnis von Versuchen sowie Aufbau und Funktionsweise von einfachen technischen Geräten. Schaltbilder, Strahlengänge und Diagramme fertigen sie mit der notwendigen Genauigkeit an. (Grundkompetenz 7)
- nutzen ihre Kenntnisse aus der Mechanik, der Optik und der Elektrizitätslehre, um in Alltagssituationen, beispielsweise im Straßenverkehr oder im Umgang mit elektrischem Strom, Gefahren sinnvoll einzuschätzen und ihr Handeln entsprechend anzupassen. (Grundkompetenz 7)