

## Spieglein, Spieglein an der Wand (Reflexion am ebenen Spiegel)

**Aufgabentyp:** Unterrichtsbeispiel mit selbstständigem Schreiben im Physikunterricht;  
Erarbeitung im Plenum und selbstständige Erarbeitung in Einzel- bzw.  
Partnerarbeit; Festigung und Verarbeitung durch selbstständiges Verfassen  
eines Textes

**Zielgruppe:** 8. Schulstufe, SEK I

**Zeitraumen:** 1-2 Unterrichtseinheiten

**Inhaltliche Voraussetzungen:** Licht; Lichtquellen; Lichtstrahlen; Ausbreitung von Licht;  
Sichtbarkeit von Körpern

**Zusätzliche Informationen zu Räumlichkeiten, Sozialform, Methodik:** Plenum, Einzel- und  
Partnerarbeit; Demonstrations- und SchülerInnenexperiment; Textproduktion

**Arbeitsmaterialien, Hilfsmittel:** großer Spiegel, optische Tafel und weitere Materialien für  
den Demonstrationsversuch, durchsichtige CD-Hüllen, Kerzen (Teelichter),  
Lineal

LEON (wenn verfügbar): Videos zur Reflexion

### LINKS

[http://www.schulfilme-im-netz.de/de/film-  
player/items/1532.html](http://www.schulfilme-im-netz.de/de/film-player/items/1532.html)<http://www.leifiphysik.de/themenbereiche/lichtreflexion>

### Abstract

Im Mittelpunkt der beschriebenen Unterrichtseinheit steht das selbstständige Verfassen eines Textes zur Verarbeitung und Festigung der Inhalte durch die SchülerInnen. Am Ende der Unterrichtseinheit erhalten die SchülerInnen einen Schreibauftrag, der zugleich Anlass und Hilfestellung für die Zusammenfassung der Inhalte ist.

Nach einer Darstellung der inhaltlichen Voraussetzungen und der hinter den Inhalten liegenden Phänomene und Konzepte wird ein Vorschlag zur Unterrichtsdurchführung beschrieben. Mit Hilfe von Demonstrations- und SchülerInnenexperimenten in Partnerarbeit sowie einem von der Lehrperson gelenktem Unterrichtsgespräch werden das Reflexionsgesetz, die Bildentstehung beim ebenen Spiegel und die Eigenschaften des Bildes erarbeitet.

Die Lehrperson sollte die Texte lesen, den SchülerInnen Rückmeldung geben und damit die Grundlage für eine Überarbeitung der Texte schaffen. Es hat sich bewährt, die Lernprodukte in Textform zur Leistungsfeststellung heranzuziehen.

# Reflexion am ebenen Spiegel und das Reflexionsgesetz

## Unterrichtskonzept

### Inhaltliche Voraussetzungen

Für den Unterricht zur Reflexion am ebenen Spiegel sollten folgende Begriffe zugrunde gelegt und im Unterricht angewandt und vertieft werden: *Licht; Lichtquellen; Lichtstrahlen; Ausbreitung von Licht; Sichtbarkeit von Körpern*

### Zugrunde liegende Phänomene und Konzepte

Im Alltag gehen die Kinder mit den Begriffen Licht, Spiegelbild oder Reflexion um und sprechen darüber. Allerdings haben sie keine Vorstellung, was Licht ist.

Ein Lernzuwachs wird erreicht, wenn die SchülerInnen im Unterricht folgende Begriffe entwickeln: Reflexion; Einfallswinkel; Reflexionswinkel; Lot; Spiegelebene; Reflexionsgesetz; scheinbares (virtuelles) Bild

*Der Begriff der Reflexion samt Reflexionsgesetz muss also erst entwickelt werden. In Schulbüchern wird nicht darauf eingegangen, Licht als elektromagnetische Strahlung bzw. als elektromagnetische Welle einzuführen. Es scheint doch überlegenswert, Licht als Teil des elektromagnetischen Spektrums einzuführen, sind doch Mikro-, Radiowellen, UV-Strahlung, Röntgenstrahlen etc. den SchülerInnen durchaus vertraute Begriffe aus ihrem Alltag. Zeigt man das elektromagnetische Spektrum und Licht als den sichtbaren Teil davon, so können die SchülerInnen dies einordnen, ohne im Detail darüber Bescheid wissen zu müssen. Zudem kann an dieser Stelle die Bedeutung der Frequenz einer Welle über die Analogie mit Wasserwellen oder Schallwellen veranschaulicht werden. Das Spektrum als Darstellung von verschiedenartigen Wellen mit unterschiedlichen Frequenzen soll dabei ebenfalls erläutert werden. Untersuchungen zum „Sehvorgang“ legen nahe, insbesondere darauf einzugehen, dass Körper für uns sichtbar sind, wenn sie selbst Licht aussenden oder reflektieren und das Licht in das Auge gelangt. Vorher ist noch das Modell (die Idealisierung) des Lichtstrahls einzuführen und die geradlinige Ausbreitung von Licht nach allen Seiten experimentell zu erarbeiten. Zusätzlich kann man ansatzweise auf das Wellenmodell zur Beschreibung von Licht eingehen und auch in diesem Zusammenhang den Modellcharakter verschiedener Darstellungen hervorheben. Auf diese Weise wird auch hier die Bedeutung von Modellen in der Physik untermauert.*

## Unterrichtsverlauf

### 1. Qualitative Erarbeitung des Reflexionsgesetzes im LehrerInnen-SchülerInnen-Gespräch

Die Lehrperson hält in der Mitte des Raumes vor den SchülerInnen stehend einen großen ebenen Spiegel in Kopfhöhe der SchülerInnen. Der rechts sitzende Schüler x wird gefragt, was/wen er sieht (noch weitere SchülerInnen fragen). Sie geben an, wen / was sie sehen und versuchen, ihre Beobachtung zu erklären. Im Anschluss kann das Reflexionsgesetz mit einfallendem Strahl, reflektiertem Strahl, Spiegelebene und Lot ansatzweise qualitativ durch unterstützende Handbewegungen, die die Richtung anzeigen, abgeleitet werden.

### 2. Quantitative Erarbeitung des Reflexionsgesetzes mit einem Demonstrationsexperiment

Transfer des vorherigen Experimentes mit Hilfe der optischen Tafel. Lichtstrahl mit Bezug zum Ausgangsexperiment trifft auf einen ebenen Spiegel. Einzeichnen des Lotes und messen des Einfallswinkels und des Ausfallswinkels. Transfer auf bildliche Darstellung an der Tafel mit Ausformulierung des Reflexionsgesetzes.

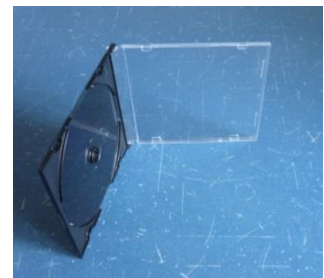
### 3. Gesetzmäßigkeiten beim ebenen Spiegel – SchülerInnenversuche in PartnerInnenarbeit

Die SchülerInnen experimentieren selbstständig in PartnerInnenarbeit.

Material: durchsichtige CD-Hülle, Kerze, Lineal

Die SchülerInnen stellen die CD-Hülle aufgeklappt auf, stellen eine Kerze davor und entzünden diese. Sie notieren ihre Beobachtungen.

Im nächsten Schritt sollen sie herausfinden, wo sich das Spiegelbild der Kerze befindet, dies möglichst genau angeben und das Spiegelbild genau beschreiben.



Möglich: Die SchülerInnen halten einen Finger in die **Flamme des Spiegelbildes**.

Einige Paare präsentieren ihre Beobachtungen und Erkenntnisse zum Spiegelbild.

Die Lehrperson fasst die Ergebnisse zusammen und ergänzt. (Bild ist gleich weit hinter dem Spiegel wie der Gegenstand vor dem Spiegel – Gegenstandsweite = Bildweite / Das Bild ist gleich groß wie die Kerze bzw. der Gegenstand – Gegenstandsgröße = Bildgröße / das Bild ist scheinbar (virtuell) – Finger in das Bild der brennenden Kerze halten)

### 4. Verarbeitung durch ein von der Lehrperson gelenktes Unterrichtsgespräch

Die Erkenntnisse des Experiments werden durch eine Bildkonstruktion an der Tafel nachvollzogen bzw. belegt (SchülerInnen im Heft bzw. Mappe). Kerze, Spiegel, zwei einfallende Lichtstrahlen, Konstruktion der reflektierten Lichtstrahlen mit Reflexionsgesetz, gelangen in das Auge, Verlängerung hinter den Spiegel → scheinbar, Bildweite und Bildgröße der Kerze bestimmen und mit Abstand bzw. Größe der Kerze vergleichen

## 5. Festigung mit Schreibauftrag, Schreiben in Einzelarbeit

**Hinweis:** Bitte die **SchülerInnen** vor dem Verfassen des Textes darauf **hinweisen**, einen **Fließtext** zu schreiben, der eine **Gliederung** zeigt.

### Schreibauftrag:

Du bist Mitglied des Redaktionsteams der Jugendzeitschrift Jung-österreich und für die Beantwortung von Leseranfragen aus dem naturwissenschaftlichen Bereich an Dr. Euler zuständig. Dieses Mal ist eine besonders interessante Frage bei euch in der Redaktion eingetroffen.



Zeichnung: Lukas Järvinen 3a, NMS Rum

### Liebes JÖ – Team!

Ich habe eine schwierige Frage an euch und ich hoffe, dass ihr mir sie beantworten könnt. Heute habe ich vor dem Spiegel in der Garderobe eine Kerze angezündet. Obwohl ich nur eine Kerze angezündet habe, sah ich zwei Kerzen leuchten: eine vor dem Spiegel und die andere hinter dem Spiegel. Könnt ihr mir bitte erklären, wie das möglich ist?

Auf eure Antwort freut sich  
Huberta Neugier (13), NMS Illmitz

**Beantworte die Anfrage schriftlich für die Altersgruppe zwischen 10 und 14 Jahren. In deiner Antwort kannst du folgende Begriffe verwenden: Reflexion, Einfallswinkel, Reflexionswinkel, Lot, Spiegelebene, Reflexionsgesetz, scheinbares (virtuelles) Bild und weitere Eigenschaften des entstehenden Bildes**

## Anmerkungen und Zusatzinformationen zu Reflexion und Brechung

Als Anregung zu einer alternativen Beschreibung bzw. Herleitung des Reflexionsgesetzes sei auf das Fermat'sche Prinzip verwiesen. Dieses besagt, dass ein Lichtstrahl den optisch kürzesten Weg nimmt, also jenen Weg, für den das Licht die kürzeste Zeit benötigt. Dies ist ein Extremalprinzip, wie man es auch in vielen anderen Gebieten der Physik wiederfindet. Für die Reflexion innerhalb eines (homogenen) Mediums ist die kürzeste Zeit gleichzusetzen mit dem kürzesten Weg zwischen zwei Punkten. Dabei handelt es sich um eine Gerade, die entweder direkt oder bei Reflexion über einen Spiegel so verläuft, dass Einfallswinkel und Ausfallswinkel gleich groß sind.

Spannender wird dies im Zusammenhang mit dem Brechungsgesetz, wo unterschiedliche Geschwindigkeiten in den einzelnen Medien berücksichtigt werden müssen. Das Brechungsgesetz kann man mit Hilfe des Fermat'schen Prinzips sehr anschaulich und einfach herleiten. Gefragt ist der schnellste Weg zwischen zwei Punkten, die sich in unterschiedlichen Medien befinden. Der Brechungsindex bestimmt die Geschwindigkeit des Lichtstrahls im entsprechenden Medium. Je größer der Brechungsindex desto langsamer breitet sich der Lichtstrahl aus. Innerhalb eines Mediums ist die Gerade der optimale Weg mit kürzester Laufzeit. Die Frage ist also nur noch, an welchem Punkt der Übergang von Medium 1 zu Medium 2 stattfinden soll. Optimal ist dabei nicht, dass im optisch dichteren Medium (also dem mit großem Brechungsindex) die Strecke minimal wird, sondern ein bestimmter Winkel der Lichtstrahlen zum Lot vorliegt –  $n_1 \sin a_1 = n_2 \sin a_2$ .

Analog kann man den Sachverhalt auch mit einem Rettungsschwimmer betrachten, der versucht einen untergehenden Schwimmer zu retten. Der Retter muss dabei zuerst ein Stück am Strand laufen und dann durchs Wasser schwimmen, wobei er am Strand klarerweise schneller ist als im Wasser. Dabei ist es weder optimal, direkt auf den Schwimmer zuzusteuern, noch zuerst auf kürzestem Weg zum Ufer zu laufen. Der optimale Weg ist durch das Brechungsgesetz gegeben, wobei  $v=c/n$ .

## Allgemeine langfristige Ziele (nach Lehrplan) zum Teilbereich „Die Welt des Sichtbaren“:

Die SchülerInnen erwerben ausgehend von Alltagserfahrungen grundlegendes Verständnis über Entstehung und Ausbreitungsverhalten des Lichtes und wenden es an.

- Sie erkennen die Voraussetzungen für die Sichtbarkeit von Körpern und verstehen die Folgeerscheinungen der geradlinigen Lichtausbreitung.
- Sie beschreiben Funktionsprinzipien optischer Geräte und deren Grenzen bei der Bilderzeugung und gewinnen Einblicke in die kulturhistorische Bedeutung (ebener und gekrümmter Spiegel; Brechung und Totalreflexion, Fernrohr und Mikroskop).

## Kernidee:

Im Alltag nutzen wir verschiedene Spiegel und ihre Spiegelbilder.

## Lernziele:

Die SchülerInnen ...

- beobachten Demoexperimente und artikulieren ihre Beobachtungen.
- führen selbstständig Experimente durch, messen, interpretieren und beschreiben die Ergebnisse.
- beschreiben die Reflexion an ebenen Flächen und verwenden dabei Fachbegriffe.
- erklären die Bildentstehung beim ebenen Spiegel.
- beschreiben die Eigenschaften des Bildes beim ebenen Spiegel.
- wenden das Reflexionsgesetz an, um konkrete Aufgaben zu lösen.
- verfassen selbstständig einen Text, in dem sie anhand einer konkreten Anfrage in Leserbriefform die Bildentstehung beim ebenen Spiegel erklären und dabei die entsprechenden Fachbegriffe richtig verwenden.

### Klassifikation

1	W2	Ich kann einzeln oder im Team aus unterschiedlichen Medien und Quellen fachspezifische Informationen entnehmen.
2	W2	Ich kann einzeln oder im Team aus unterschiedlichen Medien und Quellen fachspezifische Informationen entnehmen.
3	W1 E1 E4	<p>Ich kann einzeln oder im Team Vorgänge und Phänomene in Natur, Umwelt und Technik beschreiben und benennen.</p> <p>Ich kann einzeln oder im Team zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Beobachtungen machen oder Messungen durchführen und diese beschreiben.</p> <p>Ich kann einzeln oder im Team Daten und Ergebnisse von Untersuchungen analysieren (ordnen, vergleichen, Abhängigkeiten feststellen) und interpretieren.</p>
4	W3	Ich kann einzeln oder im Team Vorgänge und Phänomene in Natur, Umwelt und Technik in verschiedenen Formen (Grafik, Tabelle, Bild, Diagramm ...) darstellen, erklären und adressatengerecht kommunizieren.
5	W1 W3 W4	<p>Ich kann einzeln oder im Team Vorgänge und Phänomene in Natur, Umwelt und Technik beschreiben und benennen.</p> <p>Ich kann einzeln oder im Team Vorgänge und Phänomene in Natur, Umwelt und Technik in verschiedenen Formen (Grafik, Tabelle, Bild, Diagramm ...) darstellen, erklären und adressatengerecht kommunizieren.</p> <p>Ich kann einzeln oder im Team die Auswirkungen von Vorgängen in Natur, Umwelt und Technik auf die Umwelt und Lebenswelt erfassen und beschreiben.</p>