

Optik I - Einführung und Ausbreitung des Lichts (Best. Nr. 3305)

Die Unterrichtsreihe Optik ist ausgerichtet auf den Mittelstufenunterricht.

Die gesamte Einheit (Teil I bis IV) besteht aus den folgenden auf insgesamt 41 Stunden angelegten Dateien:

Teil I

OPTIK 1 Einführung (1 Stunde)

OPTIK 2 Ausbreitung des Lichts (6 Stunden)

Teil II (Best. Nr. 3306)

OPTIK 3 Reflexion (6 Stunden)

OPTIK 4 Brechung (6 Stunden)

Teil III (Best. Nr. 3307)

OPTIK 5 Linsen (9 Stunden)

OPTIK 6 Auge (3 Stunden)

Teil IV (Best. Nr. 3308)

OPTIK 7 Optische Geräte (4 Stunden)

OPTIK 8 Farbenlehre (6 Stunden)

Die einzelnen Stunden einer Unterrichtseinheit werden in ihrem möglichen Ablauf kurz beschrieben. Die Materialien (Anleitungen bzw. Vorschläge für Experimente, Tafelbilder, Folien, Aufgaben) sind aber so zusammengestellt, dass eine völlige Umgestaltung der Stunden - sowohl ihre inhaltliche Gestaltung als auch den zeitlichen Aufwand betreffend - möglich ist.

Durch Übungsaufgaben werden entweder Themen aufgearbeitet oder aber neue Themen vorbereitet.

In Ergänzung ist ein Vorschlag für eine schriftliche Übung zum Thema 'Die Ausbreitung des Lichts' von etwa 20 Minuten Dauer mit Lösungen beigelegt.

Sämtliche Abbildungen auf den Versuchsanleitungen sind der PHYWE-Ausgabe Physik in Schülerversuchen (Heidemann/Kelle, Physik in Schülerversuchen, 7. - 10. Schuljahr, Ausgabe A/B, PHYWE (Göttingen) 1978) entnommen. Arbeitet man mit einem anderen Experimentiergerät, so sind die Graphiken leicht ersetzbar durch entsprechende. Die Arbeitsanweisungen können übernommen werden, da sie unabhängig vom Gerätehersteller sind.

Korrektur-, Verbesserungs- oder Ergänzungsvorschläge können Sie gerne über den Verlag an mich richten!

Bei der Arbeit mit den Unterrichtseinheiten zur Optik wünsche ich Ihnen und Ihren Schülern viel Spaß!

Gesamtdatei

036_OptikI.ges	Alle Einzeldateien in Folge - Gesamtdatei Optik I
----------------	---

Einzeldateien

001_Vorwort.did	Didaktische Hinweise zur Einheit Optik I
-----------------	--

002_Schueler.txt	Inhaltsverzeichnis für Schüler
------------------	--

003_Litera.txt	Literaturverzeichnis Optik
----------------	--

004_Test.arb	Test Ausbreitung des Lichts - Arbeitsblatt
--------------	--

005_Test.loe	Test Ausbreitung des Lichts - Lösungsblatt
--------------	--

006_Licht.int	Weiterführende Internetlinks
---------------	--

1. Einführung: Optische Phänomene

007_Optik1.did	Didaktische Anmerkungen zu Abschnitt 1
----------------	--

008_Zaubersp.exp	Experiment Der Zauberspiegel
------------------	--

009_Esche.fol	Werke des Malers Maurits Escher
---------------	---

010_Perspekt.txt	Unmögliche Perspektiven
------------------	---

011_Tausch.fol	Optische Täuschungen
----------------	--------------------------------------

012_DoppBild.fol	Doppelbilder
------------------	------------------------------

013_Inversio.fol	Optische Inversionen
------------------	--------------------------------------

014_Bewegt.fol	Bewegte Bilder
----------------	--------------------------------

015_Hysteres.fol	Beispiele für Hysterese
------------------	---

016_Nachbild.fol	Nachbilder und ergänzte Bilder
------------------	--

017_Optik2.did [Didaktische Anmerkungen zu Abschnitt 2](#)

2.1 Ausbreitung des Lichts

018_Licht1.txt [Ausbreitung des Lichts - Stunde 1](#)

019_Licht1.exp [Experimente zur Ausbreitung des Lichts](#)

020_Strasse.txt [Kurioses zur Straßenbeleuchtung](#)

021_Camera.his [Historische Daten zur camera obscura](#)

2.2 Die optische Abbildung

022_Abbild1.txt [Die Optische Abbildung - Stunde 2](#)

023_Ausbreit.fol [Die Ausbreitung des Lichts](#)

024_Abbild.exp [Experiment zur optischen Abbildung](#)

025_Camera.arb [Bastelanleitung für eine camera obscura](#)

026_Versuch.arb [Versuch zum Abbildungsmaßstab - Stunde 3](#)

027_Versuch.loe [Lösungen zum Versuch - Stunde 4](#)

028_Overhead.arb [Aufgabe Overheadprojektor mit Lösungen](#)

2.3 Schatten

029_Schatt1.txt [Stunde 5 Schatten - Teil 1](#)

030_Spiele.fol [Schattenspiele am Overheadprojektor](#)

031_Texte.txt [Alte Texte zu Sonne und Mond - Stunde 6](#)

032_SoMoSte.exp [Experiment Sonne Mond und Sterne](#)

033_Finster.fol [Sonnen- und Mondfinsternisse](#)

034_SonnSys.txt [Informationen zu unserem Sonnensystem](#)

035_Finster.his [Historische Daten zu Sonnenfinsternissen](#)

Die Abkürzungen der Kurz-Dateinamen am Beginn jedes Dateinamens bedeuten:

- *.arb = Arbeitsblatt
- *.exp = Experiment
- *.fol = Folie auf Projektor
- *.did = Didaktische Hinweise
- *.ges = Gesamtdatei
- *.his = Historisches
- *.loe = Lösungsblatt
- *.txt = Information/Textblatt



Hinweise zur Arbeit mit diesen Unterrichtseinheiten

Die Unterrichtseinheiten OPTIK sind ausgerichtet auf den **Mittelstufenunterricht**.

Die vorliegenden Einheiten sind auf insgesamt **41 Stunden** angelegt:

OPTIK I (Best. Nr. 3305)

OPTIK 1	Einführung	1 Stunde
OPTIK 2	Ausbreitung des Lichts	6 Stunden

OPTIK II (Best. Nr. 3306)

OPTIK 3	Reflexion	6 Stunden
OPTIK 4	Brechung	6 Stunden

OPTIK III (Best. Nr. 3307)

OPTIK 5	Linsen	9 Stunden
OPTIK 6	Auge	3 Stunden

OPTIK IV (Best. Nr. 3308)

OPTIK 7	Optische Geräte	4 Stunden
OPTIK 8	Farbenlehre	6 Stunden

In Ergänzung ist ein Vorschlag für eine **schriftliche Übung** mit Lösung von jeweils 20 Minuten Dauer beigelegt. Die Übung behandelt das Thema

Die Ausbreitung des Lichts

Sämtliche Abbildungen auf den Versuchsanleitungen sind der PHYWE-Ausgabe *Physik in Schülerversuchen* (Heidemann/Kelle, Physik in Schülerversuchen, 7. - 10. Schuljahr, Ausgabe A/B, PHYWE (Göttingen) 1978) entnommen. Arbeitet man mit einem anderen Experimentiergerät, so sind die Graphiken leicht ersetzbar durch entsprechende. Die Arbeitsanweisungen können übernommen werden, da sie unabhängig vom Gerätehersteller sind.

Bei zahlreichen Abbildungen finden sich Hinweise und graphische Elemente, die über die eigentliche Abbildung gelegt sind und somit bei Bedarf leicht verändert oder entfernt werden können. In zahlreichen Fällen sind Graphikelemente auch gruppiert, so dass diese Gruppierung vor einer eventuellen Bearbeitung

zunächst aufgehoben werden muss. Die Abbildungen selbst sind durchweg so weit zu vergrößern, dass sie auch als Folien ausgedruckt werden können.

Für die Schüler ist ein separates Inhaltsverzeichnis beigelegt, das sie nach Abschluss dieser Unterrichtsreihe in ihre Mitschrift einkleben können.

Korrektur-, Verbesserungs- oder Ergänzungsvorschläge können Sie gerne über den Verlag an mich richten!

Bei der Arbeit mit diesen Unterrichtseinheiten zur Optik wünsche ich Ihnen und Ihren Schülern viel Spaß!

VORSCHAU

Übersicht über die Unterrichtseinheiten Best. Nr. 3305 - 3308

und die zu ihnen jeweils vorgeschlagenen Stundeninhalte

OPTIK I – Best. Nr. 3305

OPTIK 1:	Einführung
1 Stunde:	Einführung
OPTIK 2:	Ausbreitung des Lichts
1. Stunde:	Einführung
2. Stunde:	Die optische Abbildung: Einführende Betrachtungen
3. Stunde:	Die optische Abbildung: Schülerversuch
4. Stunde:	Die optische Abbildung; Abbildungsmaßstab
5. Stunde:	Schatten: Kernschatten und Halbschatten
6. Stunde:	Schatten: Sonnen- und Mondfinsternis

Optik II – Best. Nr. 3306

OPTIK 3:	Reflexion
<hr/>	
1. Stunde:	Reflexion am ebenen Spiegel: Schülerversuch
2. Stunde:	Reflexion am ebenen Spiegel: Reflexionsgesetz
3. Stunde:	Hohl- und Wölbspiegel: Schülerversuch
4. Stunde:	Hohl- und Wölbspiegel: Strahlengang
5. Stunde:	Hohl- und Wölbspiegel: Bildentstehung
6. Stunde:	Hohl- und Wölbspiegel: Zusammenfassung
OPTIK 4:	Brechung
<hr/>	
1. Stunde:	Einführung
2. Stunde:	Brechung: Schülerversuch
3. Stunde:	Brechungsindex
4. Stunde:	Totalreflexion
5. Stunde:	Planparallele Platte: Schülerversuch
6. Stunde:	Prisma: Schülerversuch

Optik III – Best. Nr. 3307

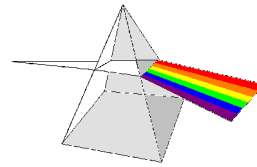
OPTIK 5:	Linsen
1. Stunde:	Einführung
2. Stunde:	Konvexlinsen: Schülerversuch
3. Stunde:	Konvexlinsen: Strahlengang
4. Stunde:	Konkavlinsen: Schülerversuch
5. Stunde:	Konkavlinsen: Strahlengang
6. Stunde:	Linsengleichung: Schülerversuch
7. Stunde:	Linsengleichung
8. Stunde:	Zusammenfassung
9. Stunde:	Linsensysteme und Dioptrie

OPTIK 6:	Auge
1. Stunde:	Sehtheorien und Aufbau des Auges
2. Stunde:	Sehfehler
3. Stunde:	Freihandversuche

Optik IV – Best. Nr. 3308

OPTIK 7:	Optische
1. Stunde:	Overheadprojektor
2. Stunde:	Diaprojektor
3. Stunde:	Mikroskop und Fernrohr
4. Stunde:	Spiegelreflexkamera

OPTIK 8:	Farbenlehre
1. Stunde:	Dispersion: Schülerversuch
2. Stunde:	Dispersion
3. Stunde:	Additive Farbmischung: Schülerversuch
4. Stunde:	Additive Farbmischung
5. Stunde:	Subtraktive Farbmischung
6. Stunde:	Regenbogen und andere Anwendungen



Optik

1 - Einführung

1 Stunde:

Optische Phänomene

VORSCHAU



OPTIK 1

1 Stunde

Einführung

Optische Phänomene

Die Einführung in die Optik kann über optische Phänomene erfolgen.

Die folgenden Gruppen von Phänomenen werden vorgeschlagen:

- **Zauberspiegel**
- **Bilder von Escher**
- **Unmögliche Perspektiven**
- **Optische Täuschungen**
- **Doppelbilder**
- **Optische Inversionen**
- **Bewegte Bilder**
- **Hysterese**
- **Nachbilder**

ad Zauberspiegel:

Am Anfang kann der so genannte ‚Zauberspiegel‘ stehen. Geht man mit diesem optischen Spielzeug durch die Reihen der Schüler, ist die Verblüffung groß, dass man sich an der deutlich erkennbaren Heftzwecke, die man hineingelegt hat, nicht in den Finger sticht, da doch diese offensichtlich oben auf dem Spiegel liegt! Was man dort oben sieht, ist aber natürlich nur das virtuelle Bild. Den Schülern ist dies noch nicht verständlich in dieser Phase des Physikunterrichts; aber das Experiment ist für sie doch sehr verblüffend und damit motivierend. Der Lehrer sollte darauf hinweisen, dass in einer späteren Phase des Unterrichts dieses Experiment verstanden werden kann. Dass allerdings der Spiegel auseinander genommen und die Situation als optisches Phänomen offen gelegt wird, versteht sich.

ad Bilder von Escher:

Die Bilder von M. C. Escher verwirren immer wider den Verstand, da sie scheinbar der Wirklichkeit entnommen sind, indem sie nämlich wirkliche Gegenstände zeigen, aber doch der Wirklichkeit widersprechen.

So zeichnet sich in der Lithographie ‚Zeichnende Hände‘ eine Hand selbst – aber welche? Dreht man das Bild um 180° , so ist es plötzlich die andere als die zunächst vermutete Hand, die sich selbst zeichnet!

Im ‚Wasserfall‘ strömt das Wasser immer abwärts – wie aber gelangt es dann nach oben? Die Lösung liegt im Wechsel der Perspektive, den die Wirklichkeit nicht zulässt.

Ständige Perspektivwechsel liegen auch in der ‚Relativität‘ vor. Metamorphosen, also Verwandlungen bestimmen Bilder wie den Holzschnitt ‚Tag und Nacht‘, bei dem aus den schachbrettartigen Feldern am Boden durch fließende Übergänge und Verweichlichung der Formen plötzlich fliegende Enten werden – und dies sogar spiegelbildlich schwarz (nach links) und weiß (nach rechts)! In gleicher Weise werden aus

den Fischen in der Metamorphose ‚Fische und Enten‘ wiederum Enten; diesmal freilich werden aus weißen Fischen schwarze Enten. (Ein ähnliches Bild von 1938 ist mit ‚Luft und Wasser‘ betitelt.)

Schließlich zeigt das mit ‚Treppen‘ bezeichnete Bild merkwürdige raupenartige Wesen, die sich vor allem über die Treppen bewegen, die aber stets aus einer anderen Perspektive dargestellt sind. Die Wirklichkeit lässt nur eine einzige Perspektive zu. Jede der hier gewählten Perspektiven spiegelt für sich die Realität wider – die Zusammenstellung der verschiedenen Perspektiven aber ist unzulässig.

Von den in zahlreichen Quellen zu findenden Bildern Eschers sind die folgenden besonders interessant:

- **Zeichnende Hände**
- **Metamorphosen: Tag und Nacht**
- **Metamorphosen: Fische und Enten**
- **Knoten**
- **Wasserfall**
- **Treppauf - treppab**
- **Relativität**
- **Treppenhaus**
- **Belvedere**
- **Oben und unten**

ad Unmögliche Perspektiven:

Ähnlich unverträgliche Perspektivwechsel wie die Bilder von Escher zeigen der ‚Würfel‘ und der ‚Bolzen mit Muttern und Halterung‘. Beim Würfel ist die Darstellung zweier Kanten völlig widersprechend. Jede der beiden Kanten kann vorn oder hinten sein – aber wenn die eine vorne ist, dann muss die andere hinten sein und umgekehrt; entsprechend werden Teile der einen Kante durch eine andere davor befindliche verdeckt. Aber das zeigt das Bild nicht! Es zeigt beide Kanten vorn! Bei dem ‚Bolzen‘ sind es fehlende Linien, die nur zwei der drei Stifte klar erkennen lassen, bei der Halterung ist es wie bei den Muttern wiederum der unzulässige Perspektivwechsel, der völlige Verwirrung schafft.

In der Abbildung ‚Unerklärlich‘ geht es um unmögliche Winkel.

ad Optische Täuschungen:

Das Umfeld eines Gegenstandes in einer bildlichen Darstellung beeinflusst die Wahrnehmung.

So erscheint sicher, dass die ‚Parallelen‘ eben nicht parallel sind. Erst das Anhalten eines Geo-Dreiecks oder dergleichen macht dem skeptischen Betrachter deutlich: es liegen tatsächlich Parallelen vor. Die inneren ‚Kreise‘ erscheinen ganz unterschiedlich groß. Sind sie von großen Kreisen umgeben, erscheinen sie kleiner als dann, wenn sie von kleineren Kreisen umgeben sind.

Die ‚gleiche(n) Strecken‘ sind wirklich gleich lang. Im oberen Bild verwirren die Pfeile, die in unterschiedliche Richtungen weisen und die Abschnitte scheinbar verkürzen oder verlängern. Im mittleren Bild sind dies die auseinander laufenden Linien, die den Abstand der beiden linken Punkte eindeutig größer erscheinen als den Abstand der beiden rechten Punkte zueinander. Die vorgegebene Perspektive lässt die ‚gleich lange(n) Strecken‘ unterschiedlich lang erscheinen – sie dürfen einfach nicht gleich lang sein! Ebenso erscheinen die beiden inneren Winkel unterschiedlich groß, weil zwei weitere Schenkel eines größeren Winkels unterschiedlich weit von ihnen entfernt sind. Der linke Winkel erscheint daher kleiner als der rechte.

Der Zylinder hat sicher nicht die gleiche Breite wie Höhe – und dennoch bestätigt das Anlegen eines Geo-Dreiecks eben dies! Und dass die ‚Kreishöhen‘ unterschiedlich lang sind, dürfte auch klar sein! Das

Gegenteil ist leicht zu beweisen, indem man die beiden Kreisbögen etwa ausschneidet und dann zur Deckung bringt (oder wieder ein Geo-Dreieck anhält) – sie sind gleich groß!

ad Doppelbilder:

Zwei Bilder in einem findet man beispielsweise in der Darstellung der ‚Vase‘ mit den zwei Gesichtern. Das Bild ist sehr einfach aufgebaut, die beiden Darstellungen sind daher rasch erkennbar.

Aber wie sieht es mit der Darstellung der ‚alten oder jungen Frau‘ von W.E. Hilla aus dem Jahre 1915 aus? Ist es eine Frage des Alters, eine Frage der Stimmung, der positiven Einstellung vielleicht, ob man zunächst die junge Frau sieht (was wohl bei der Mehrzahl der Betrachter der Fall ist)? Sie trägt eine Pelz und hat das Gesicht nach links hinten gewendet. Ihr Hals trägt eine Kette, ihre Nasenspitze und eine Augenbraue sind gerade noch erkennbar. Offenbar hat sie ein zartes, feines Gesicht. Ganz anders stellt sich die alte Frau dar. Ihr Gesicht ist nicht nur vom Alter gezeichnet, sie wirkt vielmehr enttäuscht, skeptisch auf etwas ihr noch Unbekanntes blickend. Ihr Blick ist nach links vorne gerichtet. Der Hals der jungen Frau ist ihr kräftig vorgezogenes Kinn, die Kette ist ihr Mund. Das Kinn der jungen Frau ist ihre Nase, die dunklen Haare trägt sie tief im Gesicht.

Ein Bild für den Naturwissenschaftler ist Einsteins Kopf, in dem sich drei Badenixen finden. Die Details treten hier vor dem Gesamteindruck zunächst zurück und müssen aufmerksam erschlossen werden.

ad Optische Inversionen:

Perspektivsprünge lassen manchmal gar andere Bilder zu, wenn man dem Gehirn zumindest drei Sekunden Zeit gibt.

Die ‚Drahtrolle‘ kann ihre vordere Öffnung rechts haben und sich nach hinten links erstrecken – oder aber sie ist vorne links geöffnet und erstreckt sich nach hinten rechts! Das Problem des Betrachters ist die Tatsache, dass er durch einen ersten Blick häufig auf eine Perspektive festgelegt ist. Die andere Perspektive ist nur zu gewinnen, wenn man den Blick abwendet und dem Bild wieder neu zuwendet. Dabei ist der beim Hinsehen gewonnene Eindruck für mindestens drei Sekunden etwa stabil. Ein allzu schneller neuer Blick auf das Bild ist also nicht hilfreich. Wohl aber hilft es, sofern das Bild gedruckt vor dem Betrachter liegt, dieses unter einem anderen Blickwinkel zu betrachten, indem man das Blatt anhebt und nach vorne und hinten bzw. zur Seite neigt!

Bei der ‚Treppe‘ ist unklar, ob sie von links unten nach rechts oben verläuft oder aber – was zugegebenermaßen der Wirklichkeit widerspricht, perspektivisch aber zulässig ist – quasi umgekehrt an der Decke hängt! Die Trittfläche der Treppenstufen weist dann nicht mehr von vorne rechts nach hinten links, sondern von vorne links nach hinten rechts und natürlich nach unten. Ein solches Muster wäre aber beispielsweise als stuckartige Verzierung an Decken denkbar.

Bei den ‚Würfeln‘ ist unklar, aus welcher Richtung man diese betrachtet, welche Flächen also ‚oben‘ liegen. Sieht man die dunklen Flächen oben, betrachtet man die Würfel von oben. Sieht man die dunklen Flächen aber unten, sieht man ein überhängendes Gebilde.

ad Bewegte Bilder:

Wellenlinien, die das Auge durch relativ komplizierte Bewegungen abfahren muss wie in dem Bild ‚Herbst‘ von Bridget Riley, bewirken den Eindruck von Bewegung.

Dreht man das Bild ‚Zahnrad‘ von Silvanus Thompson, so scheinen sich das Zahnrad und die Kreise in gleicher Richtung mit gleicher Geschwindigkeit um ihr jeweiliges Zentrum zu drehen.

Im letzten Bild dieser Themengruppe ist man sicher, Spiralen zu sehen – bis man diese mit dem Bleistift abfährt und entdeckt, dass es sich um Kreisbahnen handelt!

ad Hysterese:

Bei der Hysterese wirkt ein Bild nach. Bei der Verwandlung eines Bildes über mehrere Zwischenbilder in ein anderes nimmt man erst sehr spät das neue Bild wahr. Der Vorgang ist umkehrbar, wobei entsprechend das ursprüngliche Bild erst sehr spät wahrgenommen wird.

Bei der ersten Bilderserie verwandelt sich ein Frosch in den griechisch-römischen Gott Apoll.

Die zweite Bilderserie demonstriert, wie aus einem griesgrämigen Mann ein hübsches Mädchen wird.

Die dritte Bilderserie schließlich belegt, dass Hysterese auch mit Worten möglich ist.

ad Nachbilder:

Nachbilder entstehen nach einer intensiven Bildbetrachtung und beeinflussen die Wahrnehmung des neuen Bildes. Bildergänzung ist ein Stichwort.

So sieht man im ersten Bild ein Dreieck, das es gar nicht gibt, aber leicht und geradezu reflexartig vom Auge bzw. genauer dem Gehirn ergänzt wird.

Das zweite Bild zeigt ein durch äußerst grobe Pixel entstelltes Bild von Lincoln, der bei halb geschlossenen Augen bzw. großem Bildabstand aber dennoch gut erkennbar wird.

Im letzten Bild schließlich entstehen als Nachbild der weißen Kreise beim Betrachten einer weißen Wand an deren Stelle schwarze Kreise!

Ein lesenswerter Beitrag zum Thema findet sich in dem Artikel „Magische Bilder“ von Reinhart Behr in der Zeitschrift Praxis der Naturwissenschaften, Heft 7/44, Jahrgang 1995, S.43-46.

VORSCHAU



Unmögliche Perspektiven

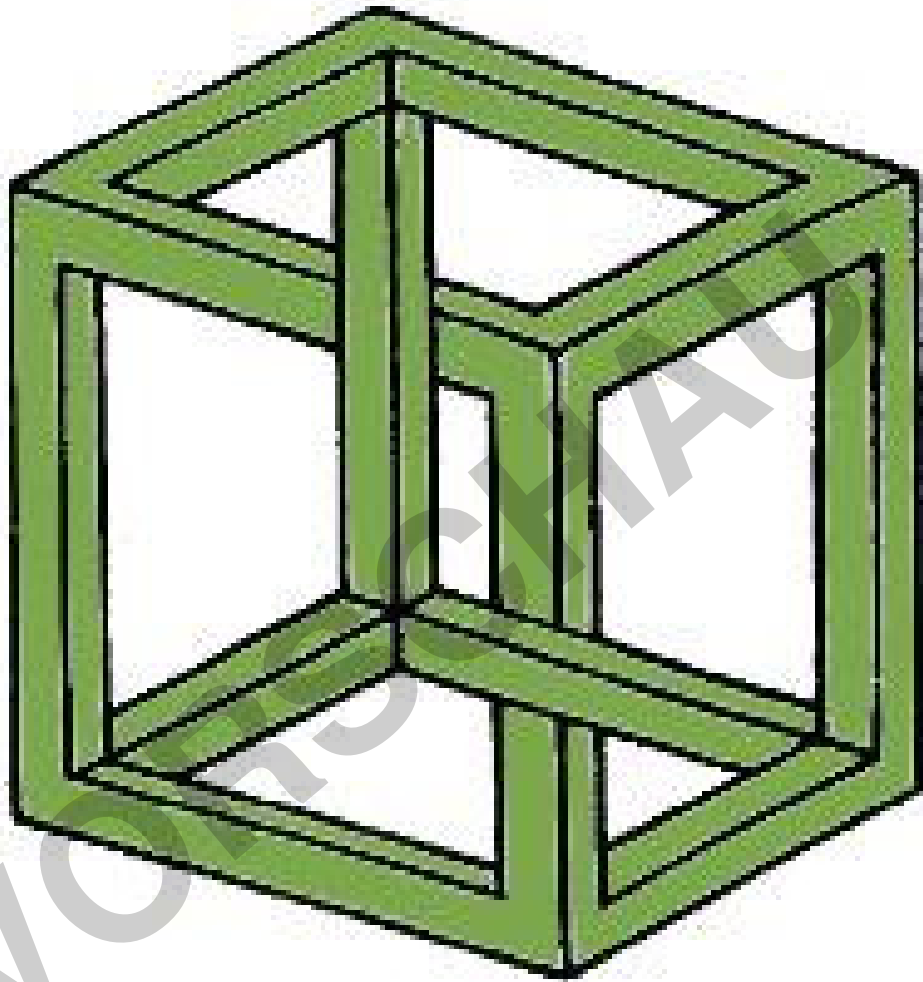
Ähnlich wie bei den Bildern von Escher werden Gegenstände aus verschiedenen Perspektiven betrachtet und diese dann zusammengeführt.

Beim Würfel liegen die vertikalen Seitenkanten links und rechts fest. Aber wo im Raum verlaufen die mittleren vertikalen Kanten? Eine dieser Vertikalen muss im Vordergrund, eine im Hintergrund verlaufen. Dementsprechend ist die Orientierung der Horizontalen von den Seitenkanten her. Die aber passen oben und unten nicht zueinander!

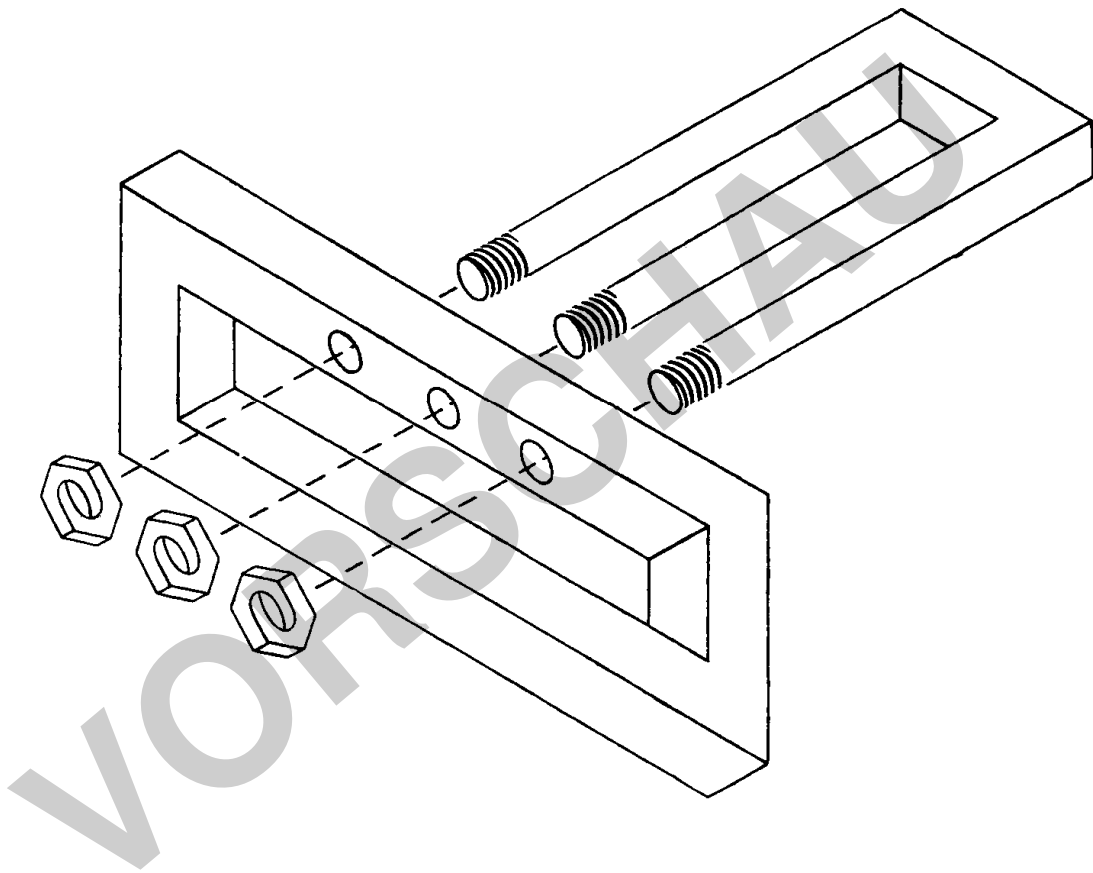
Bei den Bolzen mit den Muttern und der Halterung gibt es eine Symmetrieachse durch alle dargestellten Körper, die unter einem Winkel von etwa 45 Grad von links unten nach rechts oben verläuft. Jede der beiden so entstehenden Bildhälften ist in sich stimmig – aber es ist unmöglich, beide zusammen zu bringen. Denn die linke Hälfte gewinnt ihre Perspektive aus dem Blick von links hinten nach rechts vorne, während die rechte Hälfte eine Perspektive von rechts hinten nach links vorne hat.

Bei dem letzten Körper besteht das Problem darin, dass die rechte obere Bildhälfte – eine Bildachse läuft von rechts unten nach links oben – und die linkere untere Bildhälfte zwar am Stab zusammengeführt werden können, dann aber in dem massiven Körper unmöglich nur Winkel von 90 Grad auftreten können. Anders herum: nimmt man die 90 Grad-Winkel als gegeben an, können die linken Enden des Körpers nicht auf einem Stab (zudem in verschiedenen Ebenen!) zusammengeführt werden.

Würfel



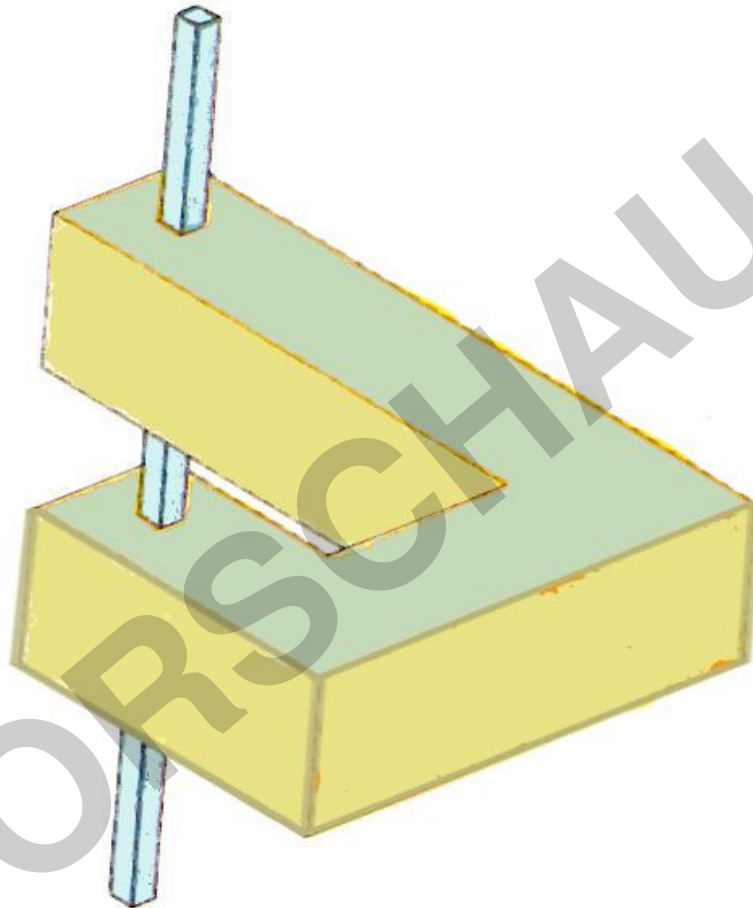
Bolzen mit Muttern und Halterung



Mueller, Conrad G., Rudolph, Mae und die Redaktion der Time-Life-Bücher: Licht und Sehen, Reinbek bei Hamburg (Rowohlt) 1978 u.ö.,

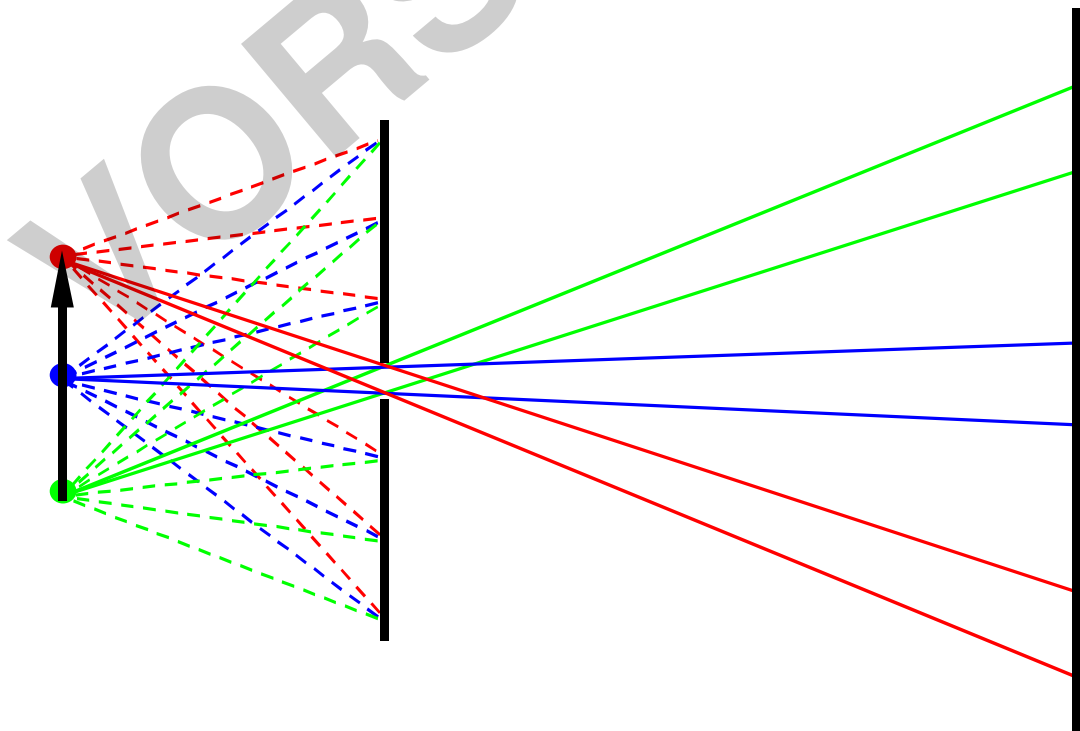
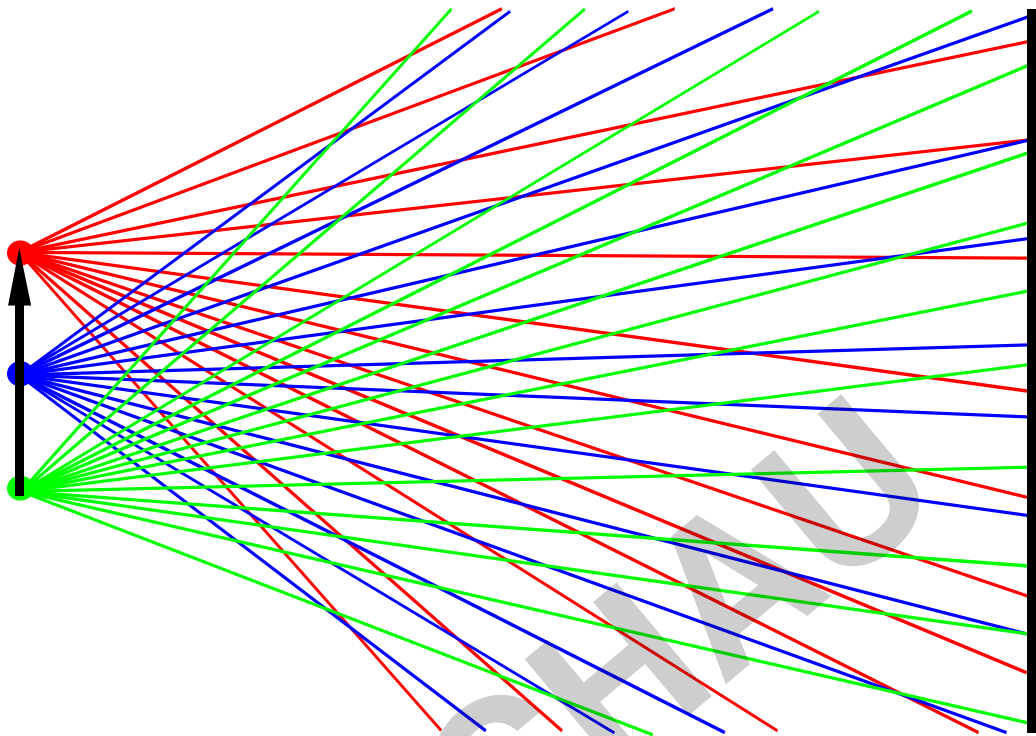
S.171 unten

Unerklärlich





Ausbreitung des Lichts





Versuch

Name:

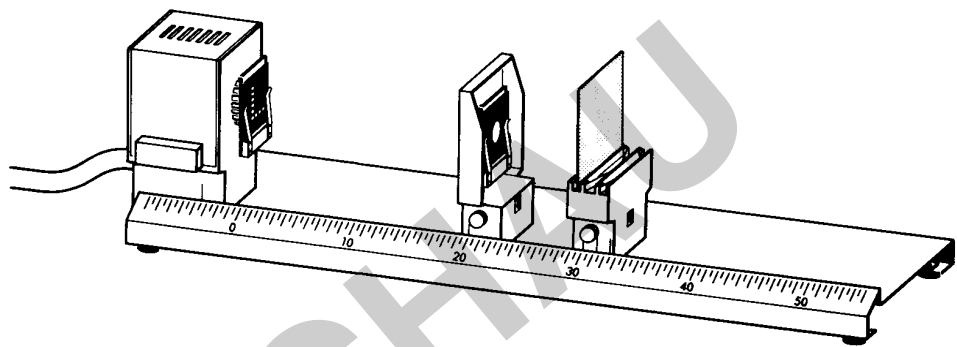
Abbildungsmaßstab

Datum:

Materialien:

optische Bank	Fassung mit Haltemagnet
Experimentierleuchte	Lochblende
aufsteckbarer Blendenhalter	Mattscheibe
Perl-L	

Versuchsaufbau:



Versuchsdurchführung und Versuchsprotokoll:

1. Die Experimentierleuchte ist an die Ausgänge 1 und 2 anzuschließen!
2. Auf die Position 0 cm ist die Experimentierleuchte, auf Position 20 cm die Lochblende und auf Position 30 cm die Mattscheibe zu stellen.
3. Das Perl-L ist mit dem Blendenhalter auf die Experimentierleuchte zu stecken. Experimentierleuchte an die Kante der optischen Bank stellen, sodass das Perl-L an der Position 0 cm steht.
4. Die Gegenstandsgröße G des Perl-L und die Gegenstandsweite g zwischen Perl-L und Lochblende sind zu bestimmen!
5. Im Folgenden wird die Bildweite b , also der Abstand zwischen Lochblende und Mattscheibe, zwischen 10 cm und 30 cm in 5 cm-Schritten variiert; dazu ist jeweils die Bildgröße B zu messen!

g / cm	G / cm	b / cm	B / cm

6. Abschließend wird die Bildweite b auf 10 cm festgelegt und die Gegenstandsweite g zwischen 10 cm und 30 cm in 5 cm-Schritten variiert; dazu ist jeweils die Bildgröße B zu messen!



Texte zu Sonne und Mond

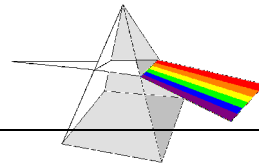
Archilochos von Paros -nach einer Sonnenfinsternis 648 v. Chr.

Unvorstellbares Ereignis, ganz unmöglich, wunderbar
ist hinfort nichts mehr auf Erden, seit der Göttervater Zeus
Mittagszeit in Nacht verwandelt und der hellen Sonne Licht
sich verbergen ließ. Die Menschen spürten plötzlich kalte Angst.
Und seither ist nichts verlässlich: glaubwürdig den Menschen scheint
alles jetzt. Drum wundre keiner sich, wenn er Delphine sieht
ihre Wohnstätten im Meere tauschen mit dem Waldgetier
und wenn diesem Wild die Wogen und ihr Rauschen künftighin
lieber als das Festland scheinen und der Fisch im Bergwald haust.

Aristarch von Samos

320 - 250 v. Chr.

Der Mond hat kein Licht von sich aus,
und soviel die Sonne von ihm sieht,
soviel beleuchtet sie;
und von dieser Beleuchtung
sehen wir so viel,
wie viel uns davon sieht.



Optik

2 - Ausbreitung des Lichts

1. Stunde:

Die Ausbreitung des Lichts

2. / 3. / 4. Stunde:

Die optische Abbildung

5. / 6. Stunde:

Schatten

VORSCHAU



netzwerk
lernen



zur Vollversion



OPTIK 2

6 Stunden

Die Ausbreitung des Lichts

1. Stunde: Die Ausbreitung des Lichts

Ein einführendes Experiment kann mit einem Laser durchgeführt werden. In aller Regel äußern sich Schüler spontan über den Laser, seine Eigenschaften oder seine Anwendungsmöglichkeiten. Es muss der jeweiligen Situation überlassen bleiben, inwieweit man auf Details eingeht. Auf jeden Fall sollte man sich zu den Sicherheitsbestimmungen und auch über die beliebten Laserpointer äußern! (Es sei angemerkt, dass ein Laser auf dem Mond einen Lichtfleck von 60 m Durchmesser erzeugt; dies entspricht beispielsweise der Größe, in der man eine Streichholzschachtel in Dortmund von Köln aus sieht!)

Sehr kontrovers fallen die Antworten auf die Frage aus, was denn nun zwischen dem Laser und der Wand sei. Schließlich sehe man nur das Gerät und den Punkt des Lasers an der Wand! Die Behauptung, auch dazwischen sei der Lichtstrahl vorhanden, muss belegt werden. Zigarettenrauch ist in der Mittelstufe aus pädagogischen Gründen abzulehnen, aber Kreidestaub ist auch sehr hilfreich! Zuvor sollte man den Raum intensiv abdunkeln.

Mit einer Taschenlampe kann leicht gezeigt werden (indem man sie nämlich mit ihrer Vorderseite bei hellem Tageslicht von den Schülern abgewendet hält), dass Licht nur erkennbar ist, wenn es direkt in unser Auge oder auf Gegenstände trifft.

Ein Dia kann ‚projiziert‘ werden, indem man sehr rasch eine Stativstange im Lichtkegel auf und ab bewegt. Das Motiv ist bei hinreichend rascher Bewegung durchaus gut erkennbar!

Überraschung kann ein Periskop auslösen, das allenthalben leicht im Spielzeughandel erhältlich ist. Wie kann ich mit einem solchen Gerät um die Ecke gucken? Einerseits wird hiermit auf die Spiegel hingearbeitet, andererseits wird bewusst gemacht, dass Licht sich geradlinig ausbreitet.

Es bleibt schließlich noch zu klären, ob sich Lichtstrahlen ungestört überlagern. Die Frage kann mit Blick auf sich überlagernde Scheinwerferkegel zweier Fahrrad- oder Autoscheinwerfer beantwortet werden. In der Schule demonstriert man dies leicht mit den Lichtstrahlen zweier Reuterlampen, deren Lichtbündel man streifend über einen Schirm fallen lässt. Damit (nämlich mit der Reuterlampe) ist zugleich ein wichtiges Experimentiergerät der Optik erstmals vorgestellt.

Das Licht, das wir in großer Dunkelheit oder an langen Winterabenden als so hilfreich empfinden, fand keineswegs stets die ungeteilte Zustimmung, wie ein Zeitungsartikel aus der Kölnischen Zeitung vom 28. März 1819 zeigt. Es empfiehlt sich eine Kopie für alle Schüler oder die Präsentation auf einer Folie.



OPTIK 2

6 Stunden

Die Ausbreitung des Lichts

2. Stunde: Die optische Abbildung (1)

Einführende Betrachtungen

Zunächst wird methodisch in die Darstellung von Gegenständen in der Optik eingeführt.

Den Schülern ist sofort einsichtig, dass abzubildende Gegenstände nicht jedes Mal skizziert werden können. Vielmehr ist eine grobe Vereinfachung der Darstellung wesentlich praktischer. Die Physik bedient sich dazu des Pfeils.

Auf Sehtheorien soll erst beim Thema ‚Auge‘ eingegangen werden. Insofern wird das Vorgehen an dieser Stelle zunächst darauf beschränkt, dass der abzubildende Gegenstand selbst leuchtet (z.B. der ausgedehnte Glühfaden in einer Taschenlampe oder eine Leuchtstoffröhre). Von jedem Punkt dieses Gegenstandes gelangt dann Licht in einem Lichtbündel an alle Stellen eines Schirms (Folie ‚Entstehung einer optischen Abbildung‘).

Wird im Folgenden das Perl-L eingeführt, so wirkt jede kleine Glasperle dieses Perl-L wie eine eigene Lichtquelle; es spielt für den Betrachter keine Rolle, dass das Licht in Wirklichkeit aus einer vom Perl-L zu unterscheidenden Lichtquelle stammt – wenn man einmal davon absieht, dass dadurch die Richtung der Lichtstrahlen eingeschränkt ist und sich die Lichtstrahlen hinter dem Perl-L nicht mehr isotrop im Raum ausbreiten.

Mit dem Aufbau der optischen Bank wie im Schülerversuch der darauf folgenden Stunde zum Abbildungsmaßstab werden die Schüler mit wichtigem Instrumentarium der Optik vertraut gemacht. Alle verwendeten Einzelteile des Versuchsaufbaus sollten den Schülern genau gezeigt und benannt werden. Der Versuchsaufbau gleicht demjenigen auf dem Arbeitsblatt für die Schüler zu entnehmen, wobei ein größerer Schirm und ein größerer Abstand des Perl-L gewählt werden sollten. Außerdem ist in der Optik grundsätzlich bei den meisten Versuchen auf eine hinreichende Verdunkelung zu achten.

Die Schüler erkennen sofort, dass das Bild des Perl-L (Original zuvor auf dem Overheadprojektor präsentieren und dabei die Glasperlen zählen!) auf dem Kopf steht und seitenverkehrt ist. Dabei sollte man darauf hinweisen, dass also die Beschränkung auf die zweidimensionale Darstellung eines dreidimensionalen Gegenstandes durch einen Pfeil gerechtfertigt ist. Denn für links und rechts gelten – dies zeigt das Perl-L – offenbar dieselben Vertauschungs- und Abbildungsgesetze wie für oben und unten.

Das Bild ist erst durch Einbringung einer Lochblende entstanden. Der Einfluss dieser Lochblende ist zu diskutieren. Dabei können mit Hilfe des Tafelbildes die Begriffe Gegenstandsgröße und Bildgröße sowie Gegenstandsweite und Bildweite eingeführt werden.

Verbleibt Zeit, kann an dieser Stelle (oder in der vierten Stunde) auf die camera obscura eingegangen werden, die allen Schülern bereits in der Orientierungsstufe (Klasse 5 und 6) vorgestellt worden sein sollte. Wurde dort noch keine eigene camera obscura gebaut, so ist dies nun als Hausaufgabe denkbar; ein größeres Projekt ist eine begehbare camera obscura. Eine Bastelanleitung für eine camera obscura ist beigefügt. Ergänzend finden sich historische Anmerkungen und Abbildungen.



OPTIK 2

6 Stunden

Die Ausbreitung des Lichts

4. Stunde: Die optische Abbildung (3)

Auswertung des Schülerexperiments zum Abbildungsmaßstab

In der Auswertung des Schülerexperiments soll der Abbildungsmaßstab erarbeitet werden.

Erfahrungsgemäß tun sich die Schüler sehr schwer mit der Tatsache, dass nicht alle Gruppen dieselben Werte beim Versuch gemessen haben. Hier ist es angebracht, mit den Schülern über Fehler beim Experimentieren zu sprechen, die zwangsläufig zu leicht unterschiedlichen Ergebnissen führen.

Die zitierten Versuchsergebnisse sind die theoretischen Werte. Die Abweichungen der Schüler sollten nur wenige Prozent betragen.

Um die beiden letzten auf dem Arbeitsblatt für die Schüler zunächst noch leeren Spalten zu füllen, kann man entweder ‚gute‘ Werte einer Schülergruppe für alle zugrunde legen oder jede Gruppe mit ihren eigenen Werten rechnen lassen. Es muss nochmals deutlich gemacht werden, dass Abweichungen von nicht mehr als 10% als Übereinstimmung im Rahmen der experimentellen Möglichkeiten gedeutet werden können (und müssen).

Die beiden Teilversuche dienen dazu, zunächst scheinbar verschiedene Versuchsergebnisse hervorzubringen. Den Schülern, die zu diesem Zeitpunkt in der Regel im mathematischen Umgang mit Brüchen – zumal mit Symbolen statt konkreten Zahlen – noch wenig Übung haben, muss durch eine Rechnung deutlich gemacht werden, dass beide Ergebnisse ineinander umformbar, also identisch sind.

Physikalisch ist der Abbildungsmaßstab eine relevante Größe. Dieser Begriff ist den Schülern aus dem Erdkundeunterricht aus Landkarten bekannt.

Zwei Aufgaben zum Overheadprojektor und zur camera obscura (in der Stunde behandelt oder eine bzw. beide als Hausaufgabe gestellt) zeigen eine Anwendung des Abbildungsmaßstabes.



OPTIK 2

6 Stunden

Die Ausbreitung des Lichts

6. Stunde: Schatten (2)

Sonnen- und Mondfinsternis

Eine unmittelbare physikalische Anwendung des Themas Schatten findet sich in der Erklärung von Mond- und Sonnenfinsternissen.

Der Einstieg kann über kurze Texte von Archilochos von Paros und Aristarch von Samos erfolgen.

Ein Freihandversuch, beschrieben und durch eine Abbildung erläutert, lässt die Schüler die Mondphasen selbständig ermitteln und an die Tafel zeichnen.

Die Folie Mondphasen kann (mit Hilfe einer Overlay-Folie) um die fehlenden Bezeichnungen ergänzt werden. Dabei kann man den jeweiligen Tag ergänzen, an dem die jeweils dargestellte Mondphase innerhalb eines Mondmonats erreicht ist.

Das Arbeitsblatt Mondphasen ist insofern von einiger Schwierigkeit, als die Darstellungen des Mondes größtenteils noch um einen unbestimmten Winkel gedreht werden müssen. Dazu muss den Schülern die Folie: Der Mond, wie wir ihn sehen, gezeigt werden: Die Maria (große dunkle Flecken) liegen überwiegend auf der Nordhalbkugel des Mondes. Hier zeigt sich, ob die Schüler die Mondphasen auch anschaulich verstanden haben.

An dieser Stelle mögen einige weitergehende Informationen zu Sonne, Mond und Erde angebracht sein. Manches kann man von interessierten und kundigen Schülern erfragen; manches wird man lediglich mündlich vermitteln, anderes vielleicht schriftlich festhalten wollen. Es ist auch durchaus denkbar, das Informationsblatt ganz oder in Auszügen kopiert den Schülern in die Hand zu geben.

Einige historische Anmerkungen finden sich in Historisches – Sonnen- und Mondfinsternis. Dabei mag verblüffen, dass Thales die Sonnenfinsternis im Mai 585 v. Chr. bereits richtig vorhergesagt hat. Und verblüffend mag auch sein, dass eine Kugelgestalt der Erde bereits bei den Griechen angenommen und sogar der Durchmesser der Erde berechnet wurde (dies nachzuvollziehen bietet sich allerdings erst in der Jahrgangsstufe 11 an).

Weitere Vertiefungen sind an dieser Stelle durchaus denkbar, etwa über die Begriffe ‚totale‘ und ‚partielle Finsternisse‘, oder es kann eine Aufstellung der Sonnen- und Mondfinsternisse in den folgenden Jahren gemacht werden. Eine Tabelle gibt über die Mondfinsternisse Aufschluss.

Hinweise auf die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichts sind denkbar; eine Tabelle enthält einige Daten. Einige Laufzeiten des Lichts - errechnet aus den mittleren Abständen der Himmelskörper - sind ebenfalls in einer Tabelle angegeben.