



Physik

1

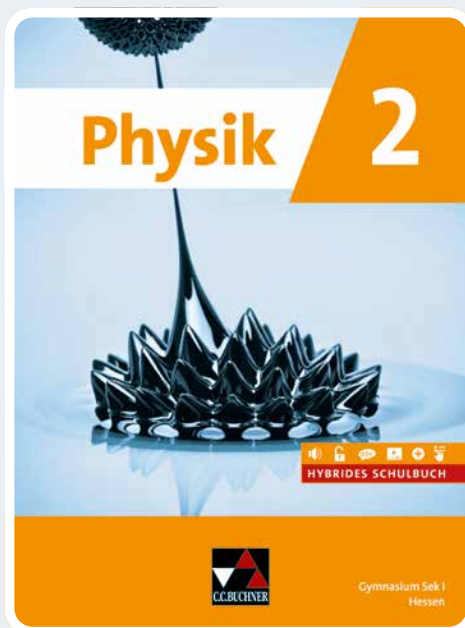
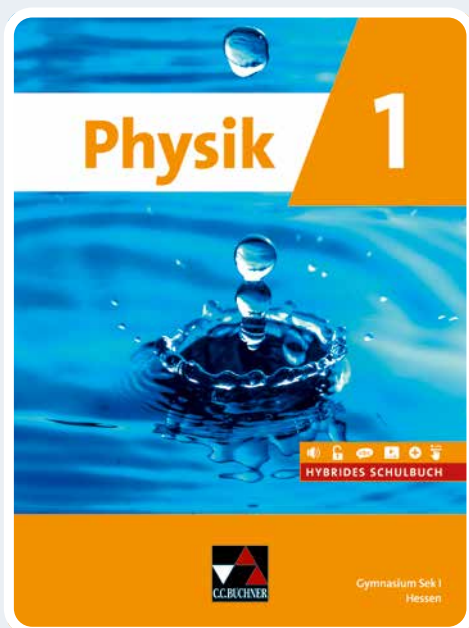
kostenfreie
LESEPROBE



HYBRIDES SCHULBUCH



Gymnasium Sek I
Hessen



Werfen Sie bereits
jetzt einen Blick in
Band 2!

Physik – Hessen - Ausgabe ab 2027

Unterrichtswerk für Physik in der Sekundarstufe I an Gymnasien

Mit **Band 1 und 2** bieten wir Ihnen ein modernes Lehrwerk, das die Anforderungen des **Kerncurriculums** für Hessen passgenau abdeckt. Speziell für den vielfältigen Unterricht in der **Sekundarstufe I** an hessischen Gymnasien entwickelt, überzeugt es durch eine schülerfreundliche, alltagsnahe Gestaltung, ein zeitgemäßes didaktisches Konzept sowie umfangreiches Material für jede Unterrichtssituation. Durch die Einbindung interaktiver und multimedialer Inhalte fördert **Physik – Hessen** gezielt die digitale Bildung und macht physikalische Zusammenhänge anschaulich erfahrbar.



Mehr Infos, Erklärvideos, Erscheinungstermine und
Vorabmaterial zu **Band 1 und 2**:
www.ccbuchner.de/reihe/2700



Ideal für den digitalen Materialaustausch

Die **digitale Ausgabe des Schülerbands click & study** und das **digitale Lehrmaterial click & teach** bilden zusammen die ideale digitale Lernumgebung: vielfältig im Angebot und einfach in der Bedienung!

Mit im **digitalen Lehrmaterial click & teach** inkludiert sind **vollumfängliche und ausführlich ausgearbeitete Lösungen** zum Schulbuch.

Mehr Infos finden Sie auf www.click-and-study.de und www.click-and-teach.de.



Testen Sie **click & teach** mit der
kostenfreien Demoversion zu **Band 1!**



Entwickelt für das hessische Kerncurriculum

- ▶ entwickelt auf Basis der **aktuellen Bildungsstandards** für das **hessische Kerncurriculum**
 - ▶ **alltagsnahe Einführung** in das Fach Physik und den naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg
 - ▶ **Vernetzung der physikalischen Inhaltsfelder** durch die Basiskonzepte Materie, Wechselwirkung, System und Energie
 - ▶ praxisnahe Integration **zentraler Experimente**
 - ▶ Betonung des Beitrags des Faches Physik zu den **überfachlichen Kompetenzen** des **Kerncurriculums**
-

Praxisorientierter und schülernaher Physikunterricht

- ▶ **Fachmethoden** wie „Einsatz digitaler Messwerterfassungssysteme“ oder „Bilden von Hypothesen“
 - ▶ anschauliche Darstellung der Inhalte mit zahlreichen Abbildungen
 - ▶ **kurze, leicht verständliche Texte**
 - ▶ schülernahe **Freihandexperimente**
 - ▶ audiovisuelle Inhalte abrufbar über **QR- und Mediacodes**
-

Zahlreiche digitale Zusatzinhalte, abrufbar via QR- und Mediacodes

- | | |
|--|---|
| ▶ differenzierende Hilfestellungen | ▶ vorgefertigte Messreihen oder Dateien zur Auswertung von Experimenten |
| ▶ Videos von Experimenten | ▶ Animationen |
| ▶ interaktive Bildschirmexperimente | ▶ Simulationen |
| ▶ Zusatzaufgaben (z. B. H5P oder Arbeitsblätter) | |

Jetzt
testen!

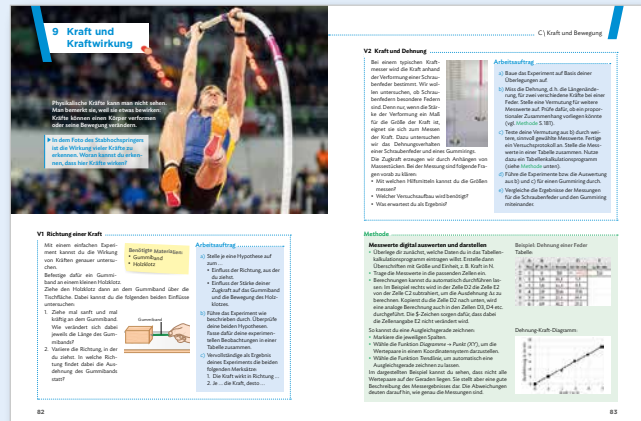


So kannst du mit diesem Buch arbeiten

Jetzt geht es los

Versuche und Materialien

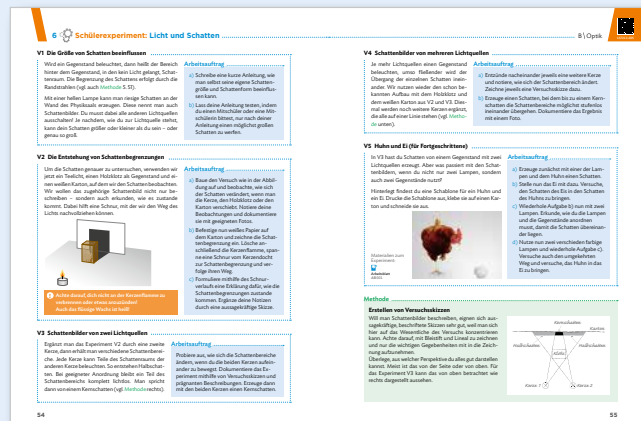
- zu Beginn jedes Unterkapitels
- große Auswahl an Versuchen (V) und Materialien (M)
- Bearbeitung der Kästen unabhängig voneinander
- zugehörige **Arbeitsaufträge**
- selbstständiges Entdecken der Inhalte
- Abdecken der Kompetenzerwartungen in besonderem Maße
- benötigte Fachmethoden in grünen **Methoden**-Kästen



Ran an die Praxis

Schülerexperimente

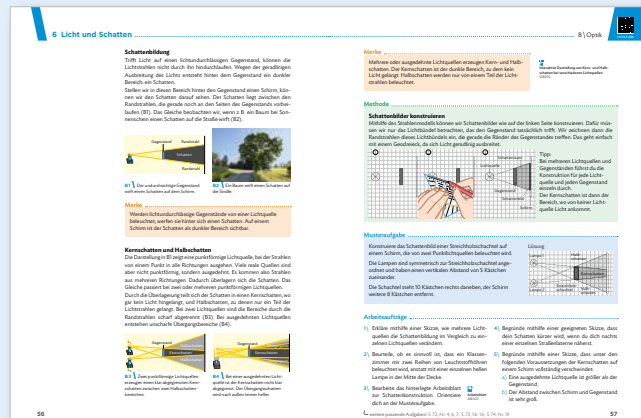
- zentrale **Schülerexperimente** zur Vertiefung oder Erarbeitung des Stoffes
- ausführliche Erläuterungen und Auswertungsfragen ermöglichen ein selbstständiges Durchführen der Experimente
- Auch hier werden benötigte **Methoden** kurz vorgestellt



Die Theorie

Erarbeitung

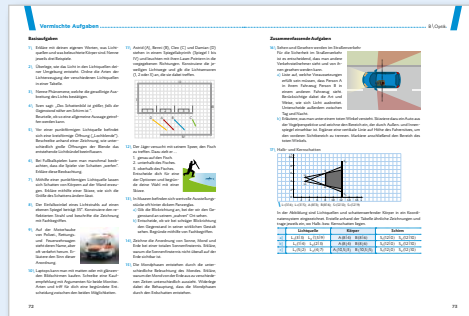
- Theorieseiten
- Erklärung des neuen Stoffs
- ein oder mehrere **Merke**-Kästen auf jeder Doppelseite
- benötigte **Methoden**- oder **Wissenswert**-Kästen
- **Arbeitsaufträge** zum Anwenden des neuen Wissens immer unten rechts auf jeder Doppelseite
- **Musteraufgaben**, die das Vorgehen verdeutlichen
- **Exkurse** enthalten vertiefende Inhalte



Alles klar?

Vermischte Aufgaben

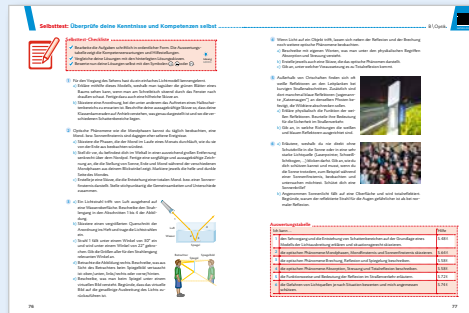
- zum Ende jedes Großkapitels
- umfangreichere Aufgaben zum Vertiefen
- kürzere „Basisaufgaben“
- vernetzende „Zusammenfassende Aufgaben“



Ziel erreicht?

Selbsttest

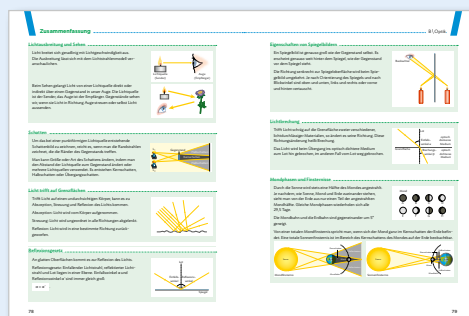
- zum Ende jedes Großkapitels
- Prüfen des Verständnisses der neuen Inhalte
- Aufgaben zu jedem Kompetenzbereich
- bereitgestellte Lösungen
- Selbstbewertung der Leistung
- Auswertungskasten mit Informationen zum Nachlesen



Das weiß ich – das kann ich

Zusammenfassung

- am Ende jedes Großkapitels
- Zusammenfassung der wichtigsten Inhalte
- gute Übersicht zum Lernen für die Klassenarbeit



Bildlich gesprochen: Erklärung der Symbole

- 1\ Basisaufgaben
 - 2\ Fortgeschrittene Aufgaben; zu diesen Aufgaben findest du im Mediencode der Seite hinterlegte Lösungshinweise.
- Die Icons verweisen auf digitale Materialien. Du findest diese im Mediencode (ganz oben rechts) hinterlegt. Du kannst den QR-Code scannen oder die Nummer darunter auf www.ccbuchner.de im Suchfeld eingeben (z. B. Eingabe „L67213-001“) und gelangst so zu den Materialien der Doppelseite.



× L67213-001 Q L67213-001
www.ccbuchner.de

Physik – Hessen – Ausgabe ab 2027

Unterrichtswerk für Physik in der Sekundarstufe I an Gymnasien

Band 1

Erstellt von der Verlagsredaktion unter Mitwirkung von Felix Rolf sowie der Verwendung von Beiträgen der Autorinnen und Autoren folgender Werke:

- 978-3-661-66008-0
- 978-3-661-67048-5
- 978-3-661-67201-4
- 978-3-661-67207-6

Zu diesem Lehrwerk ist geplant:

- Digitales Schulbuch **click & study**, Einzellizenz, WEB-Bestell-Nr. 672131
 - Digitales Lehrermaterial **click & teach** Einzellizenz, WEB-Bestell-Nr. 672132
- Weitere Lizenzformen (Einzellizenz flex, Kollegiumslizenz) und Materialien unter www.ccbuchner.de.

Leseprobe

Dieses Lehrwerk folgt den aktuellen Regelungen für Rechtschreibung und Zeichensetzung. Ausnahmen bilden Texte, bei denen künstlerische, philologische oder lizenzrechtliche Gründe einer Änderung entgegenstehen. Teile des Lehrwerks wurden mithilfe gängiger Large Language Models erstellt oder bearbeitet. Sämtliche Inhalte wurden anschließend redaktionell geprüft, überarbeitet und verantwortet. Weitere Informationen finden Sie auf www.ccbuchner.de/ki-leitlinie.

© 2026 C.C.Buchner Verlag, Bamberg

Das Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt. Jede Nutzung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf der vorherigen schriftlichen Einwilligung des Verlags. Hinweis zu §§ 60 a, 60 b UrhG: Weder das Werk noch seine Teile dürfen ohne eine solche Einwilligung eingescannt und/oder in ein Netzwerk eingestellt werden. Dies gilt auch für Intranets von Schulen und sonstigen Bildungseinrichtungen. Fotomechanische, digitale oder andere Wiedergabeverfahren sowie jede öffentliche Vorführung, Sendung oder sonstige gewerbliche Nutzung oder deren Duldung sowie Vervielfältigung (z. B. Kopie, Download oder Streaming), Verleih und Vermietung nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Verlags.

Nutzungsvorbehalt: Die Nutzung für Text und Data Mining (§ 44 b UrhG) ist vorbehalten, insbesondere für die (Weiter-)Entwicklung und das Training jeglicher KI-Systeme. Dies betrifft nicht Text und Data Mining für Zwecke der wissenschaftlichen Forschung (§ 60 d UrhG).

produktsicherheit@ccbuchner.de

Redaktion: Patrick Täuber

Layout und Satz: tiff.any GmbH & Co. KG, Berlin

Illustrationen: Artegraph GbR, Rainer Götze, Berlin

www.ccbuchner.de

ISBN der vollständigen Auflage: 978-3-661-**67213-7**

Band

1

Physik

Gymnasium Sek I

C.C.Buchner

Inhalt

Sicher experimentieren in der Physik	8
--	---

A Materie und Temperatur

1 Das Teilchenmodell und Aggregatzustände	
Versuche und Materialien	12
Erarbeitung	14
Methode: Messen	15
2 Verhalten von Stoffen bei Temperaturänderung	
Versuche und Materialien	18
Methode: Experimentieren	19
Erarbeitung	20
Methode: Lineare Zusammenhänge anwenden	20
Methode: Erklären mit Modellen	23
3 Geräte und Skalen zur Temperaturmessung	
Versuche und Materialien	24
Methode: Versuche protokollieren	25
Erarbeitung	26
Schülerexperiment: Versuche zur Wettermessung	28
4 Dichte und Anomalie des Wassers	
Versuche und Materialien	30
Erarbeitung	32
Vermischte Aufgaben	36
Selbsttest	40
Zusammenfassung	42

B Optik – die Physik des Sehens

5 Licht und Sehen	
Versuche und Materialien	46
Erarbeitung	48
Methode: Strahlengänge mit dem Strahlenmodell konstruieren	51
6 Licht und Schatten	
Versuche und Materialien	52
Schülerexperiment: Licht und Schatten	54
Erarbeitung	56
Methode: Schattenbilder konstruieren	57
7 Reflexion, Spiegelung und Brechung	
Versuche und Materialien	58
Erarbeitung	60

8	Licht und Schatten im Weltall	
	Versuche und Materialien	64
	Erarbeitung	66
	Exkurs	70
	Vermischte Aufgaben	72
	Selbsttest	76
	Zusammenfassung	78

C Kraft und Bewegung

9	Kraft und Kraftwirkung	
	Versuche und Materialien	82
	Methode: Messwerte digital auswerten und darstellen	83
	Erarbeitung	84
	Methode: Alltags- und Fachsprache unterscheiden	85
	Methode: Kraftpfeile addieren	86
10	Masse und Gewichtskraft	
	Versuche und Materialien	88
	Erarbeitung	90
	Methode: Messgenauigkeit abschätzen	93
11	Geschwindigkeit	
	Versuche und Materialien	94
	Erarbeitung	96
	Methode: Geschwindigkeitseinheiten umrechnen	97
12	Bewegungen beschreiben	
	Versuche und Materialien	100
	Erarbeitung	102
	Methode: Formeln umstellen	102
13	Newtons Prinzipien der Mechanik	
	Versuche und Materialien	106
	Erarbeitung	108
	Vermischte Aufgaben	112
	Selbsttest	116
	Zusammenfassung	118

D Energie in Umwelt und Technik

14	Das ist Energie	
	Versuche und Materialien	122
	Erarbeitung	124
	Methode: Beurteilen und bewerten	126
15	Mechanische Energieformen	
	Versuche und Materialien	128
	Erarbeitung	130
16	Energieerhaltung und Energieübertragung	
	Versuche und Materialien	134
	Erarbeitung	136
	Methode: Energieübertragungsketten zeichnen	139
	Methode: Energieumwandlungen im Kontomodell darstellen	139
17	Sorgsamer Umgang mit Energie	
	Versuche und Materialien	140
	Erarbeitung	142
	Methode: Verhaltensregeln zum Energiesparen bestimmen	143
	Schülerexperiment: Energie sparen	144
	Vermischte Aufgaben	146
	Selbsttest	150
	Zusammenfassung	152

E Elektrizität im Alltag

18	Der elektrische Stromkreis	
	Versuche und Materialien	156
	Erarbeitung	158
	Methode: Schaltungen mit Schaltbildern darstellen	159
19	Quellen und Wirkungen des elektrischen Stroms	
	Versuche und Materialien	162
	Erarbeitung	164
	Methode: Elektrische Energiequellen bewerten	165
20	Elektrische Ladung und elektrisches Feld	
	Versuche und Materialien	168
	Erarbeitung	170

21 Elektrischer Strom als Energieübertragung	
Versuche und Materialien	172
Erarbeitung	174
Methode: Voraussagen formulieren	175
Exkurs	178
Vermischte Aufgaben	180
Selbsttest	184
Zusammenfassung	186

F Magnetismus

22 Magnete und ihre Eigenschaften	
Versuche und Materialien	190
Erarbeitung	192
23 Magnetfelder darstellen	
Versuche und Materialien	196
Erarbeitung	198
24 Magnetismus in Natur und Technik	
Versuche und Materialien	202
Erarbeitung	204
Vermischte Aufgaben	208
Selbsttest	212
Zusammenfassung	214

Anhang

Operatoren und deren Bedeutung	216
Physikalische Größen und Einheiten	218
Methodenverzeichnis	219
Stichwortverzeichnis	220
Bildnachweis	

Verhalten in Fachräumen der Physik

1. Fachräume dürfen nur bei Anwesenheit einer Lehrkraft betreten werden.

2. In Fachräumen darf weder gegessen noch getrunken werden.

3. Schultaschen und Jacken sind so abzulegen, dass niemand darüber stolpert bzw. genügend Platz zum Vorbeigehen ist.

4. Geräte und Versuchsaufbauten (z. B. am Experimentiertisch vorne) dürfen ohne Erlaubnis der Lehrkraft keinesfalls berührt werden, auch wenn die Situation völlig ungefährlich erscheint.

5. Die elektrische Energie- und Gasversorgung darf eigenmächtig nicht bedient werden.

6. Beschädigte Steckdosen, Stecker, Geräte oder Kabel sowie offene Gas-
hähne, Gasgeruch oder andere Gefahrenstellen sind sofort der Lehrerin
oder dem Lehrer zu melden.

7. Im Gefahrenfall einen Not-Aus-Schalter betätigen; Standorte und die
Bedienung von Not-Aus-Schaltern sind bekannt.

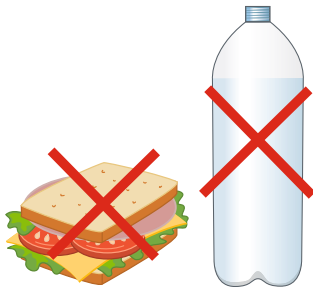
8. Wer anderen im Gefahrenfall hilft, achtet auf seine eigene Sicherheit.

9. Die Standorte ...

- der Feuerlöscheinrichtungen,
- des Erste-Hilfe-Materials und
- des nächsten Telefons (im Notfall ggf. auch Handy nutzen) sind bekannt.

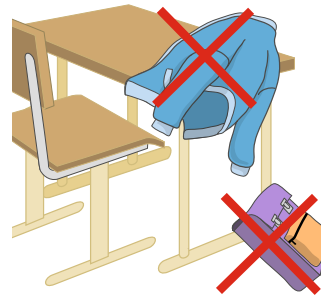
Notrufnummern 112 (integrierte Leitstelle) oder 110 (Polizei)
(beim Schultelefon muss erst 0 gewählt werden und dann 112 bzw. 110).

10. Bei einem Feueralarm sind die Verhaltensregeln zu beachten; der
Fluchtweg ist bekannt.



Verhalten beim Experimentieren

1. Beim Experimentieren dürfen Mappen und Kleidungsstücke nicht auf dem Experimentiertisch abgelegt werden. Es ist darauf zu achten, dass es keine Stolperfallen (z. B. Schultaschen) gibt und genügend Platz zum Arbeiten ist.
2. Die Schülerinnen und Schüler befolgen die Arbeitsanweisungen der Lehrkraft gewissenhaft. Versuchsanleitungen sind sorgfältig zu lesen. Bei Unklarheiten fragen die Schülerinnen und Schüler die Lehrkraft.
3. Die von der Lehrkraft angeordneten Schutzmaßnahmen sind zu befolgen (u. a. bei offenen Flammen, erwärmten Flüssigkeiten oder bei elektrischer Gefährdung), um sich selbst und andere Personen nicht zu gefährden.
4. Beschädigte Steckdosen, Stecker, Geräte oder Kabel sowie offene Gas-
hähne, Gasgeruch oder andere Gefahrenstellen sind sofort der Lehrerin oder dem Lehrer zu melden. Geräte sind sorgfältig zu handhaben.
5. Ohne die Erlaubnis der Lehrkraft (ggf. Lehrkraft zum eigenen Experimentierplatz holen und um Kontrolle des Aufbaus bitten)
 - dürfen keine Geräte eingeschaltet werden,
 - darf die Arbeit mit den Versuchsmaterialien nicht begonnen werden.
6. Eigenmächtig „mal etwas ausprobieren“ ist ohne Erlaubnis der Lehrerin oder des Lehrers untersagt.
7. Im Gefahrenfall oder bei einem Unfall ist sofort die Lehrkraft zu rufen.
8. Nach Beendigung des Versuchs
 - wird dieser ordnungsgemäß abgebaut (z. B. Elektroschalter ausschalten),
 - werden Versuchsmaterialien an ihren Platz zurückgebracht,
 - wird der Arbeitsplatz falls nötig gesäubert; ggf. auch die Hände gewaschen.
9. Aus Sicherheitsgründen dürfen Experimente, die in der Schule gezeigt oder unter Aufsicht der Lehrkraft von Schülerinnen und Schülern durchgeführt wurden, nicht gedankenlos oder leichtsinnig zu Hause wiederholt werden. Bei Heimexperimenten ist auch auf Sicherheit zu achten.



B \ Optik



Du kannst in diesem Kapitel entdecken, ...

- wie du die Ausbreitung von Licht mithilfe des Lichtstrahlmodells nachvollziehbar machst.
- wie du den Sehvorgang anhand des Sender-Empfänger-Modells begründest.
- wie du Schatten und Schattenbilder konstruierst und experimentell untersuchst.
- wann es an Grenzflächen zu Reflexion, Streuung und Brechung des Lichts kommt.
- welche Eigenschaften für Spiegelbilder aus der Lichtausbreitung folgen.
- dass sich astronomische Phänomene wie Mondphasen und Finsternisse durch Übertragen obiger Modelle auf Sonne, Erde und Mond erklären lassen.

Außerdem erfährst du etwas darüber, wie du ...

- den Weg des Lichts mit dem Strahlenmodell darstellst (S. 51).
- Versuchsskizzen erstellst (S. 55).
- Schattenbilder mithilfe des Strahlenmodells konstruierst (S. 57).



5 Licht und Sehen

Wenn wir eine Sonne zeichnen, dann zeichnen wir sie meistens so, dass von ihr mehrere Lichtstrahlen ausgehen. Meistens können wir solche Lichtstrahlen nicht sehen, in manchen Situationen allerdings schon.

► In welchen Situationen kannst du Lichtstrahlen sehen? Handelt es sich dabei wirklich um „Strahlen“? Was befindet sich in den Bereichen dazwischen?

V1 Warum wir Dinge sehen können

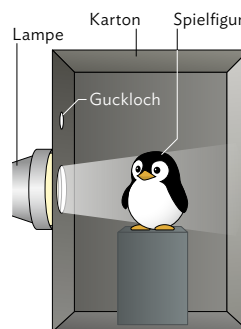
Warum können wir einen Gegenstand sehen? Reichen unsere Augen dafür aus, oder wird noch etwas Anderes benötigt? Welche Rolle spielt Licht beim Sehvorgang? Mit einem einfachen Versuch kannst du das untersuchen:

Schneide in einen geschlossenen Karton, z. B. einen Schuhkarton, ein kleines Loch, sodass du hineinschauen kannst. Lege einen kleinen Gegenstand in den Karton und schau hinein.

Erweitere dann den Karton um ein zweites kleines Loch, durch das du mit einer Taschenlampe leuchten kannst. Leuchte in den Karton und schau erneut durch das Guckloch.

Benötigte Materialien:

- (Schuh)Karton
- Taschenlampe
- Beliebige kleine Gegenstände
- Schere



Arbeitsauftrag

- Beschreibe deine Beobachtungen durch das Guckloch für den Fall ohne Taschenlampe für verschiedene Gegenstände.
- Wiederhole den Versuch nun mit Taschenlampe. Beschreibe erneut deine Beobachtungen.
- Vergleiche deine Beobachtungen. Überlege dir, warum sich deine Beobachtung verändert.
- Versuche einen Zusammenhang zwischen den Oberflächen der von dir gewählten Gegenstände und deren Sichtbarkeit herzustellen.



V2 Lichtbündel und Lichtstrahlen

In V1 experimentierst du mit einer Taschenlampe als Lichtquelle. Es gibt aber noch andere Lichtquellen, wie z. B. eine Glühlampe oder einen Laserpointer. In diesem Versuch untersuchst du, wie sich das von diesen Lichtquellen ausgesandte Licht verhält.



„Ein Strahl ist eine verschwindend dünne gerade Linie, die an einem Punkt beginnt und von dort in eine Richtung unendlich weiter verläuft.“

Video zum Experiment in d):



Erklärfilm
VD001

! Blicke niemals direkt in den Laserstrahl und richte ihn nicht auf Personen.

Arbeitsauftrag

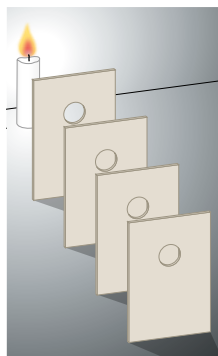
- Mach die Lichtwege der drei Lichtquellen in einem abgedunkelten Raum mithilfe von Wassernebel (z. B. aus einer Sprühflasche) oder Kreidestaub sichtbar.
- Beschreibe, wie sich das Licht bei den drei Lichtquellen ausbreitet. Lege dafür eine Tabelle mit der Richtung der Lichtabgabe und dem Grad der Bündelung des Lichtes an.
- Betrachte die links abgebildete Definition und begründe, warum in den vorherigen Versuchen nicht von Lichtstrahlen gesprochen werden sollte.
- Stelle einen Karton mit vielen kleinen Löchern über die Glühlampe und mache erneut den Weg des Lichts mithilfe von Wassernebel oder Kreidestaub sichtbar. Beschreibe deine Beobachtung.
- Erkläre, warum man bei der Beobachtung von d) in der Physik eher von Lichtbündeln als von Lichtstrahlen spricht.

V3 Kann man um die Ecke sehen?

Eine brennende Kerze oder eine kleine Lampe wird aufgestellt. Davor werden mehrere Kartons platziert, in die auf möglichst gleicher Höhe kleine Löcher geschnitten wurden. Richte die Karten zunächst so aus, dass die Löcher genau hintereinander liegen. Schau nun durch die Löcher in den Karten auf die Kerze.

Benötigte Materialien:

- Einige Kartons
- Kerze
- Schere



Arbeitsauftrag

- Beschreibe deine Beobachtung, wenn die Löcher alle sauber in einer Reihe ausgerichtet sind.
- Stelle eine begründete Vermutung auf, ob du die Flamme noch sehen kannst, wenn die Löcher nicht alle in einer Reihe angeordnet sind. Berücksichtige dabei z. B. deine Alltagserfahrungen.
- Formuliere deine Rückschlüsse, die du aus dem Versuch auf die Ausbreitung von Licht ziehen kannst.

5 Licht und Sehen



B1 Das Glühwürmchen sendet Licht aus, um Partner zu finden.

Es werde Licht

Das Auge ist das wichtigste Sinnesorgan vieler Lebewesen. Doch in völliger Dunkelheit ist es nutzlos. Denn das Auge nimmt Licht wahr. Dunkelheit bedeutet nichts anderes als die Abwesenheit von Licht.

Das Licht benötigt immer eine Lichtquelle wie die Sonne oder eine Kerzenflamme. Von dort kann das Licht andere Körper beleuchten und ins Auge gelangen.

Der Mond strahlt zum Beispiel kein Licht aus. Wir können ihn nur sehen, wenn er von der Sonne beleuchtet wird und das Licht zurückwirft. Solche Körper wie den Mond nennt man daher auch indirekte Lichtquelle. Körper wie die Sonne, die selbst Licht erzeugen, heißen dann direkte Lichtquelle.

Arten der Lichterzeugung

Bei Lichtquellen kann man zwischen natürlichen und künstlichen, d. h. von Menschen gebauten, Lichtquellen unterscheiden. Die Ursache für das Aussenden von Licht kann jedoch sehr unterschiedlich sein.

- Erhitzen: Manche Körper fangen bei starker Hitze an zu glühen.
- Chemische Vorgänge: Es gibt Reaktionen, bei denen Licht freigesetzt wird, z. B. Verbrennungen oder Leuchtorgane bei Tieren.
- Elektrische Vorgänge: z. B. bei Leuchtdioden (LEDs) wird die Leuchtwirkung des elektrischen Stroms ausgenutzt.
- Atomare Vorgänge: Im Inneren von Sternen wie unserer Sonne finden atomare Reaktionen statt, die unter anderem Licht erzeugen.

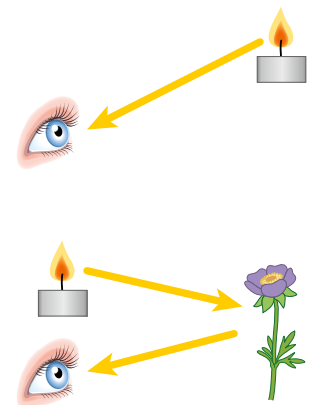
Merke

Lichtquellen senden Licht aus. Das Auge kann nur Körper sehen, die von einer Lichtquelle beleuchtet werden oder selbst leuchten.

Der Sehvorgang

Wir können einen Körper dann sehen, wenn Licht von ihm in unser Auge gelangt. Dort befinden sich auf der Netzhaut lichtempfindliche Sinneszellen. Diese nehmen das Licht wahr und leiten es über den Sehnerv als elektrische Signale an das Gehirn weiter. Dort wird aus den Informationen ein Bild zusammengesetzt.

Normalerweise breitet sich Licht geradlinig aus (vgl. V2). Nur wenn es an Objekten wie der Blume in B2 oder dem Mond gestreut wird, ändert es seine Bewegungsrichtung und wird zurückgeworfen.



B2 Das Auge sieht die Blume, weil sie von der Kerze beleuchtet wird.

Sehen ist also ein Zusammenspiel aus Auge und Gehirn.

Das Sender-Empfänger-Modell

Den Sehvorgang kann man sehr gut mit dem Sender-Empfänger-Modell beschreiben. Dieses Modell beschreibt die Übertragung von Informationen von einem Ort zu einem anderen. Der Ausgangsort ist der Sender, der Zielort der Empfänger. Beim Sehvorgang sind das:

- eine Lichtquelle als Sender, z. B. eine Kerze
- das Auge als Empfänger



Wichtig: Starke Lichtquellen wie die Sonne oder Laser solltest du niemals direkt anschauen. Das Auge kann durch das direkte Licht beschädigt werden.

In einem beleuchteten Raum sehen wir alle Gegenstände, von denen Licht in unser Auge gestreut wird. Wenn wir den Raum vollständig verdunkeln und es keine Lichtquelle mehr gibt, sehen wir nichts. Genauso sehen wir nichts, wenn wir die Augen schließen.

Merke

Beim Sehen gelangt Licht von einer Lichtquelle direkt oder indirekt über einen Gegenstand in unser Auge. Die Lichtquelle ist der Sender, das Auge ist der Empfänger. Gegenstände sehen wir, wenn sie Licht in Richtung Auge streuen oder selbst Licht aussenden.

Arbeitsaufträge

- 1\ Du bekommst im Herbst eine Jacke geschenkt, die auftreffen des Licht stark streuen kann. Begründe, warum es insbesondere für den Schulweg sinnvoll ist, die Jacke zu tragen.



- 2\ Untersuche deine Schultasche auf Reflektoren und teste die Reflektoren mithilfe einer Taschenlampe in einem abgedunkelten Raum. Notiere deine Ergebnisse und stelle sie der Klasse vor.
- 3\ Erkläre mit dem Sender-Empfänger-Modell den Unterschied zwischen dem Sehen einer Kerze und dem Sehen des Mondes. Erläutere in beiden Fällen das Modell anhand einer Skizze.
- 4\ Beschreibe, wie du den Lichtweg sichtbar machen kannst. Denke dabei z. B. an Situationen, in denen du die Lichtbündel der Sonne sehen kannst.

5\



Je nachdem, wie viel Licht in unser Auge fällt, verändert sich der Durchmesser der Pupille.

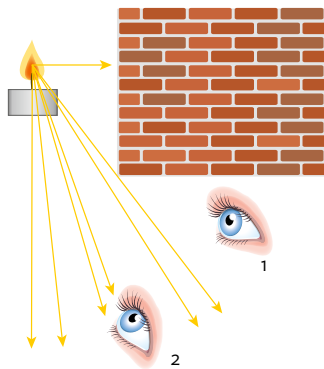
Das Verkleinern der Pupille dient als Schutz für die Sehzellen gegen eine eventuelle Überbelichtung. Die Veränderung der Pupille ist ein Reflex und vom Willen nicht beeinflussbar.

Nimm verschiedene, nicht zu helle Lichtquellen (z. B. Taschenlampe, Smartphone-Display) und nähere dich damit seitlich dem Auge deines Banknachbarn. Gehe sicherheitshalber nicht näher als etwa 20 cm heran. Beobachte die Veränderungen der Pupille und ziehe damit Rückschlüsse auf die Helligkeit der jeweiligen Lichtquelle.

! Nicht direkt in das Auge leuchten! Auf keinen Fall einen Laser verwenden!

↳ weitere passende Aufgaben: S. 72, Nr. 1, 2

5 Licht und Sehen



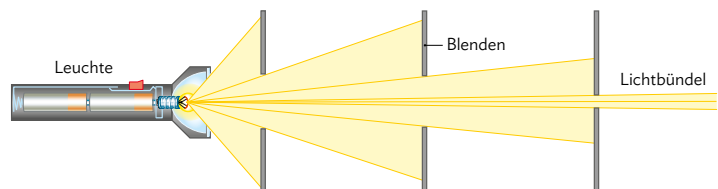
B3 In Auge 1 fällt kein von der Kerze ausgesendeter Lichtstrahl. Auge 1 kann deshalb die Kerze nicht sehen, Auge 2 schon.

Lichtstrahlen

Wir haben bereits gesehen, dass sich das Licht eines Lasers geradlinig ausbreitet (S. 47, V3). Bei anderen Lichtquellen, die Licht in verschiedene Richtungen zugleich senden, breitet sich das Licht geradlinig in die jeweilige Richtung aus (vgl. B3).

Verhindert man die Ausbreitung des Lichts in alle Richtungen und lässt z. B. mithilfe von Blenden nur die Ausbreitung in eine bestimmte Richtung zu, so erhält man ein Lichtbündel (vgl. B4). Scheinwerfer oder Taschenlampen senden beispielsweise ein Lichtbündel aus. Ein sehr enges Lichtbündel wird bei einem Laser erzeugt (vgl. S. 47, V2).

Selbst wenn man wie in B3 das Licht einer Lichtquelle durch immer kleinere Lochblenden einengt, so erhält man immer noch ein Lichtbündel. Man kann sich aber vorstellen, auf diese Weise ein unendlich dünnes Lichtbündel zu erzeugen. Diese Idealvorstellung nennt man Lichtstrahl. Sie hilft dabei, die Realität einfacher beschreiben zu können.



B4 Mithilfe von Blenden lässt sich ein immer engeres Lichtbündel erzeugen.

Das von einer Lichtquelle ausgesendete Licht breitet sich nicht unendlich schnell, sondern mit der Lichtgeschwindigkeit aus. Diese beträgt in Luft und im Vakuum etwa $300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$. Damit benötigt das Licht beispielsweise von der Sonne zur Erde etwa 8,3 min.

Merke

Modell der Lichtausbreitung: Licht breitet sich geradlinig mit einer bestimmten Geschwindigkeit aus. Das kann mithilfe von Lichtstrahlen veranschaulicht werden.

Lichtstrahlen und Sehvorgang

Wir übertragen unsere Vorstellung der Lichtausbreitung auf die Situation in Abb. B2. Die Lichtstrahlen, die von der Kerze ausgehen, treffen nur dann in unser Auge, wenn nichts im Weg steht, wie beispielsweise die Mauer. Daher sieht nur Auge 2 die Kerze. Aus diesem Grund können wir nicht ohne Hilfsmittel „um die Ecke sehen“.

Merke

Wir können einen Gegenstand nur dann sehen, wenn die Lichtstrahlen, die von ihm ausgehen, in unser Auge treffen.

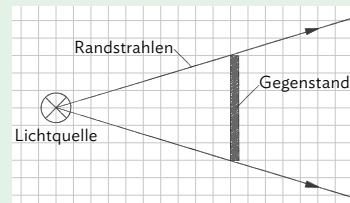


Methode

Strahlengänge mit dem Strahlenmodell konstruieren

Das Modell der Lichtstrahlen können wir nutzen, um den Weg des Lichtes zeichnerisch zu ermitteln. Einen gezeichneten Lichtweg nennt man Strahlengang. Dabei zeichnet man Lichtstrahlen als gerade Linien mit Pfeilen in Ausbreitungsrichtung des Lichts. Beim Konstruieren eines Strahlengangs geht man so vor:

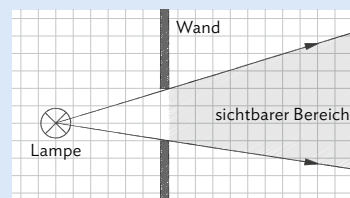
1. Markiere die Punktlichtquelle als Kreis mit X.
 2. Zeichne von der Mitte des X aus gerade Lichtstrahlen.
 3. Zeichne besonders die Randstrahlen, die gerade noch an den Kanten eines Hindernisses oder einer Öffnung vorbeilaufen.
 4. Verlängere die Randstrahlen in Ausbreitungsrichtung.
- Die Randstrahlen begrenzen nun das Lichtbündel und zeigen den Bereich an, in den Licht gelangen kann.



Musteraufgabe

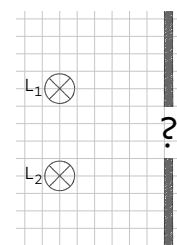
Eine kleine Lampe steht hinter einer Wand mit einer Öffnung. Konstruiere den Strahlengang und markiere den Bereich hinter der Wand, in dem die Lichtquelle sichtbar ist.

Betrachte die Lampe als punktförmig. Verwende für die Zeichnung die oben erläuterte Methode zur Konstruktion von Strahlengängen.



Arbeitsaufträge

- 6\ Ordne den Definitionen a) bis d) die passenden Begriffe zu und formuliere je einen Beispielsatz, in dem der Begriff vorkommt:
Lichtstrahl, Lichtbündel, Blende, Randstrahl
 - a) begrenzt den Bereich, in den Licht gelangt
 - b) Bereich, in dem sich Licht in eine Richtung ausbreitet
 - c) unendlich dünne Darstellung eines Lichtweges
 - d) undurchsichtige Wand mit durchsichtiger Öffnung zur Regulierung des Lichtweges
- 7\ a) Skizziere einen selbstleuchtenden Gegenstand und ein Auge. Konstruiere den Strahlengang für den Sehvorgang.
b) Ergänze nun eine zweite Skizze für den Sehvorgang eines beleuchteten Gegenstandes. Nenne und begründe, was du im Vergleich zu a) in deiner Skizze ergänzen musst, damit das Auge den Gegenstand sieht.
- 8\ Berechne mithilfe der Angaben auf der linken Seite die Entfernung zwischen Sonne und Erde (vgl. Kapitel 11).
- 9\ Beschreibe, wie der sichtbare Bereich in der Musteraufgabe sich von dem Bereich unterscheidet, in den das Licht nicht gelangt.
- 10\ Nutze die Musteraufgabe und verschiebe in Gedanken die Position der Lampe. Notiere jeweils, was mit dem Bereich passiert, in den das Licht gelangt.
 - a) Entferne die Lichtquelle in waagerechter Richtung von der Wand weg.
 - b) Verschiebe die Lichtquelle in Gedanken näher an die Wand.
- 11\ Ersetze in der Musteraufgabe die Lampe durch zwei Lichtquellen, die sich oberhalb und unterhalb der ursprünglichen Lichtquelle befinden. Zeichne für beide den Strahlengang ein und markiere jeweils den beleuchteten Bereich. Vergleiche die Bereiche beider Lampen.



Hilfe
HF002

↳ weitere passende Aufgaben: S. 72, Nr. 3, 5

6 Licht und Schatten

Wenn Sonnenlicht oder das Licht einer Lampe auf uns trifft, werfen wir einen Schatten. Das gilt für alle Objekte, die für Licht nicht durchlässig sind.

► Wovon hängt es ab, ob man bei einem Objekt einen Schatten sehen kann oder nicht? In welche Richtung zeigt der Schatten? Warum ist ein Schatten manchmal größer und manchmal kleiner?

V1 Schattenspiele

Mit den Händen lassen sich auf einer Wand oder einem Schirm Figuren erzeugen: zum Beispiel ein Hund, ein Vogel oder ein Hase. Dabei sieht man nicht die Hand selbst, sondern nur ihr Schattenbild. Entscheidend ist, welche Teile des Lichts durch die Hände abgeschirmt werden. So entsteht aus der Form der Hände ein Umriss auf dem Schirm.



Arbeitsauftrag

- Erkundet, warum aus den Händen auf dem Schirm eine Tierfigur entstehen kann. Arbeitet dafür zu zweit.
- Beschreibe, wie du die Figur vergrößern oder verkleinern kannst.
- Begründe, warum die Schattenfigur nur den Umriss deiner Hände zeigt und keine Farben oder Details.
- Erstelle eine Skizze der Taschenlampe, deiner Hände und des Schattenbildes auf der Wand. Zeichne dafür mit dem Lineal die äußersten „Lichtstrahlen“ die die Hände gerade noch so streifen und verlängere sie bis zur Wand.



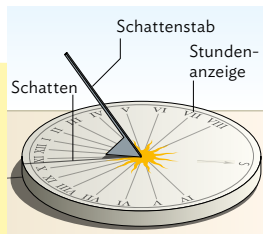
V2 Sonnenuhr

Schon vor vielen Jahrhunderten nutzten Menschen den Schatten der Sonne, um die Tageszeit zu bestimmen. Bei einer Sonnenuhr fällt das Licht der Sonne auf einen Stab. Der Stab wirft einen Schatten auf eine Skala. Weil die Sonne im Laufe des Tages scheinbar über den Himmel wandert, verändert sich auch die Richtung des Schattens. So kann man an der Lage des Schattens die Uhrzeit ablesen.



Benötigte Materialien:

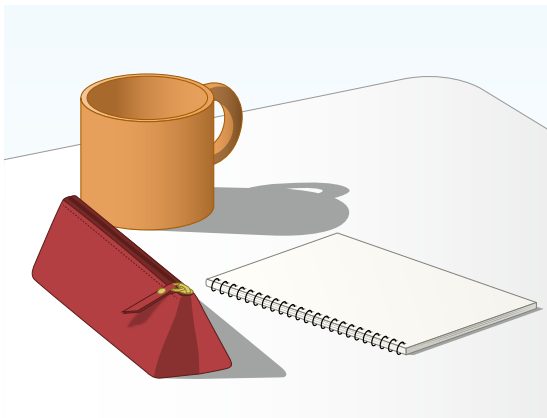
- Karton oder Holzbrett
- langer Holzstab
- wasserfester Stift
- Schere oder Holzbohrer



Arbeitsauftrag

- Beschreibe die Veränderung des Schattens des Stabs im Lauf eines Tages. Erkläre, wie du mit dem Schatten eine Uhrzeit bestimmen kannst.
- Formuliere eine begründete Vermutung, wann der Schatten bei einer Sonnenuhr im Verlauf eines Tages besonders kurz, wann besonders lang ist.
- Baue dir mit einfachen Hilfsmitteln, z. B. einem Karton als „Ziffernblatt“ und einem Holzstab, selbst eine Sonnenuhr. Lege deine Uhr an einen festen Ort und bringe über den Tag verteilt eine Skala an.
- Begründe, ob deine Sonnenuhr ein präzises Messgerät ist, um die Uhrzeit anzugeben. Beschreibe Ungenauigkeiten, die bei der Sonnenuhr auftreten.

V3 Wo ist die Lampe?



Auf dem Bild siehst du mehrere Objekte, die beleuchtet werden. Die Lichtquelle wird allerdings nicht dargestellt. Trotzdem kann der Schatten verraten, wo die Lichtquelle gestanden haben muss. Dafür musst du den Weg vom Schatten zur Lichtquelle zurückverfolgen. Die Abbildung ist auch über den Link hinterlegt, damit du besser damit arbeiten kannst.



Bild
BI001

Arbeitsauftrag

- Beschreibe das Bild genau. Welche Gegenstände siehst du? Wo befindet sich der Schatten?
- Übertrage die Situation als einfache Skizze in dein Heft. Zeichne nur die Tasse und den Schatten auf dem Boden. Du kannst auch die hinterlegte Vorlage nutzen. Markiere in deiner Skizze den Rand des Schattens.
- Stelle eine Vermutung auf, aus welcher Richtung das Licht kommen muss. Zeichne diese Richtung als Pfeil ein.
- Zeichne von gegenüberliegenden Rändern des Schattens der Tasse gerade Linien zu den zugehörigen Blatträndern. Verlängere die Linien dann, bis sie sich schneiden. Was muss sich an dem Schnittpunkt befunden haben? Stimmt das Ergebnis mit deiner Vermutung aus c) überein?

6 Schülerexperiment: Licht und Schatten

V1 Die Größe von Schatten beeinflussen

Wird ein Gegenstand beleuchtet, dann heißt der Bereich hinter dem Gegenstand, in den kein Licht gelangt, Schattenraum. Die Begrenzung des Schattens erfolgt durch die Randstrahlen (vgl. auch [Methode](#) S. 51).

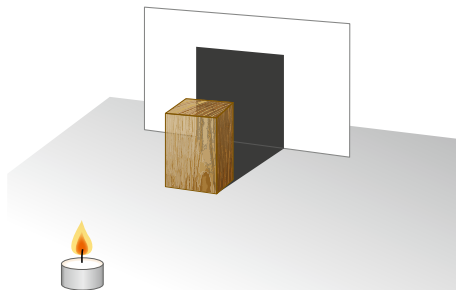
Mit einer hellen Lampe kann man riesige Schatten an der Wand des Physiksaals erzeugen. Diese nennt man auch Schattenbilder. Du musst dabei alle anderen Lichtquellen ausschalten! Je nachdem, wie du zur Lichtquelle stehst, kann dein Schatten größer oder kleiner als du sein – oder genau so groß.

Arbeitsauftrag

- Schreibe eine kurze Anleitung, wie man selbst seine eigene Schattengröße und Schattenform beeinflussen kann.
- Lass deine Anleitung testen, indem du einen Mitschüler oder eine Mitschülerin bittest, nur nach deiner Anleitung einen möglichst großen Schatten zu werfen.

V2 Die Entstehung von Schattenbegrenzungen

Um die Schatten genauer zu untersuchen, verwenden wir jetzt ein Teelicht, einen Holzklotz als Gegenstand und einen weißen Karton, auf dem wir den Schatten beobachten. Wir wollen das zugehörige Schattenbild nicht nur beschreiben – sondern auch erkunden, wie es zustande kommt. Dabei hilft eine Schnur, mit der wir den Weg des Lichts nachvollziehen können.



! Achte darauf, dich nicht an der Kerzenflamme zu verbrennen oder etwas anzuzünden! Auch das flüssige Wachs ist heiß!

Arbeitsauftrag

- Baue den Versuch wie in der Abbildung auf und beobachte, wie sich der Schatten verändert, wenn man die Kerze, den Holzklotz oder den Karton verschiebt. Notiere deine Beobachtungen und dokumentiere sie mit geeigneten Fotos.
- Befestige nun weißes Papier auf dem Karton und zeichne die Schattenbegrenzung ein. Lösche anschließend die Kerzenflamme, spanne eine Schnur vom Kerzendocht zur Schattenbegrenzung und verfolge ihren Weg.
- Formuliere mithilfe des Schnurverlaufs eine Erklärung dafür, wie die Schattenbegrenzungen zustande kommen. Ergänze deine Notizen durch eine aussagekräftige Skizze.

V3 Schattenbilder von zwei Lichtquellen

Ergänzt man das Experiment V2 durch eine zweite Kerze, dann erhält man verschiedene Schattenbereiche. Jede Kerze kann Teile des Schattenraums der anderen Kerze beleuchten. So entstehen Halbschatten. Bei geeigneter Anordnung bleibt ein Teil des Schattenbereichs komplett lichtlos. Man spricht dann von einem Kernschatten (vgl. [Methode](#) rechts).

Arbeitsauftrag

Probiere aus, wie sich die Schattenbereiche ändern, wenn du die beiden Kerzen aufeinander zu bewegst. Dokumentiere das Experiment mithilfe von Versuchsskizzen und prägnanten Beschreibungen. Erzeuge dann mit den beiden Kerzen einen Kernschatten.



V4 Schattenbilder von mehreren Lichtquellen

Je mehr Lichtquellen einen Gegenstand beleuchten, umso fließender wird der Übergang der einzelnen Schatten ineinander. Wir nutzen wieder den schon bekannten Aufbau mit dem Holzklotz und dem weißen Karton aus V2 und V3. Diesmal werden noch weitere Kerzen ergänzt, die alle auf einer Linie stehen (vgl. **Methode** unten).

Arbeitsauftrag

- Entzünde nacheinander jeweils eine weitere Kerze und notiere, wie sich der Schattenbereich ändert. Zeichne jeweils eine Versuchsskizze dazu.
- Erzeuge einen Schatten, bei dem bis zu einem Kernschatten die Schattenbereiche möglichst stufenlos ineinander übergehen. Dokumentiere das Ergebnis mit einem Foto.

V5 Huhn und Ei (für Fortgeschrittene)

In V3 hast du Schatten von einem Gegenstand mit zwei Lichtquellen erzeugt. Aber was passiert mit den Schattenbildern, wenn du nicht nur zwei Lampen, sondern auch zwei Gegenstände nutzt?

Hinterlegt findest du eine Schablone für ein Huhn und ein Ei. Drucke die Schablone aus, klebe sie auf einen Karton und schneide sie aus.



Materialien zum Experiment:



Arbeitsblatt AB001

Arbeitsauftrag

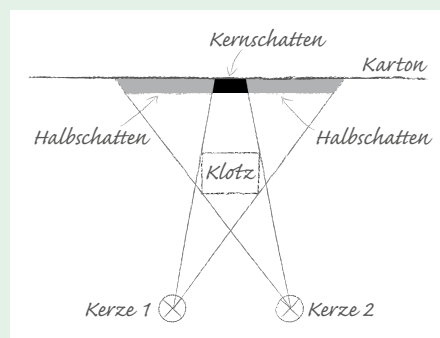
- Erzeuge zunächst mit einer der Lampen und dem Huhn einen Schatten.
- Stelle nun das Ei mit dazu. Versuche, den Schatten des Eis in den Schatten des Huhns zu bringen.
- Wiederhole Aufgabe b) nun mit zwei Lampen. Erkunde, wie du die Lampen und die Gegenstände anordnen musst, damit die Schatten übereinander liegen.
- Nutze nun zwei verschieden farbige Lampen und wiederhole Aufgabe c). Versuche auch den umgekehrten Weg und versuche, das Huhn in das Ei zu bringen.

Methode

Erstellen von Versuchsskizzen

Will man Schattenbilder beschreiben, eignen sich aussagekräftige, beschriftete Skizzen sehr gut, weil man sich hier auf das Wesentliche des Versuchs konzentrieren kann. Achte darauf, mit Bleistift und Lineal zu zeichnen und nur die wichtigen Gegebenheiten mit in die Zeichnung aufzunehmen.

Überlege, aus welcher Perspektive du alles gut darstellen kannst. Meist ist das von der Seite oder von oben. Für das Experiment V3 kann das von oben betrachtet wie rechts dargestellt aussehen.

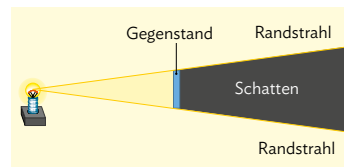


6 Licht und Schatten

Schattenbildung

Trifft Licht auf einen lichtundurchlässigen Gegenstand, können die Lichtstrahlen nicht durch ihn hindurchlaufen. Wegen der geradlinigen Ausbreitung des Lichts entsteht hinter dem Gegenstand ein dunkler Bereich: ein Schatten.

Stellen wir in diesen Bereich hinter den Gegenstand einen Schirm, können wir den Schatten darauf sehen. Der Schatten liegt zwischen den Randstrahlen, die gerade noch an den Seiten des Gegenstands vorbeilaufen (B1). Das Gleiche beobachten wir, wenn z.B. ein Baum bei Sonnenschein einen Schatten auf die Straße wirft (B2).



B1 Der undurchsichtige Gegenstand wirft einen Schatten auf dem Schirm.



B2 Ein Baum wirft einen Schatten auf die Straße.

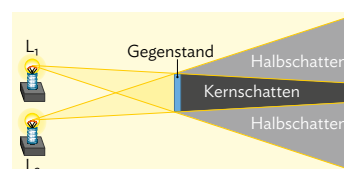
Merke

Werden lichtundurchlässige Gegenstände von einer Lichtquelle beleuchtet, werfen sie hinter sich einen Schatten. Auf einem Schirm ist der Schatten als dunkler Bereich sichtbar.

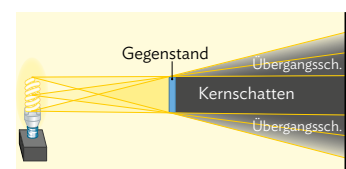
Kernschatten und Halbschatten

Die Darstellung in B1 zeigt eine punktförmige Lichtquelle, bei der Strahlen von einem Punkt in alle Richtungen ausgehen. Viele reale Quellen sind aber nicht punktförmig, sondern ausgedehnt. Es kommen also Strahlen aus mehreren Richtungen. Dadurch überlagern sich die Schatten. Das Gleiche passiert bei zwei oder mehreren punktförmigen Lichtquellen.

Durch die Überlagerung teilt sich der Schatten in einen Kernschatten, wo gar kein Licht hingelangt, und Halbschatten, zu denen nur ein Teil der Lichtstrahlen gelangt. Bei zwei Lichtquellen sind die Bereiche durch die Randstrahlen scharf abgetrennt (B3). Bei ausgedehnten Lichtquellen entstehen unscharfe Übergangsbereiche (B4).



B3 Zwei punktförmige Lichtquellen erzeugen einen klar abgegrenzten Kernschatten zwischen zwei Halbschattenbereichen.



B4 Bei einer ausgedehnten Lichtquelle ist der Kernschatten nicht klar abgegrenzt. Der Übergangsschatten wird nach außen immer heller.

**Merke**

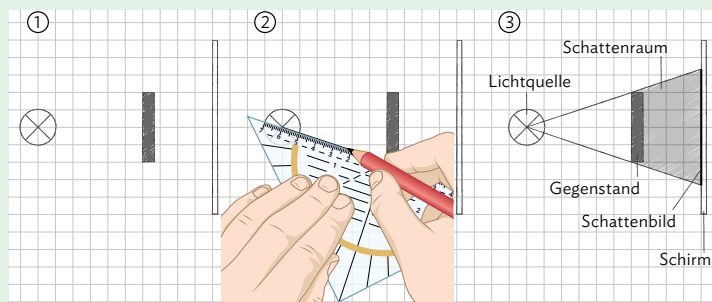
Mehrere oder ausgedehnte Lichtquellen erzeugen Kern- und Halbschatten. Der Kernschatten ist der dunkle Bereich, zu dem kein Licht gelangt. Halbschatten werden nur von einem Teil der Lichtstrahlen beleuchtet.



Interaktive Darstellung von Kern- und Halbschatten bei verschiedenen Lichtquellen
UB001

Methode**Schattenbilder konstruieren**

Mithilfe des Strahlenmodells können wir Schattenbilder wie auf der linken Seite konstruieren. Dafür müssen wir nur das Lichtbündel betrachten, das den Gegenstand tatsächlich trifft. Wir zeichnen dann die Randstrahlen dieses Lichtbündels ein, die gerade die Ränder des Gegenstandes treffen. Das geht einfach mit einem Geodreieck, da sich Licht geradlinig ausbreitet.

**Tipp:**

Bei mehreren Lichtquellen und Gegenständen führst du die Konstruktion für jede Lichtquelle und jeden Gegenstand einzeln durch.

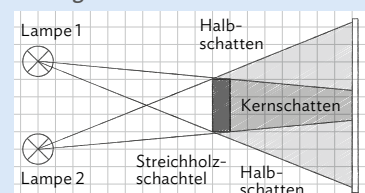
Der Kernschatten ist dann der Bereich, wo von keiner Lichtquelle Licht ankommt.

Musteraufgabe

Konstruiere das Schattenbild einer Streichholzschachtel auf einem Schirm, die von zwei Punktlichtquellen beleuchtet wird.

Die Lampen sind symmetrisch zur Streichholzschachtel angeordnet und haben einen vertikalen Abstand von 5 Kästchen zueinander.

Die Schachtel steht 10 Kästchen rechts daneben, der Schirm weitere 8 Kästchen entfernt.

Lösung**Arbeitsaufträge**

- 1) Erkläre mithilfe einer Skizze, wie mehrere Lichtquellen die Schattenbildung im Vergleich zu einzelnen Lichtquellen verändern.
- 2) Beurteile, ob es sinnvoll ist, dass ein Klassenzimmer mit zwei Reihen von Leuchtstoffröhren beleuchtet wird, anstatt mit einer einzelnen hellen Lampe in der Mitte der Decke.
- 3) Bearbeite das hinterlegte Arbeitsblatt zur Schattenkonstruktion. Orientiere dich an der Musteraufgabe.
- 4) Begründe mithilfe einer geeigneten Skizze, dass dein Schatten kürzer wird, wenn du dich nachts einer einzelnen Straßenlaterne näherst.
- 5) Begründe mithilfe einer Skizze, dass unter den folgenden Voraussetzungen der Kernschatten auf einem Schirm vollständig verschwindet:
 - a) Eine ausgedehnte Lichtquelle ist größer als der Gegenstand.
 - b) Der Abstand zwischen Schirm und Gegenstand ist sehr groß.

Arbeitsblatt
AB002

↳ weitere passende Aufgaben: S. 72, Nr. 4, 6, 7; S. 73, Nr. 16; S. 74, Nr. 19

7 Reflexion, Spiegelung und Brechung



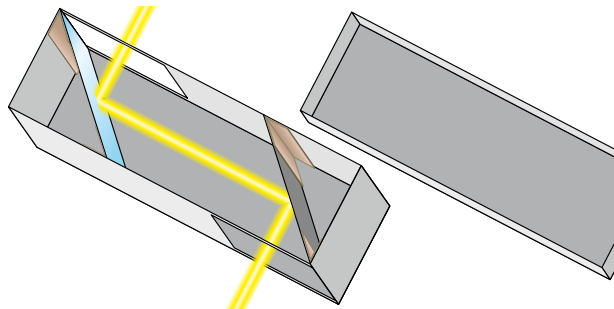
Wenn die Oberfläche eines Gewässers sehr eben ist und nicht durch Wellen gestört wird, kannst du die Spiegelbilder von allen Objekten sehen, die sich am Rand des Wassers oder auf der Oberfläche befinden.

► Wie entsteht das Spiegelbild? Was ist beim Spiegelbild vertauscht: oben/unten, links/rechts oder vorne/hinten?

V1 Um-die-Ecke-Schauen mit dem Periskop

U-Boote haben Periskope an Bord, um unter Wasser über die Lage oberhalb des Wasserspiegels informiert zu sein. Man kann mit ihnen auch um Ecken oder über Mauern schauen, ohne direkt gesehen zu werden. Das Kernstück besteht aus zwei Spiegeln im Inneren des Periskops, die die einfallenden Lichtstrahlen umlenken.

Für den Bau benötigst du einen länglichen Karton mit Deckel (z. B. einen Schuhkarton), zwei kleine Spiegel (z. B. Spiegel-fliesen), Schere und Heißkleber oder Klebeband.



Arbeitsauftrag

- Baue dein eigenes Periskop.
▼ Achte besonders darauf, dass die beiden Spiegel parallel zueinander stehen. Zum Schluss wird der Deckel wieder aufgelegt, um Lichtreflexe zu vermeiden.
- Verfolge den Strahlengang vom beobachteten Gegenstand bis zum Beobachter. Nutze das Modell der Lichtausbreitung und zeichne den Weg eines Lichtstrahls als Modell für ein schmales Lichtbündel in eine Skizze deines Periskops ein.
- Versuche eine Regel zu finden, nach der ein Lichtstrahl von einem Spiegel reflektiert wird.

V2 Experiment zur Transmission von Licht

Die in M1 beschriebene Transmission soll nun experimentell untersucht werden.

Du benötigst dafür ein Messgerät, das die Beleuchtungsstärke messen kann. Die meisten Smartphones besitzen z. B. einen Lichtsensor, der mit einer geeigneten App für die Messung verwendet werden kann.

Befestige das Messgerät so in einem verschließbaren Karton, dass der Lichtsensor direkt vor einer kleinen Öffnung sitzt, die du in den Karton schneiden kannst. Richte die Lichtquelle auf diese Öffnung und platziere dann verschiedene Objekte zwischen der Lichtquelle und der Öffnung.

Benötigte Materialien:

- Schuhkarton
- Smartphone oder Tablet
- Lichtquelle, z. B. LED-Taschenlampe
- verschiedene Materialien wie z. B. Stoff, Glas, Papier, ...

Arbeitsauftrag

- Skizziere den Aufbau des Versuchs.
- Miss zunächst die Beleuchtungsstärke am Messgerät, wenn sich kein Objekt zwischen Lichtquelle und Messgerät befindet.
- Platziere nun verschiedene Objekte zwischen Lichtquelle und Messgerät und miss jeweils die Beleuchtungsstärke. Halte deine Ergebnisse mithilfe einer Tabelle fest.
- Finde Gemeinsamkeiten bei solchen Materialien, bei denen du noch eine große Beleuchtungsstärke misst und bei solchen mit sehr geringer Beleuchtungsstärke.

V3 Absorption und Emission von Licht

Leuchtsterne, die nachts im Dunkeln nachleuchten, sind ein beliebter Dekoartikel. Ihre Funktionsweise beruht auf dem Phänomen der „Phosphoreszenz“, bei dem ein Körper noch nachleuchtet, nachdem er mit Licht beleuchtet wurde. Auch Wecker oder manche Armbanduhren werden mit einer Farbe bedruckt, die im Dunkeln leuchtet, wenn sie tagsüber von der Sonne oder einer Lampe bestrahlt wurden.

Benötigte Materialien:

- Leuchtstern oder Uhr mit Leuchtziffern
- verschiedene Lichtquellen: z. B. rote, grüne und blaue LEDs, Glühlampe, Sonnenlicht, Wärmelampe



Die Leuchtsterne im Bild nehmen das Licht auf, wenn sie beleuchtet werden. Man kann hierbei von Absorption sprechen. Danach geben sie das Licht (über einen längeren Zeitraum) wieder ab. Man spricht dabei von Emission.

Arbeitsauftrag

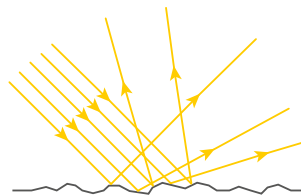
- Teste verschiedene Lichtquellen, um den Leuchtstern oder die Leuchtziffern der Uhr zum Nachleuchten zu bringen. Notiere deine Ergebnisse.
- Überprüfe den Einfluss, den die Helligkeit der Lichtquelle auf die Beleuchtungsstärke sowie die Leuchtdauer eines Sterns hat. Beleuchte dafür den Stern nun noch einmal mit zwei gleichen Lichtquellen. Variiere dabei auch die Beleuchtungsdauer.
- Formuliere zwei Je-desto-Aussagen zu diesem Experiment (vgl. Methode S. 85), welche die Beleuchtungsstärke sowie die Beleuchtungsdauer der Lichtquelle berücksichtigen.

7 Reflexion, Spiegelung und Brechung

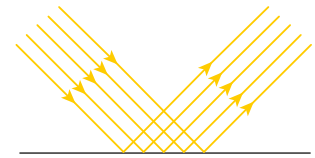
Licht trifft auf Grenzflächen

Was passiert, wenn Licht auf einen undurchsichtigen Körper trifft? Wir können uns zwei grundsätzliche Möglichkeiten vorstellen: Entweder es wird vom Körper aufgenommen oder es wird zurückgeworfen.

Bei der Aufnahme des Lichts durch einen Körper spricht man von Absorption. Es kommt kein oder nur wenig Licht zurück. Die Oberfläche des Körpers erscheint schwarz oder dunkel. Wenn Licht zurückgeworfen wird, spricht man entweder von Streuung oder von Reflexion. Die zentrale Rolle dabei spielt die Beschaffenheit der Oberfläche des Körpers.



B1 \ Weg des gestreuten Lichts



B2 \ Weg des reflektierten Lichts

Bei unebenen Oberflächen wird Licht in viele verschiedene Richtungen abgelenkt (B1). Das bezeichnet man als Streuung. Reflexion tritt dagegen nur bei glatten Oberflächen auf, wenn Licht in eine Richtung zurückgeworfen wird (B2).

Merke

Absorption: Licht wird vom Körper aufgenommen.

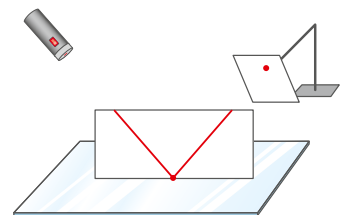
Streuung: Licht wird ungeordnet in alle Richtungen abgelenkt.

Reflexion: Licht wird in eine bestimmte Richtung zurückgeworfen.

Reflexion am Spiegel

Eine glatte Oberfläche, die Licht reflektiert, nennen wir Spiegel. Das sind häufig Glasscheiben oder Wasseroberflächen (S. 58).

Um den Weg des reflektierten Lichts am Spiegel zu untersuchen, können wir einen Laserpointer verwenden. Dieser sendet ein sehr schmales Lichtbündel auf den Spiegel. Wenn wir an geeigneter Stelle einen Schirm aufstellen, können wir das am Spiegel reflektierte Lichtbündel als roten Punkt auf dem Schirm sehen.



B3 \ Weg des Lichtbündels bei Reflexion am Spiegel

Um auch den Weg des Lichtbündels verfolgen zu können, stellen wir ein Stück Pappe so in den Lichtweg, dass das Lichtbündel die Pappe streift (B3). Dabei sehen wir, dass einfallendes und reflektiertes Licht in einer Ebene entlang der Pappe verlaufen.

 Erklärfilm zur Streuung
VD002



Reflexionsgesetz

Noch genauer können wir den Lichtweg mithilfe einer optischen Scheibe untersuchen. Auf dieser sind ein Spiegel und eine Winkelskala wie bei einem Geodreieck angebracht. Zudem benötigen wir wieder einen Laserpointer oder eine Lampe mit sehr schmalen Lichtbündel.

Nun richten wir die Lichtquelle wie in B4 auf den Spiegel und messen den Winkel des Lichts zur senkrechten Linie auf dem Spiegel, dem Lot. Lot und Lichtweg verlaufen auch hier in einer Ebene.

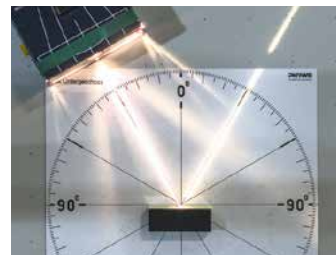
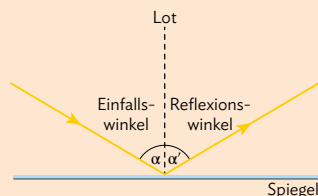
Wir stellen fest: Der Winkel des einfallenden Lichts (Einfallswinkel) ist genauso groß wie der Winkel des reflektierten Lichts (Reflexionswinkel).

Merke

Einfallender Lichtstrahl, reflektierter Lichtstrahl und Lot liegen in einer Ebene.

Einfallswinkel α und Reflexionswinkel α' sind immer gleich groß:

$$\alpha = \alpha'$$



B4 Winkelmessung mit optischer Scheibe bei Reflexion am Spiegel

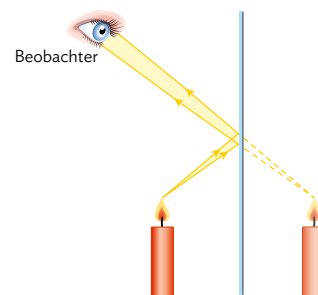
Eigenschaften von Spiegelbildern

Wenn wir in den Spiegel schauen, gelangt das vom Spiegel reflektierte Licht in unser Auge. Dadurch sehen wir zum Beispiel ein Spiegelbild der Kerze in B5. Für unser Gehirn wirkt es so, als würde die Kerze geradlinig hinter dem Spiegel stehen. Sie befindet sich natürlich nicht wirklich da. Der in B5 gestrichelt eingezeichnete Lichtweg rechts des Spiegels ist nur eine Interpretation des Gehirns.

Aufgrund des Reflexionsgesetzes steht das Spiegelbild in gleicher Größe und Entfernung zum Spiegel wie der echte Gegenstand. Etwas ist aber anders. Wenn die Kerze näher am Spiegel steht als wir, sehen wir die echte Kerze von hinten, ihr Spiegelbild aber von vorne. Bei Spiegelbildern sind also vorne und hinten, das heißt die Richtung senkrecht zum Spiegel, vertauscht.

Merke

Spiegelbilder erscheinen genauso groß und in gleicher Entfernung zum Spiegel wie der echte Gegenstand. Allerdings ist beim Spiegelbild die Richtung senkrecht zum Spiegel vertauscht.



B5 Ein Beobachter blickt in den Spiegel und sieht eine Kerze

Bei einem horizontalen Spiegel wie der Wasseroberfläche auf Seite 58 sind vorne und hinten gleich oben und unten. Deshalb stehen die gespiegelten Häuser auf dem Kopf.

Arbeitsaufträge

- 1) Erkläre mithilfe einer Zeichnung wie in B1, warum zerknitterte Alufolie glitzert. Konstruiere einen Strahlengang mit Lichtquelle und Auge.
- 2) Der Einfallswinkel eines Lichtstrahls auf einen ebenen Spiegel beträgt 35° . Konstruiere den reflektierten Strahl und beschrifte die Zeichnung.
- 3) Wir haben beobachtet, dass Spiegelbilder genauso groß sind wie der Gegenstand selbst. Auf dem Foto sieht die gespiegelte Figur links aber kleiner aus. Erläutere diesen Eindruck und löse ihn auf.



Hilfe
HF003

↳ weitere passende Aufgaben: S. 72, Nr. 8, 9, 11; S. 75, Nr. 23

7 Reflexion, Spiegelung und Brechung



B6 Der senkrecht im Wasserglas stehende, ungeknickte Löffel.

Da das Glas in B1 eine geringe Wandstärke besitzt und sich Wasser und Glas hinsichtlich der Lichtbrechung sehr ähnlich verhalten, kann man in guter Näherung die Grenzübergänge am Glas vernachlässigen.

Reflexion und Brechung



B7 Ein schräg ins Wasserglas gestellter Löffel.

Der lange Löffel, der in B7 am Glasrand lehnt, scheint gleich mehrfach geknickt zu sein. Stellt man ihn aber wie in B6 senkrecht ins Glas, so sieht er ganz normal gerade aus. Den einen Knick können wir uns schon erklären: Der Löffel spiegelt sich an der Wasseroberfläche. Dies ist das kleine geknickte Teilstück. Wie aber entsteht der zweite Knick – an der Grenze zwischen Wasser und Luft? Um diese Frage zu beantworten, überlegen wir uns noch einmal genau, warum wir den Löffel überhaupt sehen. Wir erkennen ihn, weil Licht vom Löffel aus in unser Auge gelangt. Das Licht muss dazu das Wasser, die Wasser-Luft-Grenze und die Luft durchqueren. Die Durchquerung verschiedener Schichten sorgt für den Knick, vgl. V2 und V3 auf Seite 59.

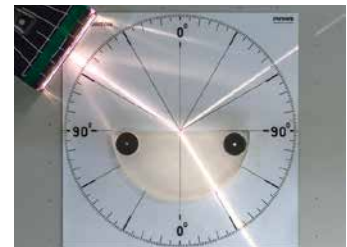
Lichtbrechung

Merke

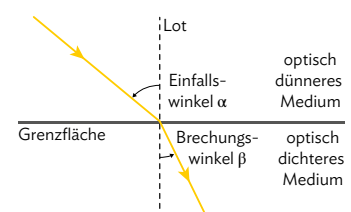
Trifft Licht schräg auf die Grenzfläche zweier verschiedener, lichtdurchlässiger Materialien, so ändert es seine Richtung. Dieses Phänomen nennt man Brechung des Lichts.

Wir lassen ein schmales Lichtbündel auf eine Wasseroberfläche fallen. Variieren wir nun den Einfallswinkel α , dann ist für schräg einfallendes Licht der Brechungswinkel β stets kleiner als der Einfallswinkel α . Nur wenn das Licht senkrecht auf die Wasseroberfläche trifft, behält es seine Richtung bei. Brechung beobachtet man nicht nur bei Wasser, sondern immer an der Grenzschicht zweier lichtdurchlässiger Materialien (vgl. B8).

Ist der Brechungswinkel β , wie in B8, kleiner als der Einfallswinkel α , dann heißt Material 2 optisch dichter als Material 1. Material 1 ist dann das optisch dünnere Medium (vgl. B9).



B8 Der Lichtstrahl wird an der Grenze Luft-Glas gebrochen.



B9 Fachbegriffe der Lichtbrechung.

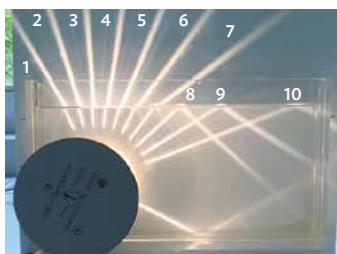
Einfallswinkel und Brechungswinkel misst man vom Lot aus.



Erklärfilm zur Brechung
VD003

Merke

Das Licht wird beim Übergang ins optisch dichtere Medium zum Lot hin gebrochen.

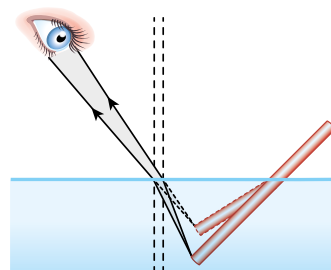


B10 Lichtquelle unter Wasser: Brechung und Reflexion.

Welches das optisch dichtere Medium ist, hängt immer von der Kombination der beiden Materialien ab. So ist zum Beispiel bei der Kombination Luft – Wasser das Wasser optisch dichter, bei der Kombination Wasser – Glas aber das Glas das optisch dichtere Medium. Wir verfolgen nun in B10 den Strahlengang beim Übergang vom optisch dichteren in das optisch dünnere Medium. Wie zu erwarten war, wird hier das Licht vom Lot weg gebrochen (Strahlen 1 – 7). Dies trifft für diese Strahlen aber nur auf einen Teil des Lichts zu; der andere Teil wird an der Wasseroberfläche reflektiert (gut zu sehen bei Strahl 7). Ab einem bestimmten Grenzwinkel beobachtet man nur noch Reflexion (Strahl 8). Diesen Sonderfall nennt man Totalreflexion.

Merke

Das Licht wird beim Übergang ins optisch dünnere Medium vom Lot weg gebrochen. Wenn der Einfallswinkel zu groß wird, kommt es stattdessen zu Totalreflexion.



B11 Geknickter Stab.

Musteraufgabe

Begründe mithilfe einer Zeichnung genau, wieso ein in Wasser eingetauchter Stab geknickt aussieht. Achte besonders auf den Weg der Lichtstrahlen, wenn du zeichnest.

Lösung

Die Lichtstrahlen werden in B11 an der Wasseroberfläche gebrochen. Unser Gehirn interpretiert die Strahlen dann so, als ob sie sich geradlinig ausbreiten würden. Eigentlich ist aber der Weg des Lichts abgelenkt und der Stab gerade. Beim Zeichnen tragen wir einen Lichtstrahl vom Stabende bis zur Wasseroberfläche ein, ergänzen hier das Lot zur Oberfläche und zeichnen dann den Lichtstrahl in der Luft vom Lot weg geknickt ein. Die gestrichelt eingezeichneten, rückwärtigen Verlängerungen der Lichtstrahlen ergeben die Position des scheinbar geknickten Stabes.

Arbeitsaufträge

- 4\ Die beiden Bilder zeigen ein Ölfäschchen. Man entnimmt das Öl mit einer Pipette.

Beschreibe anhand der Fotos und des hinterlegten

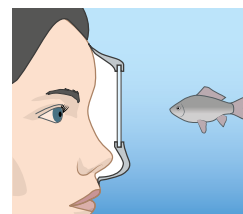


Videos deine Beobachtungen, wenn du den Gummi zusammendrückst, damit das Öl in das Röhrchen gesaugt wird. Erkläre deine Beobachtung.



- 5\ Mit Taucherbrillen können Taucher zwar unter Wasser besser sehen, schätzen dafür aber Entfernungen generell zu kurz ein. Begründe mithilfe des Bildes die Ursache dieser Fehleinschätzung.

Diskutiere mit deinem Sitznachbarn oder deiner Nachbarin, wieso Taucher ohne Brille ihre Umgebung nur verschwommen sehen würden.



↳ weitere passende Aufgaben: S. 72, Nr. 12, 13; S. 75, Nr. 22

8 Licht und Schatten im Weltall

Alle 18 Monate findet auf der Erde eine totale Mondfinsternis statt. Der Mond wird dabei nicht komplett dunkel wie bei Neumond, sondern leuchtet rötlich. Man spricht dann auch von einem „Blutmond“.



► Stelle Vermutungen an, weshalb der Mond rot erscheint. Leuchtet der Mond von selbst oder wird er beleuchtet? Was könnte bei einer „Mondfinsternis“ anders sein als sonst?

M1 Mondphasen

Den Mond können wir manchmal vollständig sehen, häufig aber nicht. Das liegt daran, dass der Mond nicht selbst leuchtet, sondern von der Sonne angestrahlt wird. Da er sich zusammen mit der Erde um die Sonne dreht, wird er immer von einer anderen Seite bestrahlt.

Wie genau das geschieht, kannst du mithilfe der hinterlegten Simulation untersuchen.

Simulation
UB002



Arbeitsauftrag

- Nutze die Simulation, um die Mondphasen zu untersuchen. Stelle sie dafür so ein wie links dargestellt: „Fokus – Mond“ und „Perspektive – Erde“.
- Bestimme die Zeit, die zwischen zwei Vollmonden (Mond ist vollständig sichtbar) vergeht.
- Teile diese Zeitspanne in acht gleiche Abschnitte ein. Skizziere jeweils, wie wir den Mond zu Beginn jedes Abschnitts wahrnehmen.
- Nutze die Simulation, um einen „Mondtag“ zu bestimmen – also die Zeit, die der Mond braucht, um sich einmal um sich selbst zu drehen.



M2 Entstehung einer Sonnenfinsternis

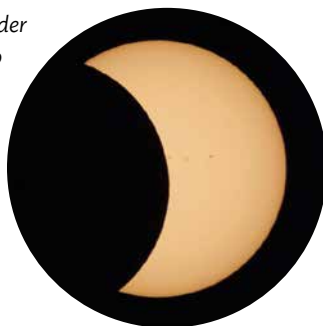
In Zeitschriften oder im Internet findest du viele Artikel zur Entstehung einer Sonnenfinsternis. Manche Artikel beschreiben dieses Phänomen sehr ausführlich. Andere Texte sind etwas knapper gehalten, dafür erfordern sie mehr Vorstellungskraft.

Die Sonne ist 400 Mal größer als der Mond und zufällig auch 400 Mal weiter entfernt. Deshalb erscheinen die Scheiben beider Himmelskörper am irdischen Himmel fast genau gleich groß. So ist es möglich, dass die Mondscheibe die Sonnenscheibe bei einer totalen Sonnenfinsternis völlig bedeckt, wie zwei aufeinandergelegte Münzen.



Totaler Sonnenfinsternis am 13.11.2012

Bei einer Sonnenfinsternis steht der Mond zwischen Erde und Sonne. So fällt der Kernschatten des Mondes auf Teile der Erde. Sonne, Mond und Erde müssen sich auf einer Linie befinden. Je nach dem Grad der Abdeckung des Sonnenlichtes durch den Mond gibt es eine totale oder partielle Sonnenfinsternis.



Partielle Sonnenfinsternis am 21.08.2017

Bei einer totalen Finsternis wird es in dem betroffenen Gebiet mitten am Tag stockdunkel. In einzelnen Regionen kommt diese sehr selten vor, weltweit gesehen jedoch alle ein bis zwei Jahre. Die nächste totale Sonnenfinsternis in Deutschland wird im äußersten Südwesten im Jahr 2081 zu sehen sein, dann wieder in Hamburg im Jahr 2135.



Kern- und Halbschatten während der totalen Sonnenfinsternis am 03.09.2081

Arbeitsauftrag

- Lies den Text aufmerksam durch.
- Zeichne eine nicht-maßstabgerechte Grafik, die die Stellung von Erde, Sonne und Mond bei einer totalen Sonnenfinsternis zeigt. Zeichne die wichtigsten Lichtstrahlen ein.
- Erkläre und veranschauliche mit einer Skizze, wie Kern- und Halbschatten bei der Sonnenfinsternis in der unten dargestellten Abbildung der Sonnenfinsternis im Jahr 2081 entstehen.
- Die Eigenschaft der Sonne, dass sie um den gleichen Faktor größer ist als der Mond und zugleich um diesen Faktor weiter von der Erde entfernt ist als der Mond, ist die Voraussetzung dafür, dass die Mondscheibe die Sonne bei einer totalen Sonnenfinsternis ganz verdeckt. Zeige diesen Sachverhalt mithilfe einer maßstabgetreuen Zeichnung. Nimm zur Vereinfachung an, dass die Sonne viermal so groß ist wie der Mond und viermal so weit von der Erde entfernt ist wie der Mond.

Quelle: Was ist was: Wie entsteht eine Sonnenfinsternis?, Tessloff Verlag, <https://www.wasistwas.de/archiv-wissenschaft-details/wie-entsteht-eine-sonnenfinsternis-1.html>, (Zugriff: 18.03.2019)

8 Licht und Schatten im Weltall

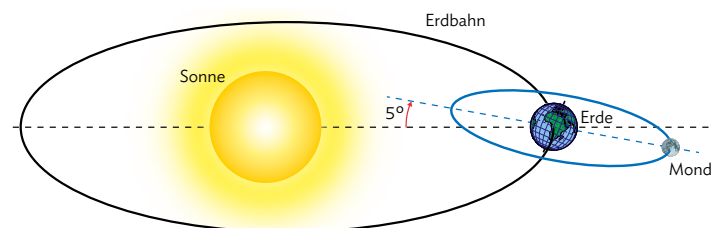
Um zu unterscheiden, ob der Mond abnehmend oder zunehmend ist, kann man folgende Merkregel anwenden: Lässt sich der sichtbare Kreisbogen des Mondes zu einem „a“ ergänzen, ist der Mond abnehmend. Beim zunehmenden Mond lässt sich der Bogen zu einem „z“ ergänzen, wie man es aus der Schreibschrift kennt.

Der Mond

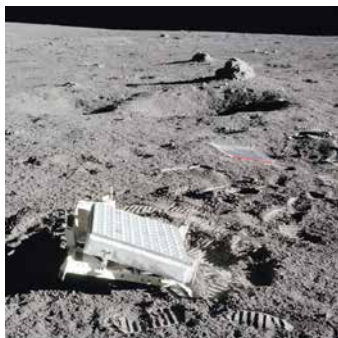


B1 Zunehmender Mond, Vollmond und abnehmender Mond

Man geht heutzutage davon aus, dass vor etwa 4,5 Milliarden Jahren die noch sehr junge Erde mit einem sehr großen Objekt (etwa von der Größe des Mars) kollidierte und dass sich aus dem dabei ausgeschlagenen Material der Mond entwickelte. Der Mond besitzt einen Durchmesser von 3476 km und umkreist die Erde in einer mittleren Entfernung von etwa 384 000 km. Für einen vollständigen Umlauf benötigt er 29,5 Tage.



B2 Mondbahn und Erdbahn sind gegeneinander geneigt.



B3 Der von der Apollo 11-Mission im Jahr 1969 aufgestellte Reflektor.

Der Mond rotiert wie die Erde um sich selbst. Da die Zeit für diese Drehung jedoch mit der Umlaufdauer um die Erde übereinstimmt, sehen wir von der Erde aus immer die gleiche Seite des Mondes. Mondbahn und Erdbahn liegen nicht in der gleichen Ebene, sondern sind um etwa 5° gegeneinander geneigt (vgl. B2). Deshalb kommt es nicht bei jedem Neumond zur Sonnenfinsternis und nicht bei jedem Vollmond zur Mondfinsternis.

Um die Entfernung zum Mond genau bestimmen zu können, haben Astronauten auf dem Mond spezielle Reflektoren (Spiegel) aufgestellt (vgl. B3). Diese werden von der Erde aus mit leistungsstarken Lasern angestrahlt und das reflektierte Licht wird registriert. Aus der Laufzeit des Lichts kann man dann die aktuelle Entfernung berechnen. Auf diese Weise hat man festgestellt, dass die Entfernung zwischen Erde und Mond pro Jahr um etwa 3,8 cm zunimmt.

Die Entstehung der Mondphasen

Der Mond leuchtet nicht selbst, sondern wird von der Sonne angestrahlt. Dabei wird stets eine Hälfte des Mondes beleuchtet. Da sich der Mond jedoch einmal im Monat um die Erde bewegt, sieht man von der Erde aus nur jeweils einen bestimmten Anteil dieser beleuchteten Fläche: Wir sehen Mondphasen.

Die verschiedenen Mondphasen sind in B4 abgebildet. Die einzelnen Mondphasen sind mit den Buchstaben A bis H beschriftet und es wird dargestellt, wie sie im Laufe eines Monats von der Erde aus zu sehen sind. Darüber sieht man eine Darstellung von Mond und Erde, wie sie ein Raumfahrer aus großer Entfernung sehen würde. Sowohl bei Mond als auch Erde ist nur eine Hälfte beleuchtet, die andere liegt im Schatten.

Merke

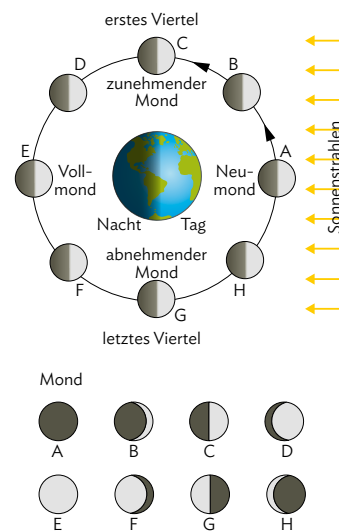
Durch die Sonne wird stets eine Hälfte des Mondes angestrahlt. Je nach Position von Sonne, Erde und Mond sieht man von der Erde aus nur einen Teil der angestrahnten Mondhälfte, die Mondphasen. Gleiche Mondphasen wiederholen sich alle 29,5 Tage.

Musteraufgabe

Betrachte die in B1 abgebildeten Mondphasen von zunehmendem Mond, Vollmond und abnehmendem Mond. Schätze jeweils ab, wie viele Tage nach Neumond man die jeweilige Phase sehen kann. Überlege dafür zunächst, wie lange ein vollständiger Mondzyklus ungefähr dauert, und schätze jeweils ab, welcher Anteil des Mondes zu sehen ist.

Lösung

Der Mond nimmt etwa 15 Tage lang von Neumond bis zum Vollmond zu und anschließend etwa 15 Tage lang wieder ab. Im ersten Bild ist knapp die Hälfte des zunehmenden Mondes zu sehen, das entspricht in etwa Tag 7 nach Neumond. Der Vollmond entspricht Tag 15 und die $\frac{2}{3}$ des abnehmenden Mondes entsprechen Tag 20.

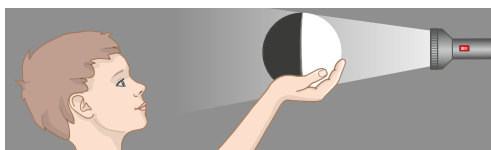


B4 Darstellung der einzelnen Mondphasen, wie sie aus dem Weltall (oben) bzw. von der Erde aus (unten) zu sehen sind.

Arbeitsaufträge

- 1) Zeichne schematisch verschiedene Mondphasen in kleine Kreise aus Papier ein. Schneide diese Mondphasen aus und lege sie verdeckt auf den Tisch. Zeichne auf ein Blatt Papier schematisch die Erde sowie die Richtung der einfallenden Sonnenstrahlen. Dein Banknachbar oder deine Banknachbarin muss nun eine verdeckte Mondphase aufdecken und die folgenden Aufgaben lösen.
 - a) Benenne die Mondphase.
 - b) Schätze ab, wie viele Tage nach dem Neumond man diese Phase sehen kann.
 - c) Lege den Kreis mit der Mondphase an die richtige Position auf dem Blatt mit dem Schema der Erde. Beachte dabei die Richtung der einfallenden Sonnenstrahlen.

2)



Eine helle Taschenlampe dient als Sonne, ein kleiner Ball als Mond. Halte den Ball leicht schräg nach oben und beobachte den von der Lampe bestrahlten Bereich des Balles.

Drehe dich nun mit dem Ball entgegen dem Uhrzeigersinn einmal um deine Achse und beobachte dabei den hellen Bereich des Balles. Beschreibe deine Beobachtung und erkläre sie im Zusammenhang mit dem in diesem Kapitel behandelten Thema.

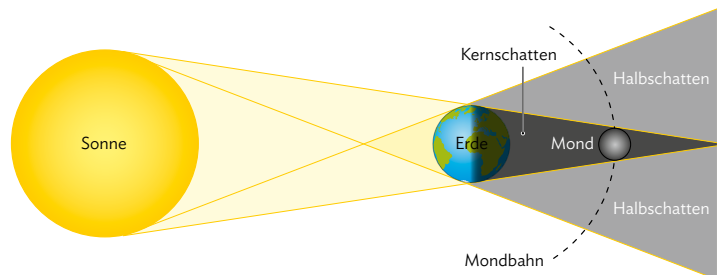
↳ weitere passende Aufgaben: S. 74, Nr. 18

8 Licht und Schatten im Weltall

Durchläuft der Mond nur den Halbschatten der Erde, so spricht man von einer Halbschattenfinsternis. Tritt er nur teilweise in den Kernschatten ein, so handelt es sich um eine partielle Mondfinsternis.

Mondfinsternis

Aufgrund der Bestrahlung der Erde durch die Sonne entsteht auf der sonnenabgewandten Seite stets ein in den Weltraum reichender Schatten. Wegen der Größe der Sonne gibt es dabei einen Kernschatten sowie einen ringförmig darum liegenden Halbschatten (vgl. Kapitel 2). Tritt der Mond auf seiner Bahn um die Erde in diesen Schattenraum ein, so entsteht eine Mondfinsternis. Tritt er ganz in den Kernschatten ein, so spricht man von einer totalen Mondfinsternis.



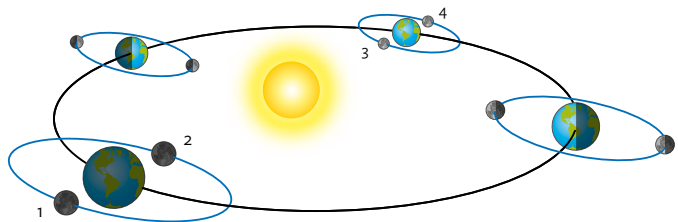
B5 Totale Mondfinsternis: Der Mond durchläuft den Kernschatten der Erde.

Eine totale Mondfinsternis gibt es nur dann, wenn Sonne, Erde und Mond genau auf einer Linie liegen. Da die Mondbahn und die Bahn der Erde um die Sonne nicht in einer Ebene liegen (vgl. Seite 66), gibt es eine Mondfinsternis nicht bei jedem Umlauf um die Erde (vgl. B7).

Eine totale Mondfinsternis tritt im Durchschnitt etwa alle 18 Monate auf und ist an allen Orten der Erde beobachtbar, in denen es gerade Nacht ist. Aufgrund der Stellung von Sonne, Erde und Mond bei einer Mondfinsternis befindet sich der Mond bei einer Mondfinsternis immer in der Vollmondphase (vgl. Seite 67). Allerdings verfinstert sich der Mond nicht ganz. Er bleibt stattdessen in einem rötlichen Licht sichtbar. Diese rötliche Färbung entsteht auf die gleiche Weise wie auch die rötliche Färbung der Sonne beim Sonnenuntergang: durch Streuung des Lichts in der Erdatmosphäre. Diese Streuung ist für rotes Licht stärker als für blaues.



B6 Der rötliche Mond bei einer Mondfinsternis



B7 Eine totale Mondfinsternis ist nur in den Stellungen 1 und 4 möglich.

Sonnenfinsternis

Stehen Sonne, Mond und Erde so in einer Linie, dass sich der Mond zwischen Sonne und Erde befindet, so wirft der Mond einen Schatten auf die Erde (vgl. B9). Es entsteht eine Sonnenfinsternis, der Mond ist dabei immer in der Neumondphase. Befindet man sich auf der Erde im Kern-



L67213-010

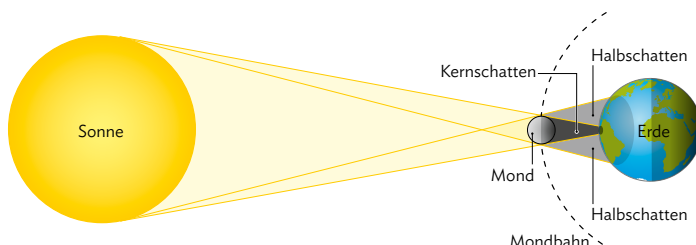
schatten des Mondes und blickt in Richtung Sonne, so wird die Sonne ganz vom Mond verdeckt. Wir sprechen von einer totalen Sonnenfinsternis. Befindet man sich im Halbschatten des Mondes, so wird die Sonne nur teilweise verdeckt. Wir sprechen von einer partiellen Sonnenfinsternis.

Merke

Eine Mond- bzw. Sonnenfinsternis entsteht immer dann, wenn Sonne, Mond und Erde auf einer Linie liegen. Wir sprechen von einer totalen Mondfinsternis, wenn sich der Mond ganz im Kernschatten der Erde befindet. Eine totale Sonnenfinsternis ist im Bereich des Kernschattens des Mondes auf der Erde beobachtbar.



B8 Totale Sonnenfinsternis am 11.08.1999.



B9 Sonnenfinsternis: Der Mond wirft einen Schatten auf die Erde.

Aufgrund der geneigten Mondbahn tritt eine Sonnenfinsternis nicht bei jedem Umlauf des Mondes auf, im Durchschnitt nur etwa alle 18 Monate. Meistens läuft der Neumond ober- oder unterhalb der Sonne vorbei. Da der Schatten, den der Mond auf die Erde wirft, im Verhältnis zur Größe der Erde sehr klein ist, kann man die Sonnenfinsternis nur in bestimmten Regionen sehen.

Die nächste in Mitteleuropa beobachtbare Sonnenfinsternis findet am 3. September 2081 statt (vgl. M2 auf S. 65).

Arbeitsaufträge

- 3\ Stelle die Gemeinsamkeiten und die Unterschiede zwischen einer Mond- und einer Sonnenfinsternis in einer Tabelle zusammen.
- 4\ a) Recherchiere, wann die nächsten totalen Mondfinsternisse stattfinden.
b) Recherchiere Datum und Ort der nächsten partiellen und totalen Sonnenfinsternisse.
- 5\ Eine totale Mondfinsternis kann von jedem Ort auf der Nachtseite der Erde beobachtet werden, während eine totale Sonnenfinsternis nur sehr regional beobachtet werden kann. Begründe dies mithilfe entsprechender Zeichnungen.
- 6\ Eine helle Taschenlampe dient als Sonne, ein Globus oder ein Wasserball als Erde und ein Tennisball als Mond. Platziere die Taschenlampe und den Globus bzw. den Wasserball so, dass du gut die Tag- und Nachtseite der „Erde“ erkennen kannst. Bewege nun den Tennisball um die „Erde“ und beobachte den Schatten des „Mondes“ auf der „Erde“ (Sonnenfinsternis) sowie den Durchlauf des „Mondes“ durch den Schatten der „Erde“ (Mondfinsternis). Beschreibe den Versuch mit eigenen Worten und fertige eine aussagekräftige Skizze an. Dokumentiere deine Beobachtungen mithilfe selbst erstellter Digitalfotos.

Hilfe
HF004

↪ weitere passende Aufgaben: S. 74, Nr. 20

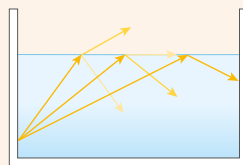
Exkurs

Lichtleiter

In B1 siehst du einen Haifisch unter Wasser. Die Wasseroberfläche erscheint wie ein Spiegel, in dem das Bild des Hais zu sehen ist.



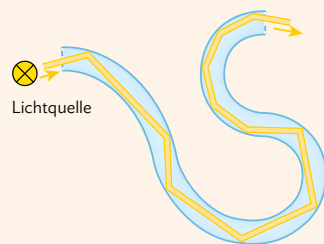
B1 Totalreflexion eines Haifisches an der Wasseroberfläche



B2 Totalreflexion von Lichtstrahlen an der Wasseroberfläche

Beim Übergang vom optisch dichteren Stoff Wasser in den optisch dünneren Stoff Luft wird ein Teil eines Lichtstrahls an der Grenzfläche reflektiert, ein anderer Teil wird gebrochen (B2 links). Bei einem flachen Einfall des Lichtstrahls auf die Grenzfläche tritt der gebrochene Strahl nicht mehr in die Luft über (B2 Mitte). Dieses Phänomen wird Totalreflexion genannt. Es tritt ebenfalls bei einem noch flacheren Einfall des Lichtes auf (B2 rechts).

Die Totalreflexion wird in vielen technischen Anwendungen verwendet. Eine der häufigsten ist der Lichtleiter. Solche Lichtleiter werden aus Glas oder Kunststoff gefertigt und können so Licht über große Strecken leiten und um Kurven führen.



B3 Lichtleiter mit Totalreflexion

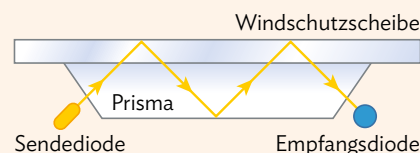
Arbeitsaufträge

- Beschreibe das Phänomen der Totalreflexion am Beispiel des Lichtleiters. Gib die Bedingungen an, die erfüllt sein müssen, damit Totalreflexion auftritt.
- Begründe, dass Glas ein geeignetes Material für einen Lichtleiter ist. Recherchiere dafür nach dem Brechungsindex von Glas und von Luft.

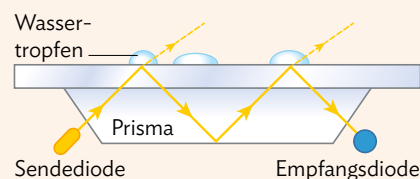
Regensensor

In neueren Autos sind sogenannte Regensensoren in der Windschutzscheibe verbaut. Diese sollen automatisch erkennen, ob und wie stark es regnet. Mit dieser Information kann der Scheibenwischer automatisch bei Regen eingeschaltet werden. Die Sensoren machen sich den Effekt der Totalreflexion zunutze. Dieser tritt auf, wenn Licht in einem bestimmten Winkel beim Übergang von einer optisch dichteren auf eine optisch dünnere Schicht trifft.

(1) Lichtreflexion bei Trockenheit



(2) Lichtreflexion bei Nässe



B4 Regensensor mit Totalreflexion

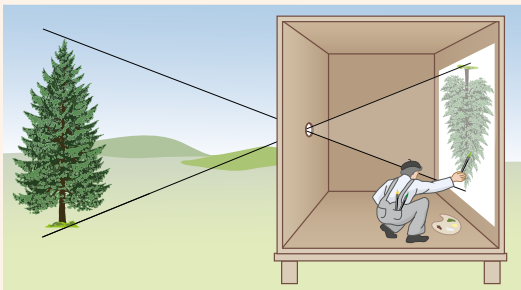
Hinter der Windschutzscheibe befindet sich ein Prisma, welches Licht von einer Lichtquelle über Totalreflexion an einen Lichtsensor weiterleitet (vgl. B4). Beginnt es zu regnen, so bleiben Wassertropfen auf der Windschutzscheibe liegen, welche die Totalreflexion teilweise aufheben: Die beim Lichtsensor ankommende Lichtmenge wird geringer. Der Scheibenwischer schaltet sich ein. Je nach empfangener Lichtintensität regelt sich die Geschwindigkeit des Scheibenwischers.

Arbeitsaufträge

- „Ändert sich die optische Dichte des Mediums, ändert sich auch der Winkel, unter dem eine Totalreflexion stattfindet.“ Erkläre mithilfe dieser Aussage die Funktionsweise eines Regensensors.
- Erkläre, ob der Sensor auch dann funktioniert, wenn Schnee auf der Scheibe liegt oder die Scheibe verschmutzt ist.

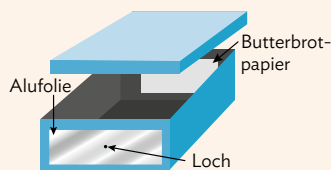
Die Lochkamera

Schon seit dem Mittelalter verwenden Maler die in B5 dargestellte Art von Kasten, um Skizzen von Landschaften zu erhalten. Sie setzen sich in den völlig dunklen Raum, in den nur durch ein sehr kleines Loch Licht hineinfällt. Hat sich das Auge erst einmal an die Dunkelheit gewöhnt, dann sieht man auf der dem Loch gegenüberliegenden Seite ein verkleinertes, auf dem Kopf stehendes Bild von der Landschaft draußen.



B5 Camera obscura

Diese Vorrichtung nennt man „camera obscura“. Man kann sie auch in viel kleinerem Maßstab nachbauen, das nennt man dann eine Lochkamera. Färbe dafür zunächst einen Schuhkarton innen komplett schwarz. Schneide dann an den kurzen Seiten je ein Rechteck von ca. 5 cm × 8 cm aus und ersetze eines dieser Rechtecke durch Alufolie, das andere durch Butterbrotpapier. Beides befestigst du mit Klebeband. Verschließe die Schachtel mit dem Deckel und dichte die Schachtel lichtdicht mit Klebeband ab. Stich nun mit einer Nadel ein kleines Loch in die Alufolie. Fertig!



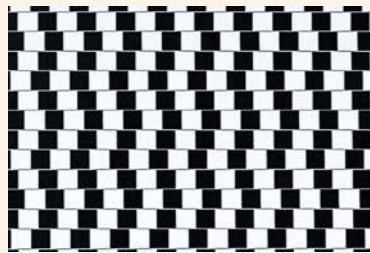
B6 Aufbau einer selbstgebauten Lochkamera

Arbeitsaufträge

- Beschreibe den Aufbau und die Funktionsweise einer Lochkamera. Erkläre dabei vor allem auch die Bildentstehung und die Orientierung des Abbildes mithilfe des Lichtstrahlmodells.
- Wenn man vor das Loch noch eine Sammellinse setzt, wird das Bild viel heller. Erkläre den Grund dafür.

Optische Täuschungen

Du hast bestimmt schon mal ähnliche Bilder wie in B7 gesehen. Betrachte das Bild für einige Sekunden: Was erkennst du dort?



B7 Optische Täuschung: was siehst du?

B7 enthält ausschließlich horizontale und vertikale Linien, jedes Feld ist wie bei einem Schachbrett ein Quadrat. Trotzdem siehst du dort auch schräge Linien. Durch die vielen wechselnden starken Kontraste zwischen schwarz und weiß sowie geschicktes Einsetzen von Grauschattierungen wird unser Gehirn ausgetrickst. Wir sehen also etwas, das nicht der Realität entspricht.

Eine andere Art der optischen Täuschung ist physikalischer Natur: Bei einer Fata Morgana findet Totalreflexion zwischen zwei Luftschichten statt, wodurch uns das Licht nicht auf direktem Weg erreicht, vgl. auch B1 und B2.



B8 Fata Morgana in Grönland

Arbeitsaufträge

- Suche nach weiteren optischen Täuschungen, z. B. „Jesus aus dem Nichts“, „3D-Dinosaurier“ oder „The Dress“. Beschreibe sie jeweils.
- Erstelle Kategorien für die dir bekannten optischen Täuschungen und ordne sie zu.
- Finde jeweils eine Erklärung dafür, wie diese optischen Täuschungen funktionieren.

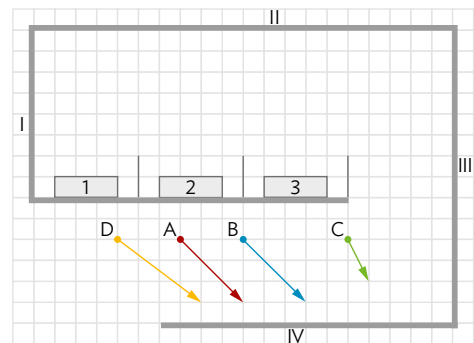
Vermischte Aufgaben

Basisaufgaben

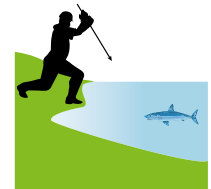
- 1\ Erkläre mit deinen eigenen Worten, was Lichtquellen und was beleuchtete Körper sind. Nenne jeweils drei Beispiele.
- 2\ Überlege, wie das Licht in den Lichtquellen deiner Umgebung entsteht. Ordne die Arten der Lichterzeugung der verschiedenen Lichtquellen in einer Tabelle.
- 3\ Nenne Phänomene, welche die geradlinige Ausbreitung des Lichts bestätigen.
- 4\ Sven sagt: „Das Schattenbild ist größer, falls der Gegenstand näher am Schirm ist.“
Beurteile, ob so eine allgemeine Aussage getroffen werden kann.
- 5\ Vor einer punktförmigen Lichtquelle befindet sich eine kreisförmige Öffnung („Lochblende“). Beschreibe anhand einer Zeichnung, wie unterschiedlich große Öffnungen der Blende das entstehende Lichtbündel beeinflussen.
- 6\ Bei Fußballspielen kann man manchmal beobachten, dass die Spieler vier Schatten „werfen“. Erkläre diese Beobachtung.
- 7\ Mithilfe einer punktförmigen Lichtquelle lassen sich Schatten von Körpern auf der Wand erzeugen. Erkläre mithilfe einer Skizze, wie sich die Größe des Schattens ändern lässt.
- 8\ Der Einfallswinkel eines Lichtstrahls auf einen ebenen Spiegel beträgt 35° . Konstruiere den reflektierten Strahl und beschrifte die Zeichnung mit Fachbegriffen.
- 9\ Auf der Motorhaube von Polizei-, Rettungs- und Feuerwehrwagen steht deren Name, aber oft verkehrt herum. Erläutere den Sinn dieser Anordnung.
- 10\ Laptops kann man mit matten oder mit glänzenden Bildschirmen kaufen. Schreibe eine Kaufempfehlung mit Argumenten für beide Monitor-Arten und triff für dich eine begründete Entscheidung zwischen den beiden Möglichkeiten.



- 11\ Astrid (A), Benni (B), Cleo (C) und Damian (D) stehen in einem Spiegellabyrinth (Spiegel I bis IV) und leuchten mit ihren Laser-Pointern in die vorgegebenen Richtungen. Konstruiere die jeweiligen Lichtwege und gib die Lichtsensoren (1, 2 oder 3) an, die sie dabei treffen.



- 12\ Der Jäger versucht mit seinem Speer, den Fisch zu treffen. Dazu zielt er ...
1. genau auf den Fisch.
2. unterhalb des Fisches.
3. oberhalb des Fisches.
Entscheide dich für eine der Optionen und begründe deine Wahl mit einer Skizze.
- 13\ In Museen befinden sich wertvolle Ausstellungsstücke oft hinter dickem Panzerglas.
a) Gib die Blickrichtung an, bei der wir den Gegenstand an seinem „wahren“ Ort sehen.
b) Entscheide, ob wir bei schräger Blickrichtung den Gegenstand in seiner wirklichen Gestalt sehen. Begründe mithilfe von Fachbegriffen.
- 14\ Zeichne die Anordnung von Sonne, Mond und Erde bei einer totalen Sonnenfinsternis. Erkläre, warum die Sonnenfinsternis nicht überall auf der Erde sichtbar ist.
- 15\ Die Mondphasen entstehen durch die unterschiedliche Beleuchtung des Mondes. Erkläre, warum der Mond von der Erde aus zu verschiedenen Zeiten unterschiedlich aussieht. Widerlege dabei die Behauptung, dass die Mondphasen durch den Erdschatten entstehen.

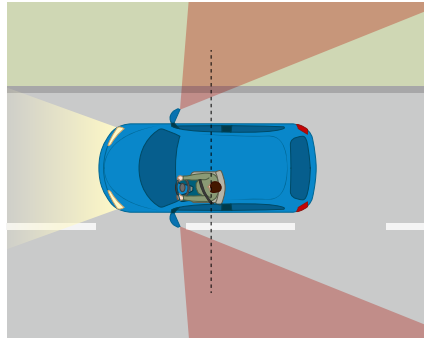


Zusammenfassende Aufgaben

16 \ Sehen und gesehen werden im Straßenverkehr

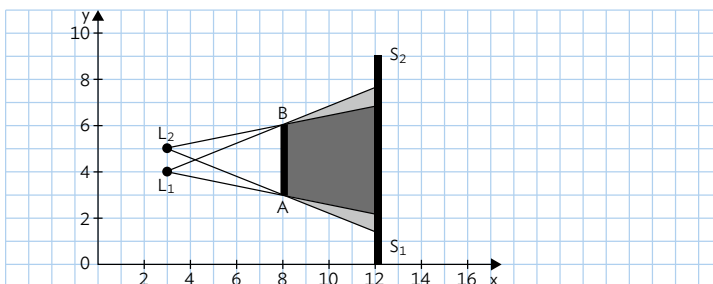
Für die Sicherheit im Straßenverkehr ist es entscheidend, dass man andere Verkehrsteilnehmer sieht und von ihnen gesehen werden kann.

- a) Liste auf, welche Voraussetzungen erfüllt sein müssen, dass Person A in ihrem Fahrzeug Person B in einem anderen Fahrzeug sieht. Berücksichtige dabei die Art und Weise, wie sich Licht ausbreitet. Unterscheide außerdem zwischen Tag und Nacht.



- b) Erläutere, was man unter einem toten Winkel versteht. Skizziere dazu ein Auto aus der Vogelperspektive und zeichne den Bereich ein, der durch Außen- und Innenreflexion einsehbar ist. Ergänze eine vertikale Linie auf Höhe des Fahrersitzes, um den vorderen Sichtbereich zu trennen. Markiere anschließend den Bereich des toten Winkels.

17 \ Halb- und Kernschatten



$L_1(3|4)$; $L_2(3|5)$; $A(8|3)$; $B(8|6)$; $S_1(12|0)$; $S_2(12|9)$

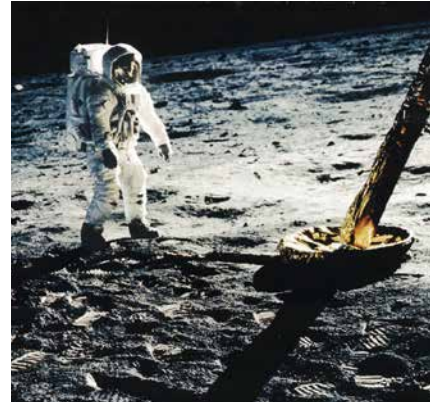
In der Abbildung sind Lichtquellen und schattenwerfender Körper in ein Koordinatensystem eingezeichnet. Erstelle anhand der Tabelle ähnliche Zeichnungen und trage jeweils ein, wo Halb- bzw. Kernschatten liegen.

	Lichtquelle	Körper	Schirm
a)	$L_1(3 3)$ $L_2(1,5 9)$	$A(8 4)$ $B(8 6)$	$S_1(12 0)$ $S_2(12 10)$
b)	$L_1(1 4)$ $L_2(2 3)$	$A(8 4)$ $B(8 6)$	$S_1(12 0)$ $S_2(12 10)$
c)	$L_1(5 2)$ $L_2(4 7)$	$A(10,5 3)$ $B(10,5 5)$	$S_1(12 0)$ $S_2(12 10)$

Vermischte Aufgaben

18\ Mondlandung

Am 20. Juli 1969 landeten die Astronauten Neil Armstrong und Edwin Aldrin als erste Menschen auf dem Mond. Mehr als 500 Millionen Menschen in aller Welt verfolgten dieses Ereignis live im Fernsehen. Trotzdem gibt es heute immer wieder „Meldungen“, nach denen die Mondlandung lediglich in einem Filmstudio aufgenommen wurde. Als ein „Beweis“ werden u.a. Bilder genannt, auf denen Schatten nicht genau in die gleiche Richtung zeigen. Schatten von der Sonne, die so weit entfernt ist, müssen doch parallel sein!?



- ✓ a) Wenn die Schatten auf eine ebene Fläche fallen, stimmt das sicherlich. Doch der Mond ist nicht eben! Experimentiere selbst mit unterschiedlichen Gegenständen und gekrümmtem Untergrund. Du kannst auf diese Weise selbst „Fake-Fotos“ produzieren. Stelle deine Ergebnisse der Klasse vor.
- b) Recherchiere im Internet zu dem Thema, ob die erste Mondlandung nur ein „Fake“ war (Stichwort: Verschwörungstheorie), und erstelle eine Zusammenfassung.
- c) Nimm Stellung dazu, ob der erste Laserreflektor auf dem Mond (vgl. S. 66, Abb. B3) ein Beweis dafür ist, dass Menschen damals den Mond wirklich betreten haben. Gib an, für welchen Zweck der Reflektor genutzt wird.

19\ Farbige Schatten

Kern- und Halbschatten lassen sich gut erkennen, wenn du zwei (oder mehr) verschiedenfarbige Lichtquellen verwendest.

- a) Erstelle eine Skizze der Hand von der Seite und zeichne darin die ungefähre Position der Lichtquellen ein. Gib auch die jeweilige Farbe an.
- ✓ b) Erstelle ähnliche Schattenaufnahmen und dokumentiere sie mit Fotos.



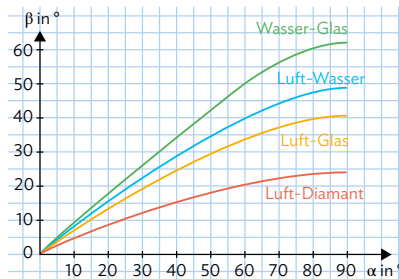
20\ Mondfinsternisse

Ein Astronauten-Team befindet sich auf dem Mond.

- a) Überlege, was die Astronauten sehen, wenn es auf der Erde eine totale Mondfinsternis gibt. Erstelle dazu eine geeignete Zeichnung und nimm an, dass die Astronauten auf der erdzugewandten Seite des Mondes stehen.
- b) Die Astronauten können zu einer anderen Zeit auch eine „Erdfinsternis“ sehen. Beschreibe, wie dazu Sonne, Erde und Mond stehen müssen. Beschreibe Gemeinsamkeiten und Unterschiede zu einer Mondfinsternis auf der Erde.

21 \ Berechnung zur Brechung

Im dargestellten Diagramm kannst du den zum Einfallswinkel α gehörigen Brechungswinkel β zwischen Luft und verschiedenen Materialien ablesen. Beträgt etwa der Einfallswinkel in Luft 30° , dann ist der Brechungswinkel an der Grenzfläche zu Diamant 12° , an der Grenzfläche zu Glas 19° und an der Grenzfläche zu Wasser 22° . Wir können



das Diagramm auch „umgekehrt“ lesen: Beträgt beim Übergang von Glas zu Luft der Einfallswinkel im Glas 30° , dann ermittelt man den Brechungswinkel in Luft, indem man bei $\beta = 30^\circ$ beginnt und den beim Luft-Glas-Graphen zugehörigen Winkel α zu 50° abliest.

- Ein Lichtstrahl trifft aus der Luft unter $\alpha = 40^\circ$ auf die Oberfläche einer Platte aus Glas. Zeichne und erkläre den weiteren Verlauf des Lichtstrahls. Entnimm den zugehörigen Brechungswinkel dem Diagramm.
- Kommt ein Lichtstrahl aus einem Diamanten, so kann er ab einem bestimmten Einfallswinkel die Grenzfläche Diamant – Luft nicht mehr durchdringen. Bestimme aus dem Diagramm diesen Grenzwinkel.

22 \ Durchsichtig unter Wasser

Die Weißbeingarnele, oft White-Tiger-Garnele genannt, ist ein nahezu durchsichtiger Krebs, der im Meer lebt. Durch ihre Transparenz kann die Garnele unter Wasser deutlich schwerer zu erkennen sein als beispielsweise ein bunt schillernder Fisch. Das Foto zeigt sie, wie sie außerhalb des Wassers aussieht.



- Stelle eine Vermutung auf, wie die Garnele unter Wasser aussieht.
- Überprüfe deine Vermutung experimentell. Verwende dafür z. B. eine mit Wasser gefüllte Plastiktüte.
- Beschreibe das Aussehen der Weißbeingarnele unter Wasser. Begründe deine Antwort physikalisch.

23 \ Auf die Position des Spiegels kommt es an

Spiegel vertauschen, je nach Lage des Spiegels und des Blickwinkels des Beobachters, oben und unten, links und rechts oder vorne und hinten.

- Vergleiche das Spiegelbild auf den Fotos mit dem „Original“. Gib an, was aus deiner Perspektive in den „Spiegeln“ vertauscht wird.
- „Auf die Position des Spiegels kommt es an.“
Zeige, dass dieser Satz stimmt, indem du die gleiche Situation dreimal aus verschiedenen Blickwinkeln fotografierst, sodass oben / unten, links / rechts und vorne / hinten mithilfe eines Spiegels vertauscht werden.



Selbsttest: Überprüfe deine Kenntnisse und Kompetenzen selbst

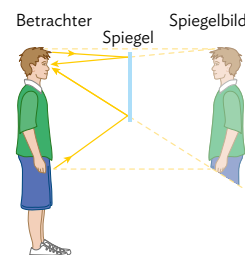
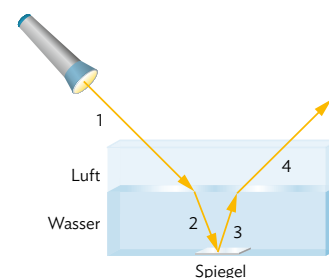


Selbsttest-Checkliste

- ✓ Bearbeite die Aufgaben schriftlich in ordentlicher Form. Die Auswertungstabelle zeigt die Kompetenzerwartungen und Hilfestellungen.
- ✓ Vergleiche deine Lösungen mit den hinterlegten Lösungsskizzen.
- ✓ Bewerte nun deine Lösungen selbst mit den Symbolen 😊, 😐 oder ☹.



- 1 Für den Vorgang des Sehens hast du ein einfaches Lichtmodell kennengelernt.
 - a) Erkläre mithilfe dieses Modells, weshalb man tagsüber die grünen Blätter eines Baums sehen kann, wenn man am Schreibtisch sitzend durch das Fenster nach draußen schaut. Fertige dazu auch eine hilfreiche Skizze an.
 - b) Skizziere eine Anordnung, bei der unter anderem das Auftreten eines Halbschattenbereichs zu erwarten ist. Beschrifte deine aussagekräftige Skizze so, dass deine Klassenkameraden auf Anhieb verstehen, was genau dargestellt ist und wo die verschiedenen Schattenbereiche liegen.
- 2 Optische Phänomene wie die Mondphasen kannst du täglich beobachten, eine Mond- bzw. Sonnenfinsternis sind dagegen eher seltene Ereignisse.
 - a) Skizziere die Phasen, die der Mond im Laufe eines Monats durchläuft, wie du sie von der Erde aus beobachten würdest.
 - b) Stell dir vor, du befindest dich im Weltall in einer ausreichend großen Entfernung senkrecht über dem Nordpol. Fertige eine sorgfältige und aussagekräftige Zeichnung an, die die Stellung von Sonne, Erde und Mond während der verschiedenen Mondphasen aus deinem Blickwinkel zeigt. Markiere jeweils die helle und dunkle Seite des Mondes.
 - c) Erstelle je eine Skizze, die die Entstehung einer totalen Mond- bzw. einer Sonnenfinsternis darstellt. Stelle stichpunktartig die Gemeinsamkeiten und Unterschiede zusammen.
- 3
 - a) Ein Lichtstrahl trifft von Luft ausgehend auf eine Wasseroberfläche. Beschreibe den Strahlengang in den Abschnitten 1 bis 4 der Abbildung.
 - b) Skizziere einen vergrößerten Querschnitt der Anordnung ins Heft und trage die Lichtstrahlen ein.
 - c) Strahl 1 fällt unter einem Winkel von 30° ein und wird unter einem Winkel von 22° gebrochen. Gib die Größen aller für den Strahlengang relevanten Winkel an.
 - d) Betrachte die Abbildung rechts. Beschreibe, was aus Sicht des Betrachters beim Spiegelbild vertauscht ist: oben/unten, links/rechts oder vorne/hinten.
 - e) Beschreibe, was man beim Spiegel unter einem virtuellen Bild versteht. Begründe, dass das virtuelle Bild auf die geradlinige Ausbreitung des Lichts zurückzuführen ist.





- 4 Wenn Licht auf ein Objekt trifft, lassen sich neben der Reflexion und der Brechung noch weitere optische Phänomene beobachten.
- Beschreibe mit eigenen Worten, was man unter den physikalischen Begriffen Absorption und Streuung versteht.
 - Erstelle jeweils auch eine Skizze, die das optische Phänomen darstellt.
 - Gib an, unter welcher Voraussetzung es zu Totalreflexion kommt.

- 5 Außerhalb von Ortschaften finden sich oft weiße Reflektoren an den Leitplanken bei kurvigen Straßenabschnitten. Zusätzlich sind dort manchmal blaue Reflektoren (sogenannte „Katzenaugen“) an denselben Pfosten befestigt, die Wildtiere abschrecken sollen.



- Erkläre physikalisch die Funktion der weißen Reflektoren. Beurteile ihre Bedeutung für die Sicherheit im Straßenverkehr.
- Gib an, in welche Richtungen die weißen und blauen Reflektoren ausgerichtet sind.

- 6 a) Erläutere, weshalb du nie direkt ohne Schutzbrille in die Sonne oder in eine sehr starke Lichtquelle (Laserpointer, Schweißlichtbogen, ...) blicken darfst. Gib an, wie du dich schützen kannst und musst, wenn du die Sonne trotzdem, zum Beispiel während einer Sonnenfinsternis, beobachten und untersuchen möchtest. Schützt dich eine Sonnenbrille?



- Angenommen Sonnenlicht fällt auf eine Oberfläche und wird totalreflektiert. Begründe, warum der reflektierte Strahl für die Augen gefährlicher ist als bei normaler Reflexion.

Auswertungstabelle

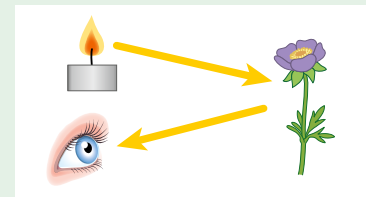
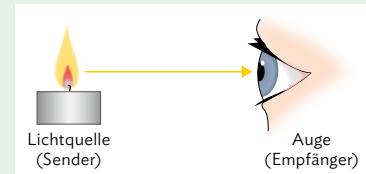
Ich kann ...	Hilfe
1 den Sehvorgang und die Entstehung von Schattenbereichen auf der Grundlage eines Modells der Lichtausbreitung erklären und situationsgerecht skizzieren.	S. 48 f.
2 die optischen Phänomene Mondphasen, Mondfinsternis und Sonnenfinsternis skizzieren.	S. 64 f.
3 die optischen Phänomene Brechung, Reflexion und Spiegelung beschreiben.	S. 58 f.
4 die optischen Phänomene Absorption, Streuung und Totalreflexion beschreiben.	S. 58 f.
5 die Funktionsweise und Bedeutung der Reflexion im Straßenverkehr erläutern.	S. 72 f.
6 die Gefahren von Lichtquellen je nach Situation bewerten und mich angemessen schützen.	S. 74 f.

Zusammenfassung

Lichtausbreitung und Sehen

Licht breitet sich geradlinig mit Lichtgeschwindigkeit aus. Die Ausbreitung lässt sich mit dem Lichtstrahlenmodell veranschaulichen.

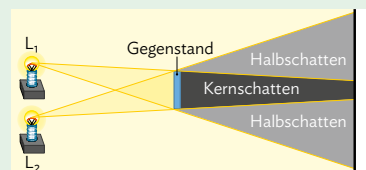
Beim Sehen gelangt Licht von einer Lichtquelle direkt oder indirekt über einen Gegenstand in unser Auge. Die Lichtquelle ist der Sender, das Auge ist der Empfänger. Gegenstände sehen wir, wenn sie Licht in Richtung Auge streuen oder selbst Licht aussenden.



Schatten

Um das bei einer punktförmigen Lichtquelle entstehende Schattenbild zu zeichnen, reicht es, wenn man die Randstrahlen zeichnet, die die Ränder des Gegenstands treffen.

Man kann Größe oder Art des Schattens ändern, indem man den Abstand der Lichtquelle zum Gegenstand ändert oder mehrere Lichtquellen verwendet. Es entstehen Kernschatten, Halbschatten oder Übergangsschatten.



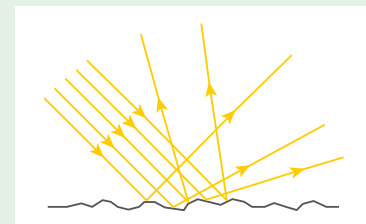
Licht trifft auf Grenzflächen

Trifft Licht auf einen undurchsichtigen Körper, kann es zu Absorption, Streuung und Reflexion des Lichts kommen.

Absorption: Licht wird vom Körper aufgenommen.

Streuung: Licht wird ungeordnet in alle Richtungen abgelenkt.

Reflexion: Licht wird in eine bestimmte Richtung zurückgeworfen.

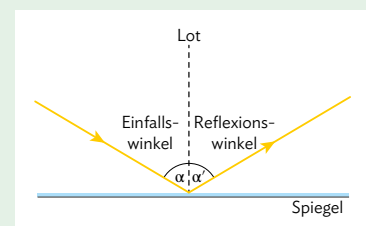


Reflexionsgesetz

An glatten Oberflächen kommt es zur Reflexion des Lichts.

Reflexionsgesetz: Einfallender Lichtstrahl, reflektierter Lichtstrahl und Lot liegen in einer Ebene. Einfallswinkel α und Reflexionswinkel α' sind immer gleich groß:

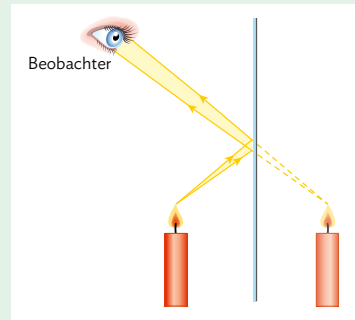
$$\alpha = \alpha'$$



Eigenschaften von Spiegelbildern

Ein Spiegelbild ist genauso groß wie der Gegenstand selbst. Es erscheint genauso weit hinter dem Spiegel, wie der Gegenstand vor dem Spiegel steht.

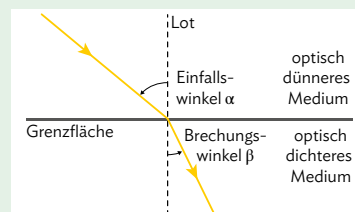
Die Richtung senkrecht zur Spiegeloberfläche wird beim Spiegelbild umgekehrt. Je nach Orientierung des Spiegels und nach Blickwinkel sind oben und unten, links und rechts oder vorne und hinten vertauscht.



Lichtbrechung

Trifft Licht schräg auf die Grenzfläche zweier verschiedener, lichtdurchlässiger Materialien, so ändert es seine Richtung. Diese Richtungsänderung heißt Brechung.

Das Licht wird beim Übergang ins optisch dichtere Medium zum Lot hin gebrochen, im anderen Fall vom Lot weg gebrochen.

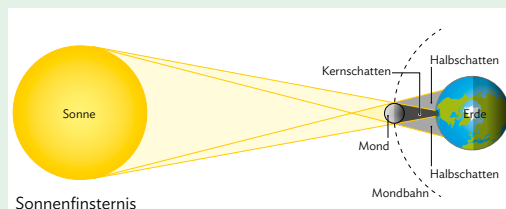
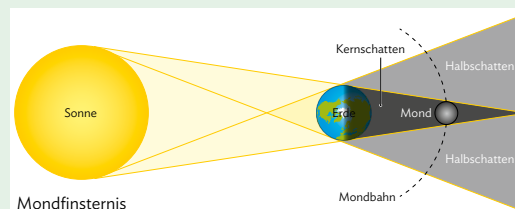
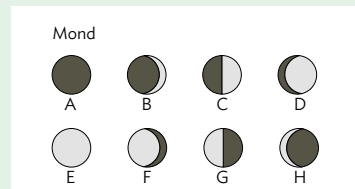


Mondphasen und Finsternisse

Durch die Sonne wird stets eine Hälfte des Mondes angestrahlt. Je nachdem, wie Sonne, Mond und Erde zueinander stehen, sieht man von der Erde aus nur einen Teil der angestrahlten Mondhälfte. Gleiche Mondphasen wiederholen sich alle 29,5 Tage.

Die Mondbahn und die Erdbahn sind gegeneinander um 5° geneigt.

Von einer totalen Mondfinsternis spricht man, wenn sich der Mond ganz im Kernschatten der Erde befindet. Eine totale Sonnenfinsternis ist im Bereich des Kernschattens des Mondes auf der Erde beobachtbar.



Bildnachweis

AdobeStock / Anita P Peppers – S. 48; - / Prostock-studio – S. 44, 45; Alamy Stock Photo / Clarence Holmes Photography – S. 65; - / David Osborn – S. 66; - / EThamPhoto – S. 47; - / Matteo Del Grosso – S. 69; - / robertharding, Nick Servian – S. 65; - / Science History Images, Photo Researchers – S. 66; - / Stocktrek Images, Alan Dyer – S. 66; - / UPI – S. 74; Christian Schulbert, Schwaig bei Nürnberg – S. 68; Fotolia / David Woods – S. 66; - / Smileus – S. 46; - / Thaut Images – S. 72; Frederik Töpfer, Bamberg – S. 52; Getty Images Plus / Hemera, Johanna Goodyear – S. 49; - / iStockphoto, bymuratdeniz – S. 64; - / iStockphoto, Damoclean – S. 70; - / iStockphoto, Jerome_Correia – S. 75; - / iStockphoto, Kateryna_Zakorko – S. 47; - / iStockphoto, Media Castle – S. 56; - / iStockphoto, Oleg Elkov – S. 52; - / iStockphoto, Piotr Krześlak – S. 49; - / iStockphoto, Sherman2013 – S. 55; - / iStockphoto, Xantana – S. 58, 75; - / iStockphoto, Zuberka – S. 71; - / Photodisc, Spike Mafford – S. 47; Mauritius Images / Alamy Stock Photos, Jack stephens – S. 71; - / imagebroker, Barbara Boensch – S. 53; Physikunterricht-online.de – S. 59 (2), 63; picture-alliance / dpa, Frank Rumpfenhorst – S. 77; - / dpa, Patrick Pleul – S. 77; - / dpa, Stephan Jansen – S. 75; Rainer Dietrich, Schweinfurt – S. 74; Thomas Kadar, Erlangen – S. 61 (2), 62, 63 (2); Thomas Streit, Biberach an der Riß – S. 62 (3).

Physik – Hessen - Ausgabe ab 2027 Unterrichtswerk für Physik in der Sekundarstufe I an Gymnasien		ISBN 978-3-661- / Bestellnr.	Lieferbarkeit
 Band 1		67213-7	4. Quartal 2026
 Digitale Ausgabe click & study Band 1 Einzellizenz		WEB 672131	4. Quartal 2026
 Digitales Lehrermaterial click & teach Band 1 Einzellizenz		WEB 672132	1. Quartal 2027
 Band 2		67214-4	2. Quartal 2027
 Digitale Ausgabe click & study Band 2 Einzellizenz		WEB 672141	2. Quartal 2027
 Digitales Lehrermaterial click & teach Band 2 Einzellizenz		WEB 672142	2. Quartal 2027



Weitere Infos finden Sie auf:
www.ccbuchner.de/reihe/2700



Unsere WebSeminare für Hessen

Wir unterstützen und begleiten Sie beim Umsetzen des neuen Kerncurriculums – und das nicht nur mit unseren neuen Lehrwerken. Wir möchten Ihnen Anregungen bieten, Materialien vorstellen und Gelegenheit zum Gedankenaustausch geben..

Deshalb bieten wir Ihnen WebSeminare an, für die Sie auch eine Teilnahmebestätigung erhalten.

Natürlich finden Sie uns ebenfalls auf überregionalen Messen und Kongressen.

Wir freuen uns auf spannende Veranstaltungen, auf gute Gespräche und vor allem auf Sie!



Detaillierte Informationen und Termine:
www.ccbuchner.de/veranstaltungen



Nichts mehr verpassen:
Unser Newsletter mit allen aktuellen Terminen

Abonnieren Sie jetzt unseren Veranstaltungsnewsletter!
Damit sind Sie fächerübergreifend immer über die aktuellen Termine von C.C.Buchner informiert und können sich Ihren Platz sichern.



Digitaler Unterricht mit C.C.Buchner

Das digitale Lehrmaterial **click & teach** und die digitale Ausgabe des Schulbuchs **click & study** bilden zusammen die ideale digitale Lehr- und Lernwelt: vielfältig im Angebot und einfach in der Bedienung. Für eine moderne und individuelle Unterrichtsgestaltung!



Mit **click & teach**, unserem Angebot für Lehrkräfte, kann der digitale Arbeitsplatz rund um das Lehrwerk von C.C.Buchner selbst gestaltet werden. Enthalten sind nicht nur die vollständige digitale Ausgabe des jeweiligen Schulbuchs, sondern auch nützliche Funktionen wie der Unterrichtsplaner sowie umfangreiches und perfekt abgestimmtes Zusatzmaterial wie Aufgabenlösungen, digitale Lernanwendungen, Hörtexte, Arbeitsblätter, didaktische Kommentare und vieles mehr.



Für Schülerinnen und Schüler bieten wir die digitale Ausgabe des Schulbuchs **click & study**. Im modernen und intuitiven Reader finden Lernende nicht nur die vollständige digitale Ausgabe und hilfreiche Werkzeuge, sondern auch direkten Zugriff auf zusätzliches Material, wie gestufte Hilfen oder Erklärvideos.



click & teach und **click & study** sind intelligent miteinander verknüpft: Mit dem Aufgabenpool, dem Forum und der Lerngruppenfunktion kann die Interaktion zwischen Lehrenden und Lernenden rein digital erfolgen. So sind **click & teach** und **click & study** die idealen Begleiter in der digitalen Lernwelt – vor, während und nach dem Unterricht.

Individuelle Lizenzierung

Egal ob für Einzelpersonen, das Kollegium oder die Schülerschaft – für **click & teach** und **click & study** gibt es für jeden Bedarf eine passende Lizenz. Bestellungen sind ausschließlich auf www.ccbuchner.de möglich. Die digitale Ausgabe **click & study** kann zudem über den Bildungslogin genutzt werden.



Einfache Verwaltung

Lehrkräfte, Lehrmittelverantwortliche und IT-Kräfte haben Zugang zum C.C.Buchner-Schulkonto. Damit können die digitalen Lehr- und Lernmittel **click & teach** und **click & study** an einem zentralen Ort vergünstigt erworben, verwaltet und dem Kollegium oder der Schülerschaft bereitgestellt werden.





Lizenzmodelle click & teach

	Kollegiumslizenz	Einzellizenz flex	Einzellizenz
Inhalt	Digitale Ausgabe + Zusatzmaterial	Digitale Ausgabe + Zusatzmaterial	Digitale Ausgabe + Zusatzmaterial
Preis	ab 145,- €	ab 40,- €	ab 26,- €
Laufzeit	solange das gedruckte Lehrwerk erhältlich ist	solange das gedruckte Lehrwerk erhältlich ist	solange das gedruckte Lehrwerk erhältlich ist
Lizenzanzahl	beliebige Anzahl für das komplette Fachkollegium inkl. Referendare	1	1
Weitergabe	übertragbar	übertragbar	nicht übertragbar
Zugang	direkte Freischaltung im Schulkonto	direkte Freischaltung im Schulkonto	digitaler Freischaltcode per E-Mail
Verfügbarkeit	im verknüpften Schulkonto	im verknüpften Schulkonto	im persönlichen Konto

Preisstand: 1. Januar 2026



Lizenzmodelle click & study

Bestellen Sie click & study
im Schulkonto und profitieren
Sie vom **3-fach-Rabatt!**



	Testlizenz	Einzellizenz	Schulkonto PrintPlus Lizenz	Schulkonto Lizenz
Inhalt	Digitale Ausgabe + Zusatzmaterial	Digitale Ausgabe + Zusatzmaterial	Digitale Ausgabe + Zusatzmaterial	Digitale Ausgabe + Zusatzmaterial
Preis	kostenfrei nur für Lehrkräfte	Standardpreis ab 7,30 €	ab 2,30 € bei Einführung des Schulbuchs	Standardpreis abzgl. Schulkonto- Laufzeit- und Mengenrabatt
Laufzeit	100 Tage	12 + 1 Monat ab Freischaltung	12 + 1 Monat ab Freischaltung	wählbar 1-6 Jahre (+ 1 Monat) ab Freischaltung
Lizenzanzahl	1 – 30	1	1 pro eingeführtem Schulbuch	beliebige Anzahl für die Schülerschaft
Weitergabe	nicht übertragbar	nicht übertragbar	nicht übertragbar	übertragbar
Zugang	digitaler Freischaltcode per E-Mail	digitaler Freischaltcode per E-Mail	Freischaltung im Schulkonto oder Codeliste/ Abholnummer*	Freischaltung im Schulkonto oder Codeliste/ Abholnummer*
Verfügbarkeit	im persönlichen Konto	im persönlichen Konto	im verknüpften Schulkonto	im verknüpften Schulkonto

* Im Schulkonto haben Sie die Wahl: Sie können click & study-Lizenzen regulär erwerben oder als Codeliste
(= Freischaltcodes als Excel-Datei) oder als Abholnummern (= zur Übertragung in den Lizenzmanager des Bildungslogins).

Sie benötigen weitere Exemplare dieser Leseprobe* für Ihre Fachkonferenz?

1

Geben Sie auf **www.ccbuchner.de** die Bestellnummer **L67213** in die Suchleiste ein.

L67213



+

2

Legen Sie die kostenfreie Leseprobe (1 Exemplar pro Person) und ggf. weitere Produkte in Ihren **Warenkorb**.



3

Folgen Sie den weiteren Anweisungen, um den Bestellvorgang abzuschließen.

*Nur solange der Vorrat reicht.

Oder
direkt über:



Sie wünschen persönliche Beratung?
Unser Schulberater für Hessen
ist für Sie da – vor Ort, telefonisch und online:



Max Fiederer

0171 6012373

fiederer@ccbuchner.de



L67213

Stand: September 2026. Änderungen und Irrtümer vorbehalten.
produktsicherheit@ccbuchner.de | C.C.Buchner Verlag | Laubanger 8 | 96052 Bamberg

© Bildnachweis: S. 3: magnific.com/Flowo, S. 51: freepik.com/freepik,
S. 52, 54, 56: shutterstock.com/Drazen Zigic, S. 53: shutterstock.com/Dmitry Mertsalov