

Physik in den Jahrgangsstufen 7/8

Optik – Mechanik – Elektrik

Selbstständiges Lernen – Lernen an Stationen – Sprachförderung

Teil 1

Optik



IMPRESSUM

**Herausgeber: Landesinstitut für Lehrerbildung und
Schulentwicklung, Felix-Dahn-Straße 3, 20357 Hamburg**

Verfasser: Reinhard Brandt, Landesinstitut Fortbildung, Arbeitsbereich Physik

Redaktion: Henning Sievers, Amt für Bildung, Fachreferat Physik

reinhard.brandt@li-hamburg.de

detlef.kaack@li-hamburg.de

Inhaltsverzeichnis

Teil 1: Optik

	Seite
Vorwort	4
1. Selbstständiges Lernen	6
☐ Didaktische Grundsätze	
☐ Methodische Grundsätze	
☐ Inhaltliche Grundsätze	
☐ Hinweise zur Organisation und Gestaltung des Unterrichts	
2. Arbeitsblätter zur Optik	11

Vorwort

Das Landesinstitut überreicht Ihnen hiermit eine zweibändige Handreichung zum physikalischen Arbeiten in der Sekundarstufe I. Inhaltlich orientiert sie sich vor allem am Rahmenplan der Haupt- und Realschulen, sowie der Gesamtschulen. Allerdings enthält sie auch wertvolle methodische Anregungen und Überschneidungen zum Physikunterricht in den Gymnasien.

In den neuen Rahmenplänen ist festgelegt, dass im Physikunterricht die Arbeitsformen im Vordergrund stehen sollen, die die **Eigentätigkeit** und **Leistungsbereitschaft** der Schülerinnen und Schüler herausfordern. Dies sind Schülerexperimente, Schülerpraktika bzw. Schülerübungen, physikalisches Werken, Teilnahme an naturwissenschaftlichen Wettbewerben und projektorientierte Arbeitsformen. Im Folgenden werden für den Physikunterricht der Jahrgangsstufen 7/8 Hinweise und Erläuterungen gegeben, wie die Forderungen des Rahmenplans in konkreten Unterricht umgesetzt werden können. Dabei werden Unterrichtshilfen in Form von Arbeitsblättern und Aufgaben vorgestellt, die sich bereits in der Unterrichtspraxis bewährt haben. Sie sollen das **selbstständige Lernen** fördern und sind so konzipiert, dass dabei mindestens drei Unterrichtsziele erreicht werden können:

1. „Verstehen der Physik“ – Selbstständiges Lernen fördert und unterstützt Verstehen.
2. „Lernen über Physik“ – Physikalische Erkenntnisgewinnung ist durch charakteristische Methoden, typische Ziele, aber auch Grenzen gekennzeichnet (vergl. Rahmenplan 1.4 und 2.3). Die Lernenden müssen Phänomene selbst beobachten, Hypothesen entwickeln, Experimente durchführen und miteinander über physikalische Fragestellungen kommunizieren.
3. „Selbst- und Sozialkompetenz“ – Experimentieren und projektorientiertes Arbeiten findet überwiegend in einer besonderen Form der Gruppenarbeit statt, die die Schülerinnen und Schüler erlernen müssen. Sie fördert zum einen das soziale Lernen und befähigt zum anderen die Schülerinnen und Schüler im Team naturwissenschaftliche Fragestellungen zu lösen, Vorschläge und Ideen zu entwickeln, Untersuchungen eigenständig zu planen, deren Ablauf zu organisieren und Messergebnisse zu bewerten (vergl. Rahmenplan 2.3). Selbstständiges Lernen ist dabei ein Hauptelement.

Ein weiterer Schwerpunkt dieser Veröffentlichung sind Materialien zur **Sprachförderung**. In der Vergangenheit haben die bekannten nationalen und internationalen Studien bei deutschen Schülerinnen und Schülern erhebliche Defizite in der Sprach- und Lesekompetenz aufgezeigt. Da bei Lernvorgängen Anschauung, Denken und Sprache eng miteinander verknüpft sind, muss im Physikunterricht ein besonderer Wert auf eine der Altersstufe und der Leistungsfähigkeit angemessene Sprache gelegt werden. Die vorgestellten Materialien sollen die **Lesekompetenz** der Schülerinnen und Schüler steigern und sie dabei unterstützen, sich wesentliche Elemente des wissenschaftlichen Sprachgebrauchs anzueignen.

Die Lernaufgaben sind auf die verbindlichen Inhalte der Themenbereiche Optik, Mechanik und Elektrizität abgestimmt. Dabei wurden nicht alle Inhalte berücksichtigt. Es liegt also kein geschlossener Lehrgang vor. Es ist auch nicht daran gedacht, verschiedene Lernaufgaben aneinander zu reihen, um damit die Vorgaben des Rahmenplans zu erfüllen. Selbstständiges Lernen soll für die Schülerinnen und Schüler und für uns Lehrkräfte nicht einfach eine Unterrichtstechnik sein, die man schnell einmal einsetzt um damit andere Unterrichtstechniken zu ersetzen. Die Unterrichtsziele sind langfristiger zu sehen: Lernen über die Physik, Verstehen der Physik und Sozial- und Selbstkompetenz. Es stehen aber

auch lernpsychologische Überlegungen dahinter, die unsere Vorstellungen von einem erfolgreichen Physikunterricht herausfordern. Selbstständiges Lernen ist daher für alle Beteiligten ein langfristiger Prozess. Die Lernaufgaben und Materialien dieser Handreichung sollen den Lehrer anregen und ermuntern, Schritte in Richtung selbstständigem Lernen zu gehen.

Zum Themenbereich „Optik“ im ersten Teil der Handreichung gehören Lernaufgaben und Arbeitsblätter zur Sprachförderung (siehe tabellarische Aufstellung).

Die einzelnen Lernaufgaben lassen sich auch zu Lernstationen zusammenstellen. Dabei bieten sich zwei Schwerpunkte an:

1. Ausbreitung des Lichtes, Lichtgeschwindigkeit, Reflexion des Lichtes und Spiegel
2. Lichtbrechung, Abbildungen, optische Geräte

In die Lernstationen mit experimentellen Aufgaben sollte man immer Aufgaben zur Sprachförderung integrieren. Hierfür werden einige Arbeitsblätter zur Lichtgeschwindigkeit vorgestellt. Sie sind von unterschiedlichem Anspruch, so dass der Lehrer entscheiden muss, welche Aufgaben für seine Lerngruppe in Frage kommen. Die Materialien zur „Flüssigkristallanzeige“ sind anspruchsvoll. Sie sind geeignet, um mit einer leistungsfähigen Lerngruppe einen Ausblick auf die Welleneigenschaften des Lichtes und eine interessante technische Anwendung zu geben.

In Teil II dieser Handreichung werden für den Themenbereich „Elektrik“ Lernstationen zu Widerstandsmessungen vorgestellt. Hierbei handelt es sich um Lernaufgaben, die besonders geeignet sind, um die Anwendung des ohmschen Gesetzes zu üben.

Mit den Materialien zum Themenbereich „Mechanik“ können sich die Schülerinnen und Schüler grundlegende Messmethoden in der Mechanik selbst erarbeiten. Die Aufgaben haben teilweise berufsorientierende Inhalte.

Zu den Materialien „Mechanik“ gehören vollständig dokumentierte Lernstationen für einen „Laborschein“. Hierbei spielen auch fächerverbindende Aspekte eine Rolle. Der Laborschein verbindet die Fächer Chemie und Physik. Die Schülerinnen und Schüler werden an den einzelnen Stationen mit typischen physikalischen und chemischen Arbeitsmethoden vertraut gemacht. Dabei werden auch Aspekte der Sicherheit im naturwissenschaftlichen Unterricht berücksichtigt.

Der Chemieteil und der Wissenstest wurden von Stefan Fiebig, Gesamtschule Fischbek, entwickelt und dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt.

Wir wünschen Ihnen und Ihren Schülern viel Erfolg bei der Arbeit mit den Unterrichtsmaterialien.

Reinhard Brandt (Landesinstitut Fortbildung, Arbeitsbereich Physik)

Henning Sievers (Amt für Bildung, Fachreferat Physik)

1. Selbstständiges Lernen

Didaktische Grundsätze

Aus der Sicht der Lernpsychologie favorisiert der neue Rahmenplan den so genannten „Konstruktivismus“. Danach ist das „Erlernen der physikalischen Denkmethoden und Begriffsbildung im Physikunterricht aktive Konstruktion des Neuen auf der Basis des Vorhandenen und Vertrauten“:

- Lernende konstruieren ihr Wissen, d.h. Lernen ist ein aktiver Prozess: Anknüpfend an das eigene Vorwissen interpretieren Schülerinnen und Schüler neue Erfahrungen und generieren neues Wissen.
- Für diesen Lernprozess sind nicht nur Vorwissen und Vorerfahrungen von Bedeutung, sondern auch die individuellen Interessen, Überzeugungen und Gefühle sowie die Identifikation mit den Lerninhalten.
- Lernen kann damit nur stattfinden, wenn die Unterrichtsinhalte für die Schülerinnen und Schüler eine Bedeutung haben: Die gewonnenen Erkenntnisse helfen, Gefahren zu erkennen bzw. zu vermeiden, die Umwelt zu schützen, Lösungen für physikalisch-technische Probleme zu finden, sich beruflich zu orientieren oder die Welt zu verstehen.
- Kooperatives Lernen spielt für die Konstruktion von Wissen eine zentrale Rolle: Erst im gegenseitigen Austausch von Fragen und Hypothesen, in der gemeinsamen Diskussion gewinnt neues Wissen an Struktur. Die Teamarbeit, der Wechsel der Sozialformen sowie verschiedene mündliche und schriftliche Kommunikationsformen sind hier für den Physikunterricht von großer Bedeutung.
- Das Generieren neuen Wissens schließt die Reflexion und Kontrolle von Lernprozess und Lernerfolg ein.

Methodische Grundsätze

Selbstständiges Lernen ist nicht an eine bestimmte Unterrichtsform gebunden. Es findet also nicht ausschließlich in Gruppenarbeiten, bei entdeckendem Lernen oder im Projektunterricht statt.

Der wichtigste methodische Grundbaustein für selbstständiges Lernen stellt die so genannte **Lernaufgabe** dar. Wie man aus den vorgestellten Arbeitsblättern entnehmen kann, handelt es sich dabei um einen Arbeitsauftrag, bei dem sich die Schülerinnen und Schüler etwas Neues erarbeiten. Die Lernaufgabe unterscheidet sich somit von der **Übungsaufgabe**. Auch dieser Aufgabentyp wird an einigen Beispielen vorgestellt. Lernen und Üben gehören im Unterricht zusammen.

Lernaufgaben im Physikunterricht können eingebettet sein in Schülerexperimente, in das Bearbeiten und Verfassen von Texten, oder in einen „Forschungsauftrag“ im Sinne einer selbstständigen Suche nach naturgesetzlichen Zusammenhängen. Sie sind praktisch ein methodischer Grundbaustein, weil sie auch in anderen Unterrichtsformen auftauchen:

- Im so genannten „Stationenlernen“ (auch Werkstatt-Unterricht) bearbeiten Schülerinnen und Schüler teils obligatorische, teils freiwillige Lern- und Übungsaufgaben.
- Kleinere Physikprojekte sind im Wesentlichen eine Art Lernaufgabe, bei der die Schüler eine selbst gewählte Fragestellung bearbeiten.
- Bei einem Leitprogramm folgen Lernende einer genauen Abfolge von Aufgaben. Das „Stationenlernen“ erhält den Charakter eines Leitprogramms, wenn den Schülerinnen und Schülern die Abfolge der einzelnen Stationen vorgegeben wird und die Stationen inhaltlich aufeinander aufbauen.

- Selbstständiges Lernen beinhaltet auch, dass die Schülerinnen und Schüler befähigt werden, eigene Lernkontrollen durchzuführen: Bei Arbeitsaufträgen kontrollieren sie selbstständig Lernwege und – Lernergebnisse. Sie werden ermuntert und erhalten die Gelegenheit, individuell oder in Gruppen ihre Wege und Lösungen mit denen anderer oder mit denjenigen im Lehrbuch oder Lösungsheft zu vergleichen. Nur wenn die Schülerinnen und Schüler alleine nicht weiterkommen, wenden sie sich an die Lehrkraft, die dann beratend eingreift.
- Selbstständiges Lernen sorgt in der Regel besser dafür, dass Beiträge von allen Lernenden in den Unterricht einfließen. Nicht nur die aktiven Schülerinnen und Schüler, sondern auch die stillen, tragen zum Gesamtergebnis des Unterrichts bei.

Inhaltliche Grundsätze

Selbstständiges Lernen wird erleichtert, wenn die Schülerinnen und Schüler einen direkten Bezug zu ihrem Vorwissen herstellen können. Die altbekannte Forderung nach mehr Alltagsbezug im Physikunterricht ist für die Selbstständigkeit von größter Bedeutung:

- Die Schülerinnen und Schüler können dann eigenständig neues Wissen erarbeiten, wenn sie es mit dem bereits vorhandenen verbinden können. Die Arbeitsaufträge auf den Arbeitsblättern enthalten daher in der Regel Hinweise auf schon Bekanntes oder bieten Anknüpfungspunkte an.
- Gleichzeitig wird eine günstige Voraussetzung geschaffen, einen emotionalen Bezug zum Lerngegenstand herzustellen. Dieser für viele Mädchen und Jungen so wichtige Bezug sollte nicht übersehen werden. Sonst besteht die Gefahr, dass der Physikunterricht als trocken und nüchtern wahrgenommen wird.
- Der Alltagsbezug gibt die Möglichkeit, vielfältige eigene Fragen zu stellen. Die Schülerinnen und Schüler haben Fragen an die Welt: Sie wollen wissen, wie etwas funktioniert, wie mit Hilfe der Naturwissenschaften etwas erklärt werden kann und welche physikalischen Voraussagen und Anwendungen möglich sind.
- Zum Alltagsbezug gehört auch, dass die Schülerinnen und Schüler wissen wollen, in wie weit physikalische Erkenntnisse und Arbeitsmethoden für ihre berufliche Zukunft bedeutsam sind. Einige Arbeitsblätter aus dem Themenbereich Mechanik zeigen exemplarisch wie die Verbindung von Lebenswelt bzw. Berufswelt und Physik hergestellt werden kann.

Hinweise zur Organisation und Gestaltung des Unterrichts

Im folgenden werden einige Punkte aufgeführt, die zu beachten sind, wenn selbstständiges Lernen erfolgreich in einer Lerngruppe eingeführt und entwickelt werden soll:

- Selbstständiges Lernen benötigt veränderte räumliche und zeitliche Bedingungen: In der Regel sollten für den Unterricht Doppelstunden zur Verfügung stehen. Physikunterricht kann nicht nur im Physikraum stattfinden, sondern auch auf dem Schulhof, in der Turnhalle oder der näheren Umgebung der Schule. Damit erleichtert man Schülerinnen und Schülern die Verbindung zu Alltagswelt und Vorverständnis.
- Bei der Gruppenarbeit im Physikraum sollten in der Regel nicht mehr als drei Schüler in einer Gruppe zusammenarbeiten und nicht mehr als acht Arbeitsgruppen gebildet werden. Auch wenn der Lehrer beim selbstständigen Lernen seine Rolle eher als Moderator und Berater sehen sollte und sich in vielen Phasen des Unterrichts zurücknehmen kann, ist er für die Sicherheit im naturwissenschaftlichen Unterricht verantwortlich und muss entsprechende Risiken einkalkulieren.

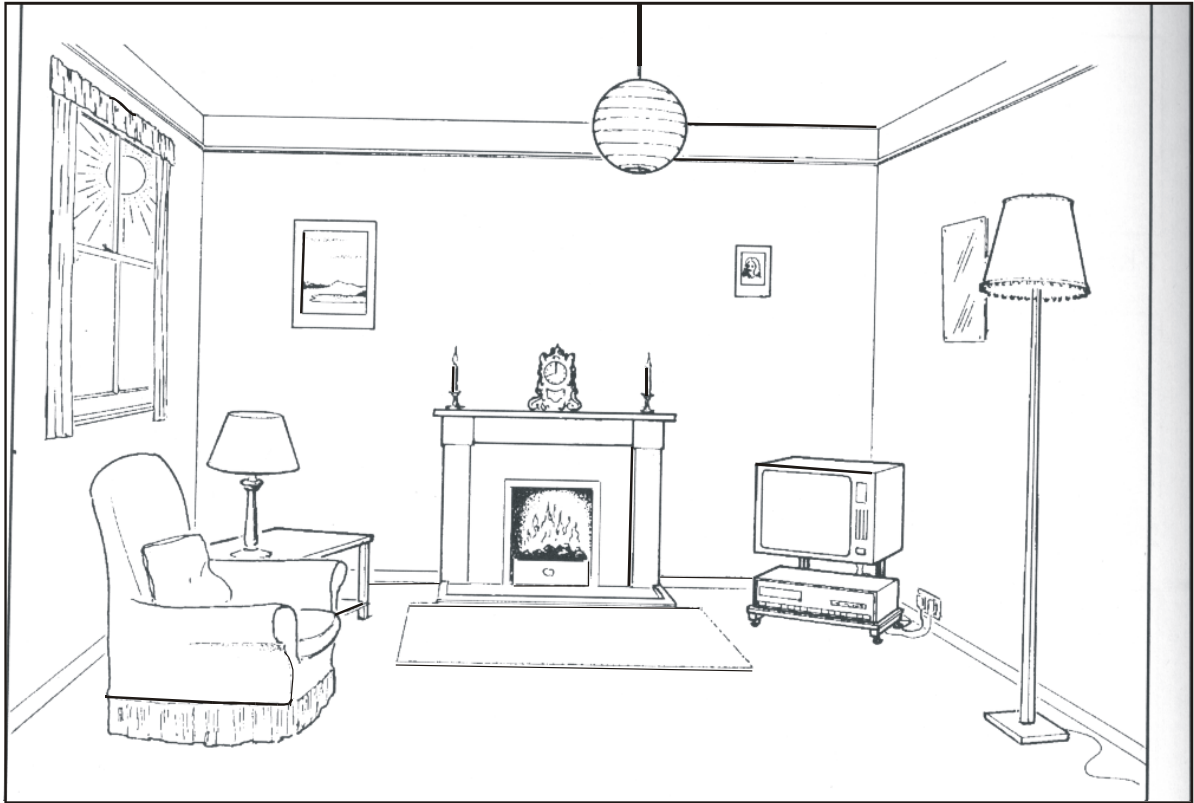
- Selbstständiges Lernen muss behutsam eingeführt werden, um nicht sich und die Lerngruppe zu überfordern. Bevor man z.B. zu einem Thema mehrere Lernstationen anbietet, sollte man zunächst einzelne kleine mündliche Lernaufträge, dann größere Arbeitsaufträge stellen. Die Aufgabenstellungen sind anfangs in einem engen Rahmen, bei Schülerexperimenten fast kochrezeptartig, und geben später große Freiräume, bis hin zu kleineren „Forschungsprojekten“.
- Die Unterrichtsinhalte sollten Jungen und Mädchen gleichermaßen interessieren. Die Inhalte sollen lebens- und berufsnah sein. Es werden Alltagsbeobachtungen problematisiert: in erster Linie Naturphänomene, in zweiter Linie technische Phänomene.
- Bei der Auswahl der Inhalte sollte die Lehrkraft sich stets fragen, was die Schülerinnen und Schüler an Vorwissen mitbringen und wo sie anknüpfen können. Dabei ist zu beachten, dass die Vorerfahrungen der Schüler sehr individuell sein können und im Unterricht ausgeglichen werden müssen. Die Fachsystematik der Physik tritt zunächst hinter die Beantwortung dieser Fragen zurück.
- Selbstständiges Lernen bedeutet, dass der Lehrer die Kontrolle der Lernprozesse weitgehend an die Schülerinnen und Schüler abgibt. Er sollte sich daher bei der Unterrichtsvorbereitung immer fragen, was die Lernenden selbst tun können. Vielfach führen kleine Freihandversuche für alle Schüler besser in ein neues Thema ein als ein Demonstrationsexperiment oder ein lehrerzentriertes Unterrichtsgespräch.
- Erfolgreiches selbstständiges Lernen erfordert andere Formen der Lernkontrollen und Leistungsnachweise. In dieser Handreichung werden daher Beispiele für **praktische Physiktests** vorgestellt. Dabei handelt es sich um Lernaufgaben, mit denen die Schülerinnen und Schüler nachweisen können in wie weit sie in der Lage sind, sich einen neuen Lerngegenstand selbstständig zu erarbeiten. Praktische Physiktests eignen sich darüber hinaus auch um die Kompetenz zum praktischen Experimentieren zu überprüfen.

2. Arbeitsblätter zur Optik

Titel	Lehrplanthema	Kurzbeschreibung
Lichtquellen	Lichtsender	Sprachförderung, natürliche und künstliche Lichtquellen
Das Reflexionsgesetz	Reflexion des Lichtes	qualitative und quantitative Ableitung des Reflexionsgesetzes, Lösungsblatt
Versteckenspielen mit Spiegeln	Reflexionsgesetz und Spiegel	spielerische Anwendung und Überprüfung des Reflexionsgesetzes in Partner oder Gruppenarbeit
Der Zauberspiegel	Spiegel	entdeckendes Lernen, Lösungsblatt
Wo sehen wir das Spiegelbild?	Reflexion des Lichtes und Spiegel	Grunderfahrungen mit Spiegeln und Spiegelbildern, anschaulicher Nachweis der Lage von Spiegelbildern
Das Spiegelpuzzle (1,2)	Spiegel	spielerisches Entdecken von Symmetrie
Was ist im Bild versteckt? (1,2 und 3)	Spiegel	Entdecken und Nachweisen von Symmetrie
Der Autoscheinwerfer	Ausbreitung des Lichtes, Spiegel	entdeckendes Lernen an einem technischen Gegenstand
Licht wird gebrochen	Lichtbrechung	Untersuchung der Lichtbrechung an der planparallelen Platte
Der Brennpunkt	Hohlspiegel und Sammellinse	spielerisches Experimentieren mit Hohlspiegel und Sammellinse, Sprachförderung
Die Lupe	Sammel- und Zerstreuungslinse	Eigenschaften von Sammel- und Zerstreuungslinse, Bedeutung der Brennweite,
Abbildung mit der Sammellinse	optische Abbildungen, Abbildungsgesetz	praktischer Physikttest oder Lernaufgabe zur Bestätigung des Abbildungsgesetzes
Das b-g-Diagramm	optische Abbildungen	anspruchsvolles grafisches Verfahren zum Abbildungsgesetz
Ein einfaches Mikroskop	optische Abbildungen	spielerisches Experimentieren mit zwei Sammellinsen zum Funktionsprinzip des Mikroskops
Wie funktioniert ein Mikroskop?	optische Abbildungen, Sammellinse	Anwendung von Sammellinsen, experimentell anspruchsvoll
Das Spiegelteleskop	optische Abbildungen	Erweiterung des Weltbildes durch Fernrohre, Funktionsprinzip des Spiegelteleskops, Sprachförderung und Medienerziehung

Titel	Lehrplan	Kurzbeschreibung
Die Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit	Ausbreitung des Lichtes, Lichtgeschwindigkeit	Gedankenexperiment, Sprachförderung, Partnerarbeit, Lösungsblätter und weiterführende Informationen
Die astronomische Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit	Lichtgeschwindigkeit,	Sprachförderung (Textverständnis), weiterführende Informationen
Die Mondphasen	Ausbreitung des Lichtes, Lichtsender, Lichtempfänger,	Sprachförderung (Argumentieren lernen), Versuch als Hausaufgabe
Erfindung fängt die Sonne ein	Spiegel, Linsen, Lichtleiter	Sprachförderung (Analyse eines Zeitungsartikels), Anregung für kleine Forschungsaufgabe,
Die Schildbürger und das Licht	Lichtsender und Lichtempfänger	verschiedene Übungen zur Verbesserung der Lesekompetenz, geeignet als Hausaufgabe
Die Flüssigkristallanzeige	Ausbreitung des Lichtes, Natur des Lichtes	verschiedene einfache Experimente mit polarisiertem Licht, anschauliche Erklärung eines technischen Gegenstandes,
Albert Einstein - Sonnenfinsternis als Beweis	Natur des Lichtes, Finsternisse,	Sprachförderung, Beitrag zum „Einsteinjahr“

Lichtquellen



Aufgaben

1. Schreibe alle Lichtquellen auf, die du auf der Abbildung siehst.

2. Welche Lichtquellen kennst du noch?

3. Es gibt natürliche und künstliche Lichtquellen. Stelle eine geordnete Liste auf.

Das Reflexionsgesetz (1)

Das *Reflexionsgesetz* hat wohl jeder schon einmal unbewusst angewendet, wenn er versucht hat, mit einem Taschenspiegel das Licht von einer Lichtquelle auf einen bestimmten Punkt zu lenken. Lässt sich die Ablenkung des Lichtstrahls durch den Spiegel vorherberechnen?

Geräte

Experimentierleuchte (Lichtbox) mit Kondensorlinse und Schlitzblende, weißes Blatt Papier (DIN A4), Planspiegel (z.B. Holzklötzchen mit aufgeklebtem Spiegel), Schere, Winkelmesser

Aufgabe 1

Setze in die Lichtbox die Kondensorlinse ein und erzeuge mit der Schlitzblende ein scharfes Lichtbündel auf dem Blatt Papier.

Lenke das Lichtbündel mit Hilfe des Spiegels in verschiedene Richtungen. Lass dabei den Strahl von der Lampe einmal schräg, ein anderes Mal steiler auf den Spiegel fallen.

Ergänze die Sätze richtig:

Je schräger der Lichtstrahl ankommt, desto geht er auch vom Spiegel weiter.

Je steiler der Lichtstrahl ankommt, desto geht er auch vom Spiegel weiter.

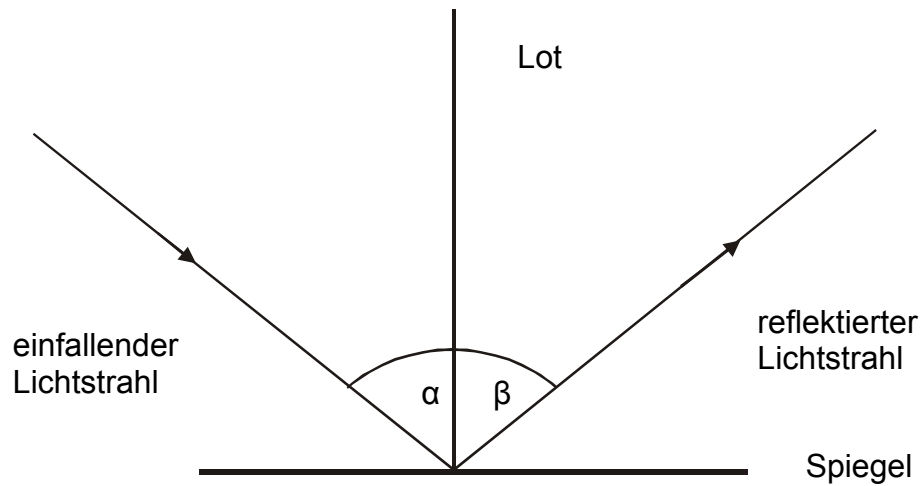
Aufgabe 2

- a) Schneide aus dem Arbeitsblatt 3 die 6 Papierabschnitte aus. Lege den Spiegel an die Linie und erzeuge mit der Lampe den eingezeichneten Strahl. Zeichne den reflektierten Strahl möglichst genau nach.
- b) Lege alle sechs Zettel in einer Reihe nebeneinander und betrachte deine Versuchsergebnisse. Was fällt dir auf?

- c) Falte alle Zettel so, dass der einfallende Strahl und der reflektierte Strahl aufeinander liegen.
Was erkennst du, wenn der gefaltete Zettel wieder geöffnet wird? Hinweis: Die Faltlinie wird **Lot** genannt. Sie ist senkrecht zum Spiegel. Miss die Winkel zwischen den beiden Strahlen und dem Lot. Vergleiche deine Lösung mit Arbeitsblatt 2.

Das Reflexionsgesetz (2)

Die Ergebnisse der Aufgaben 1 und 2 lassen sich in einer Skizze zusammenfassen.



Der Einfallswinkel ist so groß wie der Reflexionswinkel. Die Winkel werden zwischen den Strahlen und dem Einfallslot gemessen.

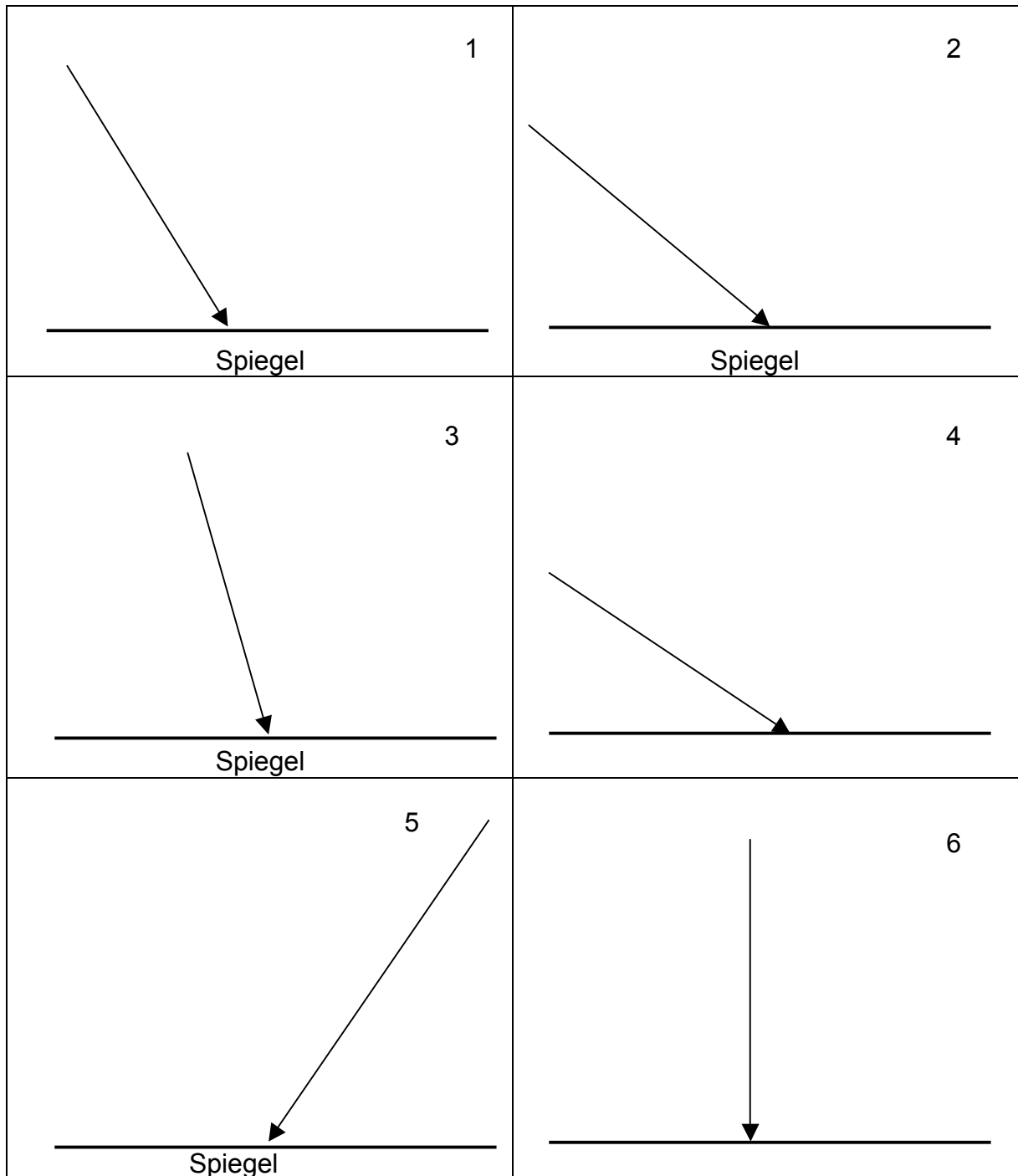
Hinweise:

Mit Hilfe des Lotes können auch noch Reflexionen an Spiegeln betrachtet werden, die sehr klein oder uneben sind. Sobald man das Lot hat, kann man auch die beiden Winkel bestimmen und messen.

Einfallender Lichtstrahl und reflektierter Lichtstrahl müssen in einer Ebene liegen.

Das Reflexionsgesetz (3)

Schneide die Blätter 1 – 6 aus.



Versteckenspielen mit Spiegeln

Material:

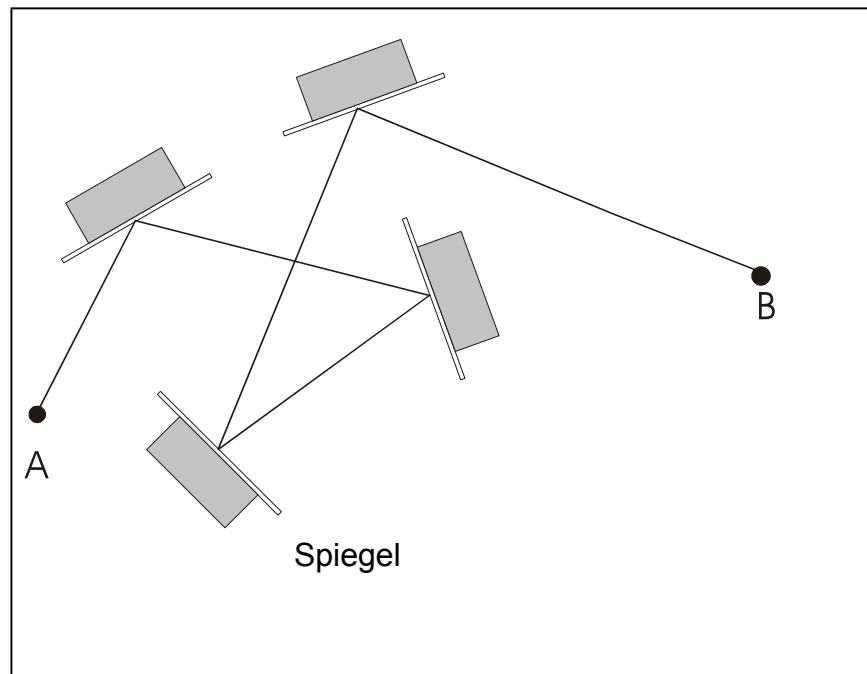
4 (5) aufstellbare Planspiegel (z.B. Taschenspiegel an Holzklotz geklebt), großer Bogen weißes Papier, Geodreieck, Lineal, Bleistift, Filzstift, Taschenlampe

Aufgaben

- ☐ Markiert die Mitte der Spiegel mit einem Filzstift.
- ☐ Breitet den Bogen Papier auf dem Arbeitstisch aus und markiert zwei Punkte A und B an den Rändern (ähnlich wie in der Abbildung).
- ☐ Ordnet **4 Spiegel** so auf dem Papier an, dass ein Schüler bei A einen Mitschüler bei B mit Hilfe **aller** Spiegel sehen kann. Schüler B sollte dann auch A sehen können. Beide müssen dabei vor den Spiegeln in die Hocke gehen, so dass die Nasen in Spiegelhöhe sind.
- ☐ Überprüft, ob ihr jetzt mit der Taschenlampe von A (B) aus den Mitschüler bei B (A) blenden könnt.

Zusatzaufgaben

- ☐ Zeichnet mit einem spitzen Bleistift die Lage der Spiegel ein. Zeichnet den Weg des Lichtes zwischen A und B ein. Wie es aussehen könnte, seht ihr unten in der Abbildung.
- ☐ Überprüft an einem Spiegel das Reflexionsgesetz.
- ☐ Löst die Aufgabe mit mehr (5) oder weniger (3) Spiegeln.



Mit Spiegeln um die Ecke sehen (1)

Licht kann man mit einem Spiegel umlenken. Mit mehreren Spiegeln kann man sogar Hindernisse umgehen und um die Ecke sehen! Wie das funktioniert, kannst du mit der folgenden Aufgabe herausfinden.

Material

Lichtbox mit Kondensor und Einfachblende, mehrere Taschenspiegel zum Aufstellen, Teelicht, weißes Blatt Papier, Hindernis (z.B. Federtasche, Buch, Holzklotz)

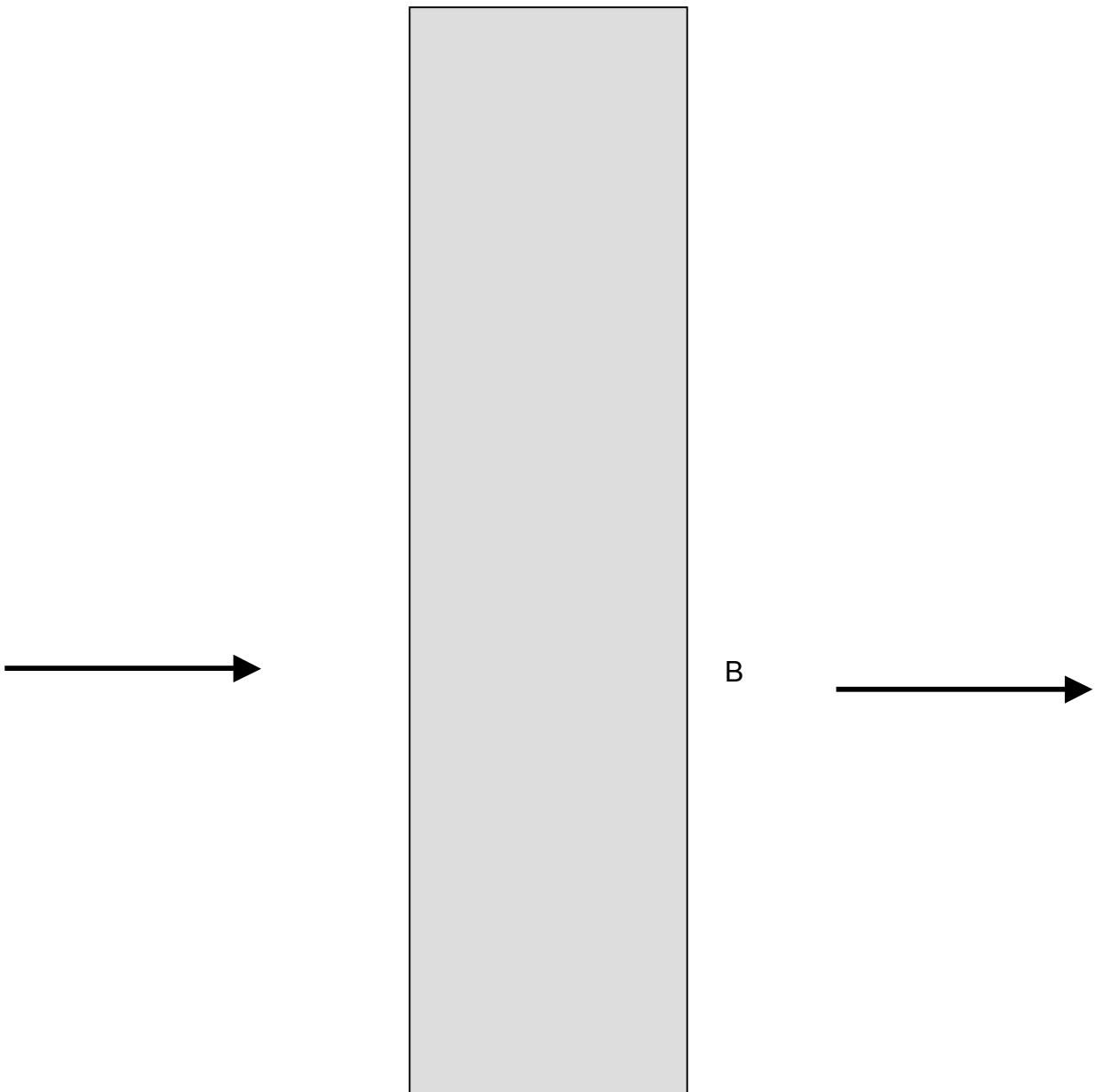
Aufgaben

1. Das Arbeitsblatt zeigt einen Lichtstrahl, der durch ein Hindernis unterbrochen wird. Erzeuge mit der Lichtbox den Lichtstrahl und lenke ihn mit mehreren Spiegeln um das Hindernis herum, so dass er bei B weitergeht.
2. Zeichne deine Lösung auf dem Arbeitsblatt ein, dazu gehört die Lage der Spiegel und der Weg des Lichtstrahls.
3. Stelle ein brennendes Teelicht hinter das Hindernis. Richte die Spiegel so aus, dass du das Teelicht auf der anderen Seite sehen kannst. Wie viele Spiegel benötigst du mindestens für die Lösung der Aufgabe?

Zusatzaufgaben

1. Aus einem getauchten U-Boot kann der Kapitän mit Hilfe eines Sehrohrs die Vorgänge auf der Wasseroberfläche beobachten. Wie muss das Sehrohr aufgebaut sein? Fertige eine Skizze an.
2. Warum kann man bei Aufgabe 3 das Teelicht auch dann noch hinter dem Hindernis sehen, wenn es nicht brennt?

Mit Spiegeln um die Ecke sehen (2)



Der Zauberspiegel (1)

Wenn du in einen Spiegel blickst, siehst du dein Spiegelbild. Unabhängig von der Art und Weise, wie du dich vor dem Spiegel aufstellst, siehst du immer nur ein Bild.

Mit einem Trick ist es aber möglich, die Anzahl der Spiegelbilder zu erhöhen. Es werden dann 2, 3, 4, 5, 8, 10, 12 oder noch mehr Bilder sichtbar.

Mit dieser Lernaufgabe kannst du hinter das Geheimnis der vielen Spiegelbilder kommen.

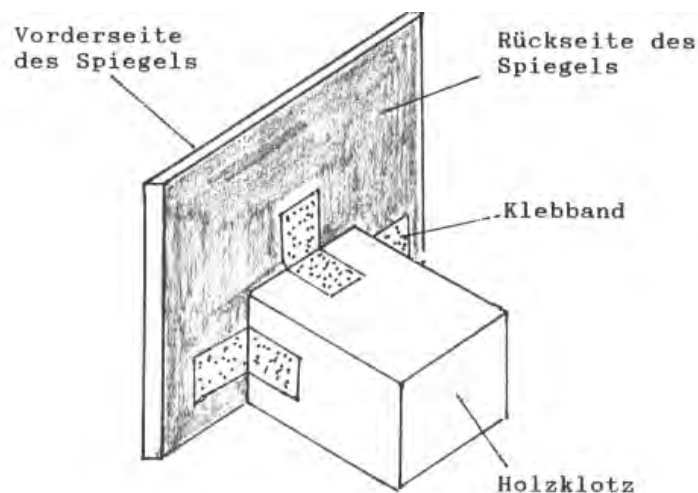
Material:

zwei aufstellbare Taschenspiegel oder ein Winkelspiegel, ein Blatt DIN A4, Geodreieck, ein kleiner Gegenstand (z.B. Bleistift), Arbeitsblatt für die Messergebnisse

Das Experiment besteht aus 6 Arbeitsschritten. Wenn du schon einen passenden Spiegel hast, kannst du sofort bei Schritt 2 anfangen.

1. Vorbereitung der Spiegel:

Am brauchbarsten sind zwei rechteckige Taschenspiegel, die nebeneinander gestellt werden. Damit sie senkrecht auf dem Papier stehen, befestigt man an ihrer Rückseite einen Holzklotz. Am einfachsten geht das mit Klebband (Abbildung).

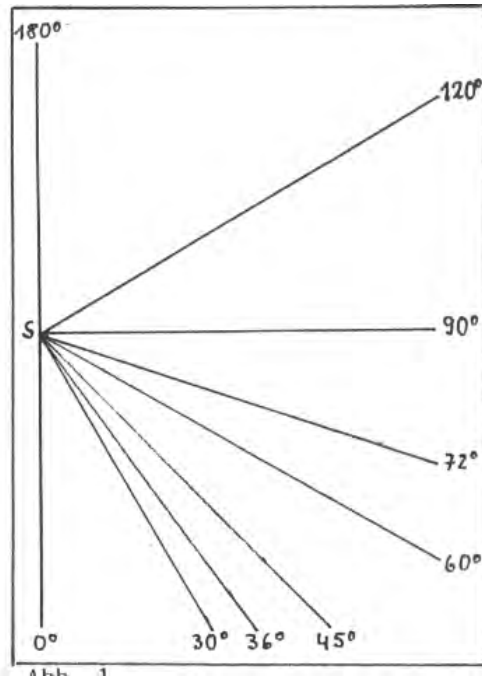


Hinweis: Bei einem Glasspiegel ist die spiegelnde Fläche nicht die Glasoberfläche, sondern die versilberte Rückseite.

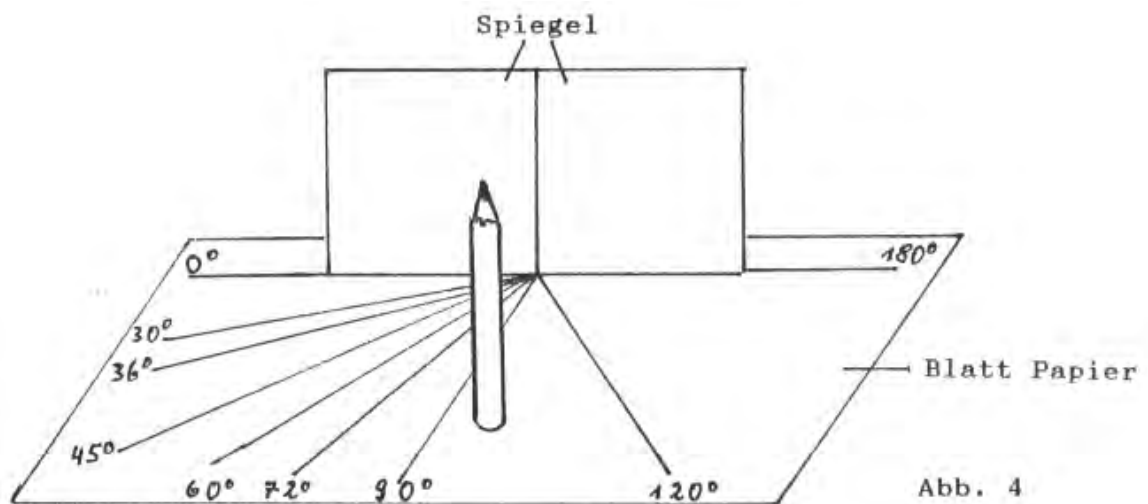
2. Zeichne auf den Bogen Papier folgende Winkel: 180° , 120° , 90° , 72° , 60° , 45° , 36° und 30° . Wie du dir die Seite am besten einteilst, siehst du in der Abbildung auf der nächsten Seite. Den Scheitelpunkt S legst du links in die Mitte der längeren Papierseite. Im Punkt S sollen die beiden Spiegel zusammenstoßen. Die Schenkel der Winkel werden bis fast zum Rand gezogen und beschriftet. Zeichne mit einem gut angespitzten Bleistift, denn die Winkel müssen genau stimmen.

Der Zauberspiegel (2)

Einteilung des Blattes (verkleinert):



3. Setze die beiden Spiegel dicht nebeneinander auf das Blatt Papier, so dass sie einen Winkel von 180° bilden. Den Gegenstand stellst du im Abstand von 5 – 8cm vor den Spiegel. Er erzeugt ein Spiegelbild.



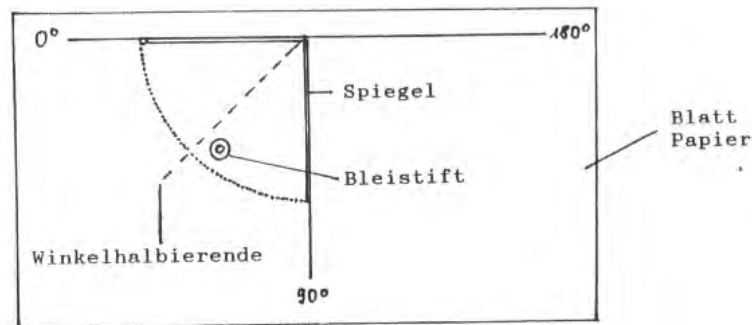
4. Schwenke die beiden Spiegel so, dass sich ein immer spitzerer Winkel bildet. Du stellst sicher fest: **Je spitzer der Winkel, desto mehr Spiegelbilder sind zu erkennen.** Das soll genauer untersucht werden.

Der Zauberspiegel (3)

5. Stelle nacheinander die einzelnen Winkel zwischen beiden Spiegeln ein und zähle die Anzahl der Spiegelbilder. Trage das Ergebnis in die Tabelle ein.

Das Zählen der Spiegelbilder ist bei sehr vielen Bildern nicht ganz einfach.

Tipp: Stelle den Gegenstand innerhalb des Winkelkreises etwa 1cm von der Winkelhalbierenden auf. Halte beim Zählen ein Auge zu, beginne vorn bei einem Spiegel und wandere bis zum Ende des anderen. Dabei sollte das Auge etwa auf der Höhe des Gegenstandes sein. Die Skizze zeigt dir den Versuch, wenn der Spiegel auf 90° eingestellt ist.



Winkel α	n (Anzahl der Spiegelbilder)		
180°	1		
120°			
90°			
72°			
60°			
45°			
36°			
30°			

6. Wird der Winkel zwischen den Spiegeln kleiner, nimmt die Anzahl der Spiegelbilder zu.
Nach welchem mathematischen Gesetz geht das aber vor sich? Wenn du dieses Gesetz herausfindest, kannst du immer vorhersagen, wie viele Spiegelbilder möglich sind. (Wenn du das Gesetz nicht selbst findest, kannst du dir die Hilfen vom Lösungsblatt ansehen!)

Der Zauberspiegel (4) – Lösungen und Zusatzaufgaben

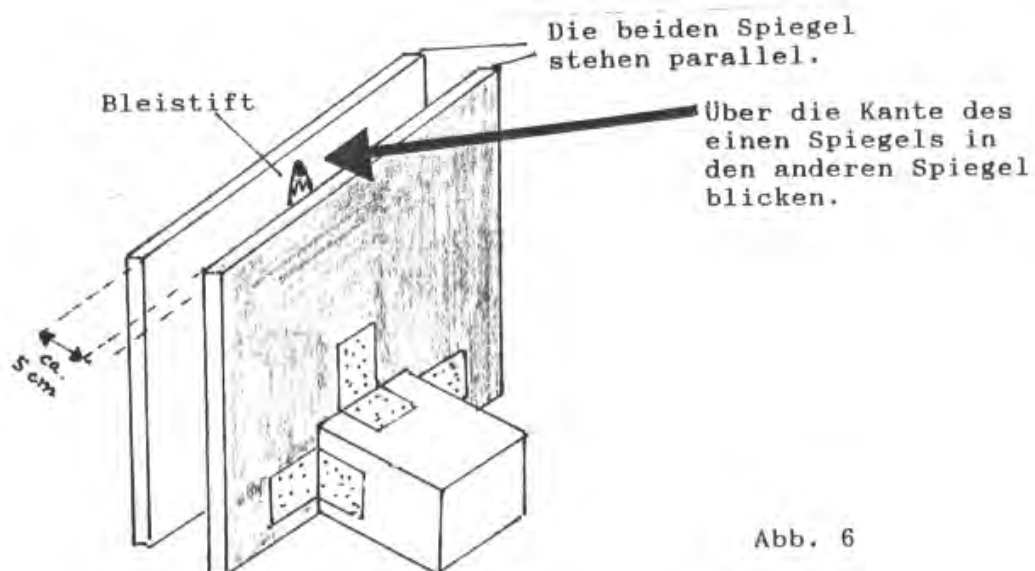
Hilfe zu Aufgabe 6:

- ☐ Addiere in der **dritten** Spalte der Tabelle zu der Anzahl der Spiegelbilder die Zahl 1.
- ☐ Multipliziere das Ergebnis $(n + 1)$ mit dem Winkel α und trage das Ergebnis in die **vierte** Spalte ein. Beispiel : $\alpha = 90^\circ$, $n = 3$ (drei Spiegelbilder), $n + 1 = 4$; $4 \times 90 = 360$.
- ☐ Die Gleichung lautet also $(n+1) \times \alpha = 360$.
- ☐ Versuche die Gleichung nach n umzustellen.
- ☐ Deine Lösung sollte lauten:

$$n = \frac{360}{\alpha} - 1$$

Zusatzaufgaben:

1. Rechne mit der Formel! Wie viele Spiegelbilder ergeben sich, wenn der Winkel zwischen den Spiegeln 10° (2° , 1°) beträgt?
2. Mit wie viel Spiegelbildern wäre theoretisch zu rechnen, wenn der Winkel $\alpha = 0^\circ$ beträgt? Die beiden Spiegel stehen dann parallel. Diese Aufgabe kannst du durch einen weiteren Versuch lösen.



Der Zauberspiegel (5) – Lösungen

Winkel α	n (Anzahl der Spiegelbilder)	n + 1	(n+1) x Winkel
180°	1	2	$2 \times 180 = 360$
120°	2	3	$3 \times 120 = 360$
90°	3	4	$4 \times 90 = 360$
72°	4	5	$5 \times 72 = 360$
60°	5	6	$6 \times 60 = 360$
45°	7	8	$8 \times 45 = 360$
36°	9	10	$10 \times 36 = 360$
30°	11	12	$12 \times 30 = 360$

Lösung der Zusatzaufgaben:

$$\text{Winkel } \alpha = 10^\circ \quad n = \frac{360}{10} - 1 \quad n = 35 \text{ Spiegelbilder}$$

$$\text{Winkel } \alpha = 2^\circ \quad n = \frac{360}{2} - 1 \quad n = 179 \text{ Spiegelbilder}$$

$$\text{Winkel } \alpha = 1^\circ \quad n = 359 \text{ Spiegelbilder}$$

Bei einem Winkel $\alpha = 0^\circ$ wäre die Anzahl der Spiegelbilder theoretisch unendlich!

„Wo sehen wir das Spiegelbild?“ (1)

Für die Versuche 1 und 2 benötigen wir eine Glasscheibe. Sie hat gegenüber einem normalen Spiegel den Vorteil, dass sie nicht nur spiegelt, sondern man auch durch sie hindurchsehen kann. Dadurch wird es für dich leichter, das Besondere an Spiegelbildern zu verstehen.

Versuch 1: Eine Kerze brennt unter Wasser!

Material

- ☐ ein Glas Wasser
- ☐ eine Kerze, etwas kleiner als das Gefäß
- ☐ eine Glasscheibe zum Aufstellen

Aufgaben

- ☐ Stelle eine brennende Kerze **vor** die Glasscheibe.
- ☐ Stelle ein Glas voll Wasser **hinter** die Glasscheibe.
- ☐ Verschiebe das Glas so lange, bis das Spiegelbild der brennenden Kerze im Wasserglas erscheint.

Versuch 2: Wo liegt das Spiegelbild?

Material

- ☐ zwei Kerzen, beide von der gleichen Größe
- ☐ eine Glasscheibe zum Aufstellen
- ☐ ein Lineal

Aufgaben

- ☐ Zünde eine Kerze an und stelle sie vor die Glasscheibe.
- ☐ Nimm die zweite Kerze (nicht anzünden!) und stelle sie dorthin, wo du das Spiegelbild der brennenden Kerze siehst.
- ☐ Miss den Abstand zwischen:
 - a) brennender Kerze – Glasscheibe
 - b) Glasscheibe – zweite Kerze

Was stellst du fest?

-
- ☐ Verändere nun den Abstand der brennenden Kerze zum Spiegel. Was beobachtest du beim Spiegelbild?
-
-

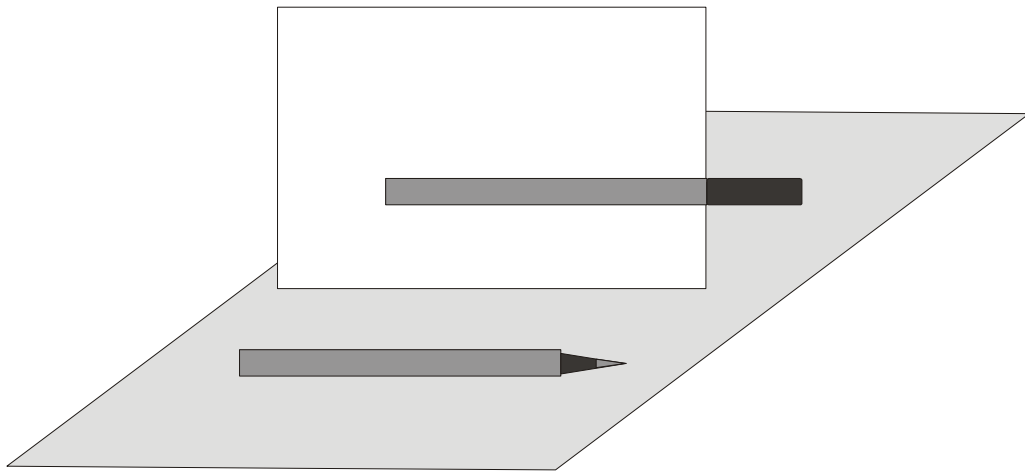
„Wo sehen wir das Spiegelbild?“ (2)

Für diesen Versuch tauschen wir jetzt die spiegelnde Glasscheibe gegen einen Spiegel aus.

Versuch 3: Spielerei mit dem Spiegelbild

Material

- ☐ ein Filzstift (oder ein Füller) mit Kappe
- ☐ ein größerer Spiegel zum Aufstellen, z. B. eine Spiegelkachel
- ☐ ein Lineal



Aufgaben

- ☐ Ziehe die Kappe vom Filzstift oder Füller ab.
- ☐ Lege den Filzstift (oder Füller) so vor den Spiegel, dass sein Spiegelbild bis dicht an den rechten Rand des Spiegels reicht.
- ☐ Nimm nun die Kappe und verschiebe sie dicht am rechten Spiegelrand vorbei nach hinten, bis Kappe und Spiegelbild wie ein vollständiger Stift aussehen (siehe Abbildung).
- ☐ Miss den Abstand vom Filzstift zum Spiegelbild und den Abstand vom Spiegel zur Kappe. Was stellst du fest?

- ☐ Zeichne den Versuchsaufbau von oben und beschrifte ihn.

Das Spiegelpuzzle (1)

Material: aufstellbarer Taschenspiegel oder ein Stück Spiegelfolie (ca. 10cm x 5cm)

Aufgaben

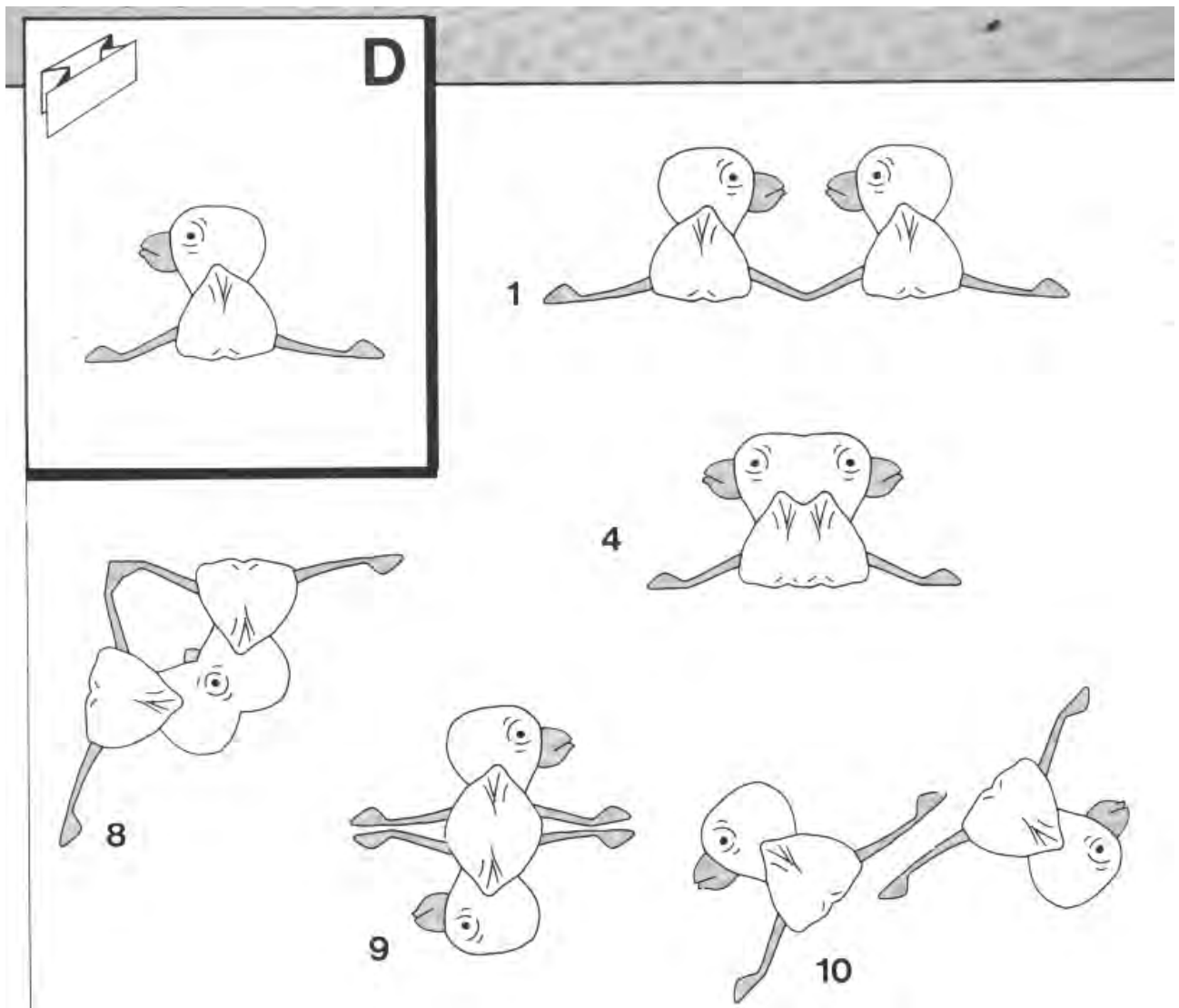
Setze den Spiegel auf die Experimentierfläche D und verschiebe ihn so, dass die Figuren 1 – 12 sichtbar werden. Aber Achtung, nicht alle Puzzlefiguren sind möglich!

a) Kreuze die Nummern der Figuren an, die du für möglich hältst.

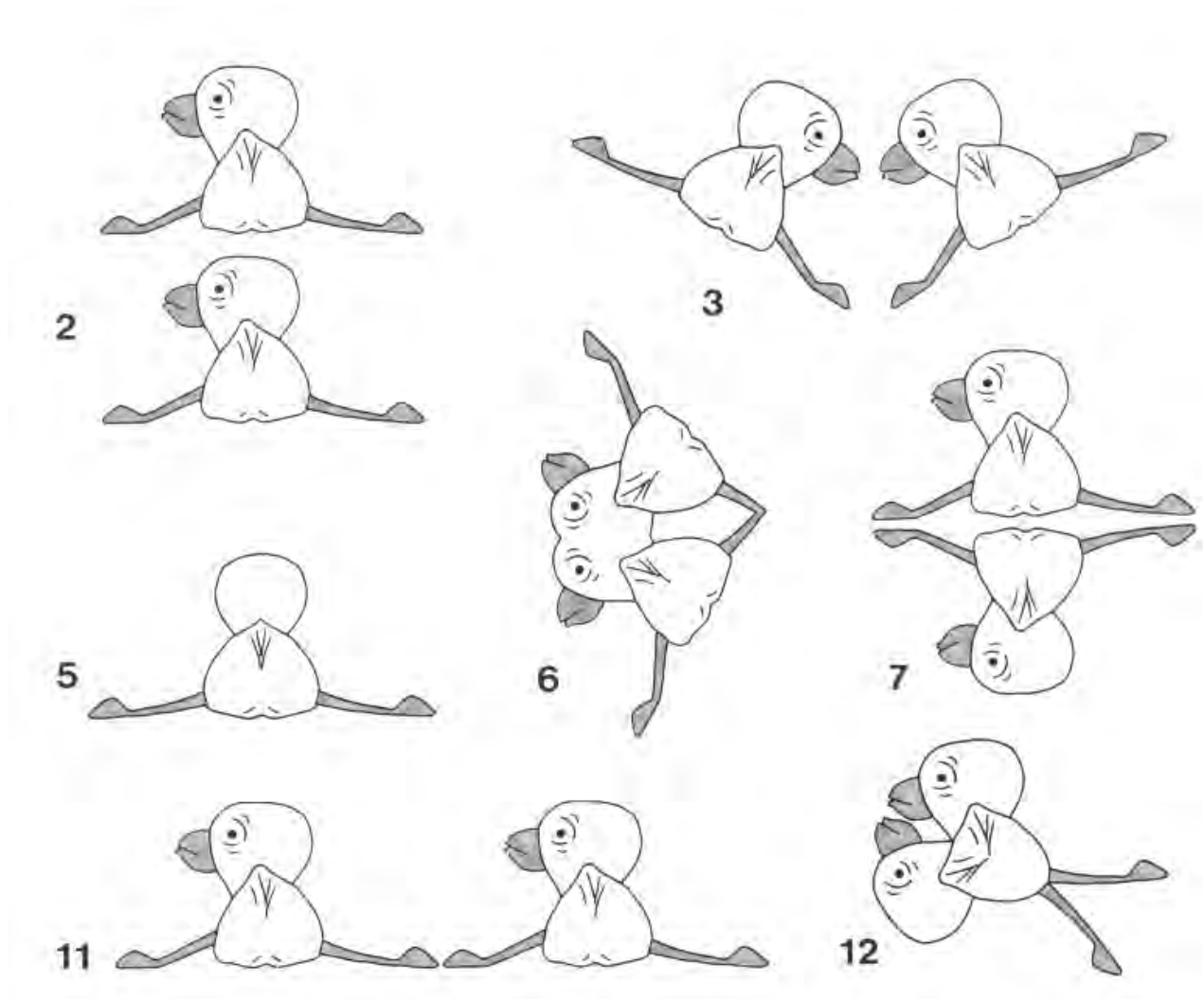
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

b) Kreuze die Nummern der Figuren an, die du tatsächlich gelöst hast.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----



Das Spiegelpuzzle (2)



Zusatzaufgabe

- ☐ Woran kann man schon vor dem Ausprobieren erkennen, ob eine Figur möglich ist?

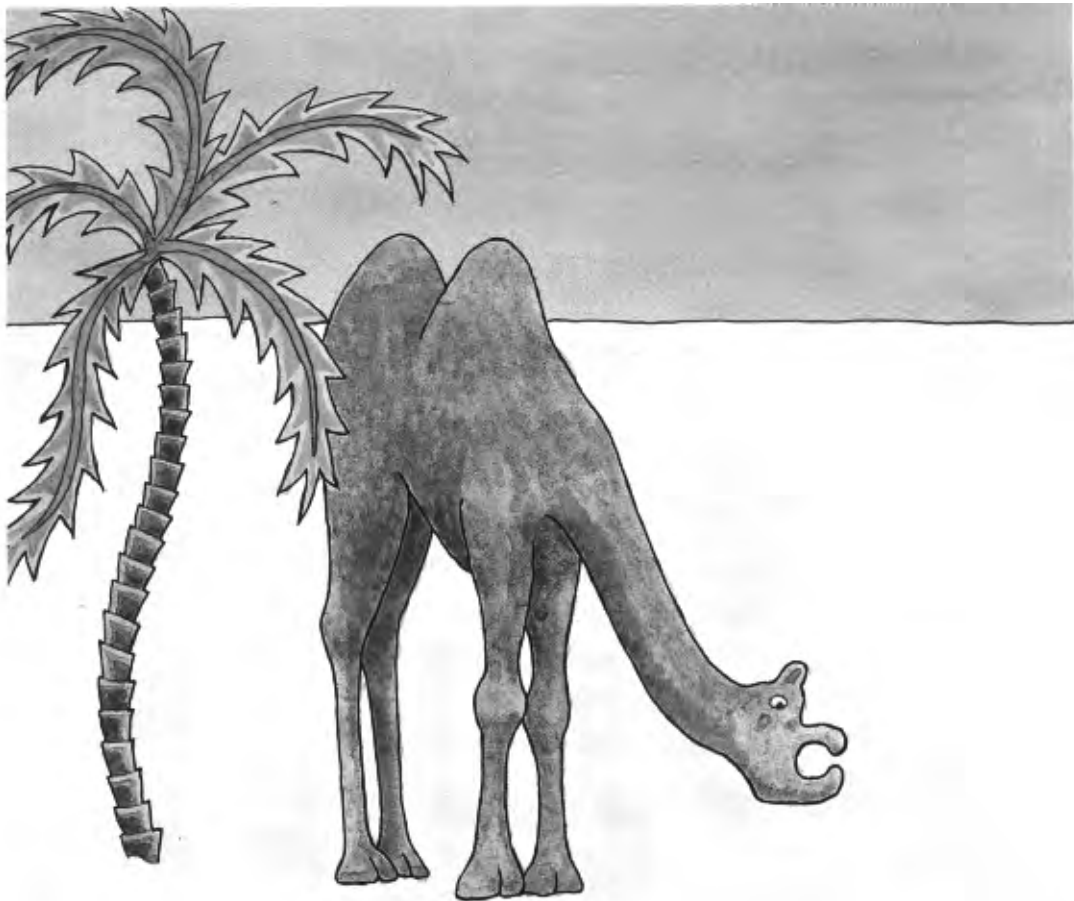
Was ist im Bild versteckt? (1)

Material

aufstellbarer Spiegel oder ein Stück Spiegelfolie (ca. 15cm x 5cm), Lineal

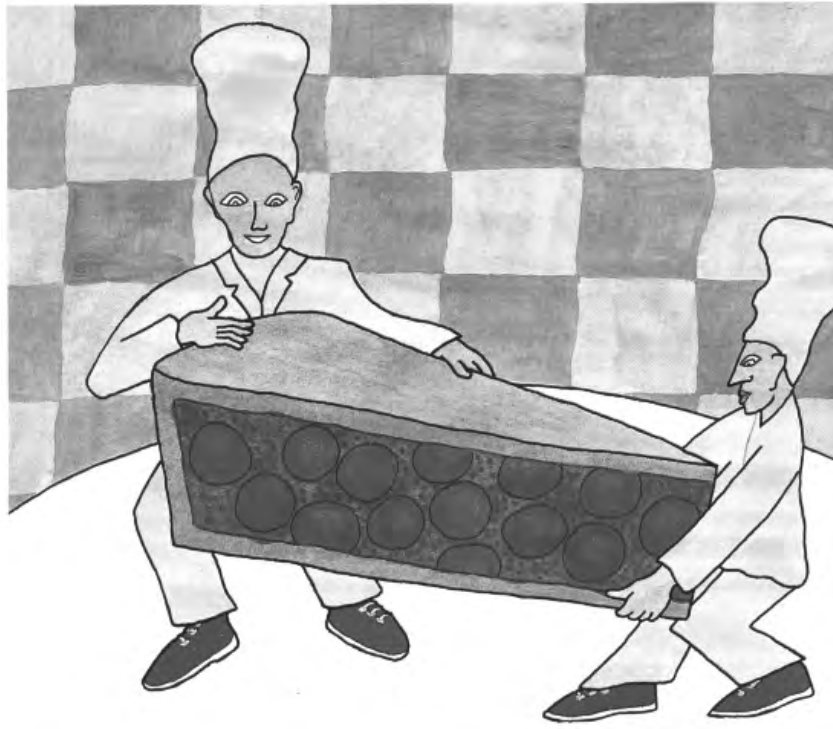
Aufgabe

In jedem Bild ist ein anderes Bild versteckt. Du siehst es nur, wenn du den Spiegel an die richtige Stelle des Bildes hältst. Markiere die Stellung des Spiegels mit einem spitzen Bleistift, wenn du das versteckte Bild gefunden hast.

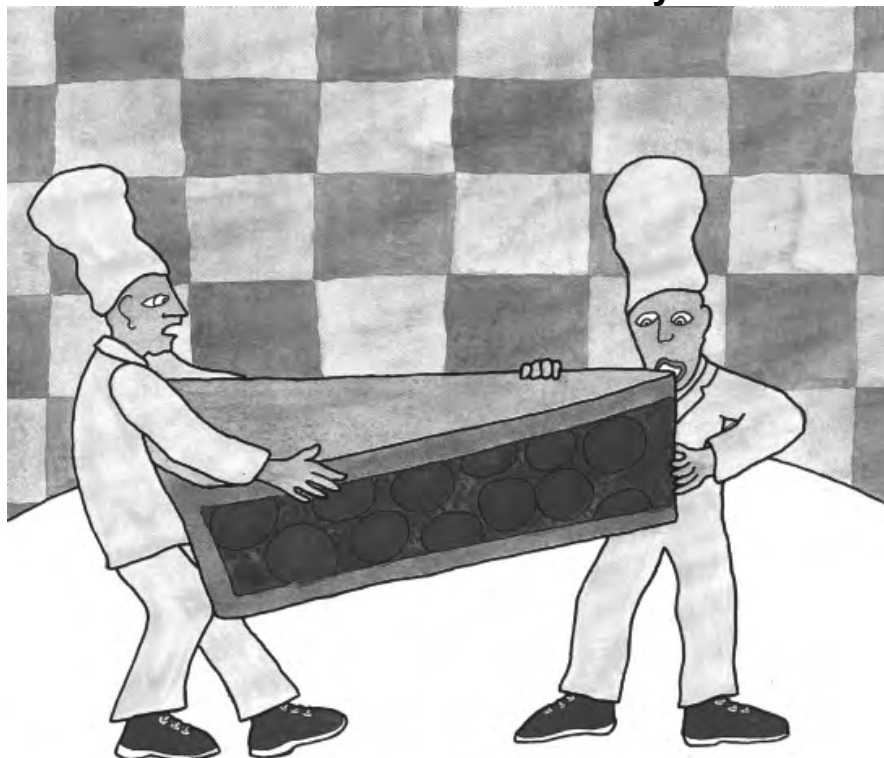


Ein Teddy sitzt einsam in der Wüste.

Was ist im Bild versteckt? (2)



Ein Trommler trommelt den Rhythmus.



Ein Musiker spielt die Flöte.

Was ist im Bild versteckt? (3)



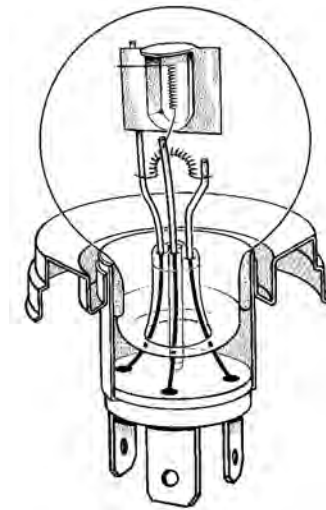
Wie alt ist jedes Kind?



Was sucht der Forscher in der Wüste?

Der Autoscheinwerfer (1)

Autoscheinwerfer haben besondere Glühlampen. Sie haben keinen Gewindesockel, drei Anschlüsse und zwei Glühwendeln. Eine Glühwendel ist auf einer Seite mit einem Blech abgedeckt. Die Schaltung und die Bedeutung dieses Aufbaus kannst du selbst herausfinden!



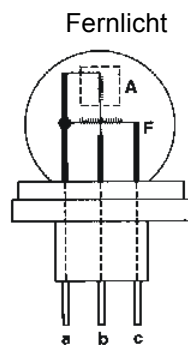
Versuch 1: Die Anschlüsse der Zweifadenlampe

Material

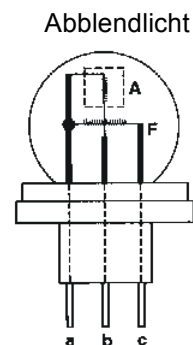
Zweifadenlampe, Stromversorgungsgerät (6V), 2 Experimentierkabel mit Krokodilklemmen

Aufgaben

- a) Schließe die Zweifadenlampe an 6V an und finde die Anschlüsse für das **Fernlicht F** und das **Ablendlicht A** heraus. Die Glühwendel für das Abblendlicht befindet sich unter dem Blech. Es darf immer nur eine Glühwendel leuchten.
- b) Zeichne den Verlauf der Stromkreise farbige in die beiden Skizzen ein.



○ ○
6V~



○ ○
6V~

Der Autoscheinwerfer (2)

Versuch 2: Verlauf von Fern- und Abblendlicht

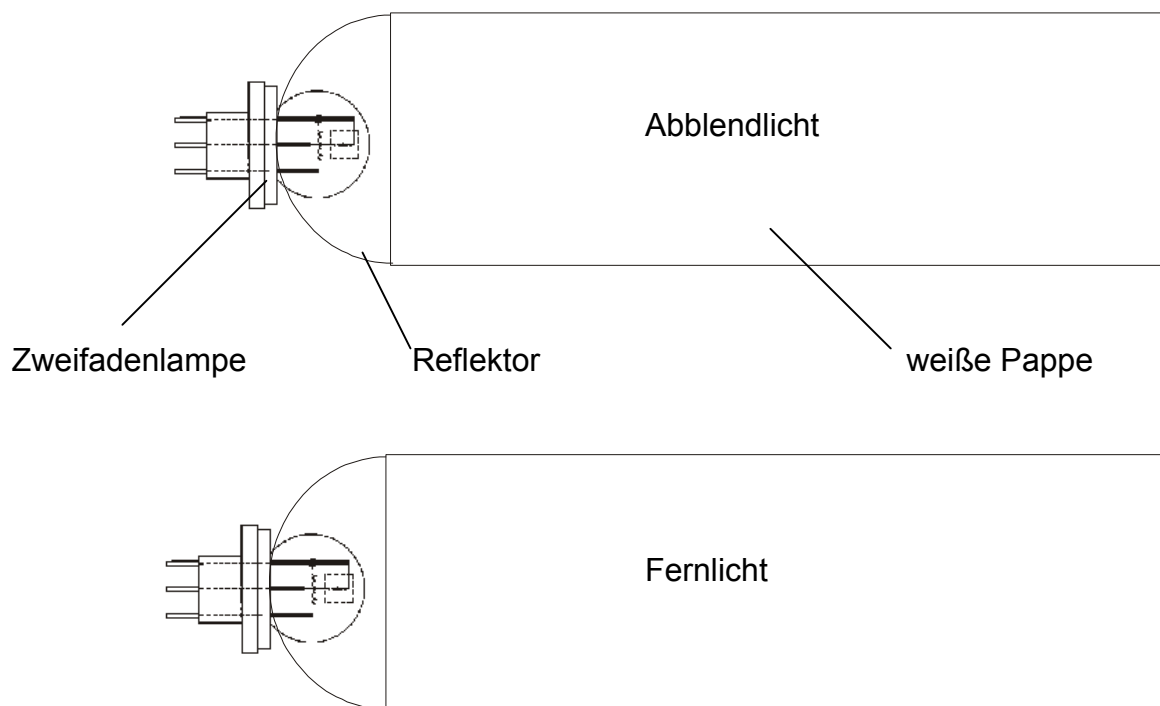
Material

wie bei Versuch 1, zusätzlich: Autoscheinwerfer (Reflektor), weißer Karton (z.B. 75cm x 30cm)

Aufgaben

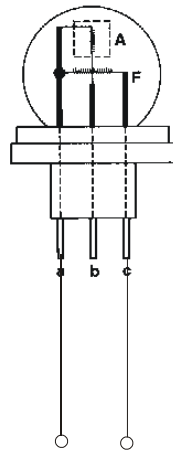
Setze die Zweifadenlampe in einen Autoscheinwerfer und halte einen weißen Karton in die Mitte der Lampe parallel zum ausgestrahlten Licht. Damit die Lampe nicht aus dem Reflektor herausfällt, kannst du sie mit Klebeband befestigen.

Beobachte den Verlauf des Abblendlichtes und des Fernlichtes. Zeichne den Verlauf des Lichtes in die beiden Skizzen ein und fülle die Tabelle aus.



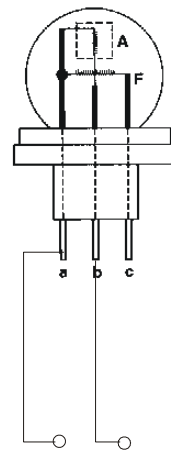
	Fernlicht	Abblendlicht
Sitz der Glühwendel		
Abschirmung der Glühwendel		
Beleuchtung des Reflektors durch die Wendel		
Richtung der Lichtabstrahlung		

Der Autoscheinwerfer (Lösungsblatt)



6V~

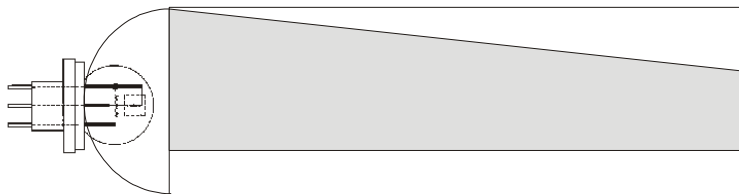
Fernlicht



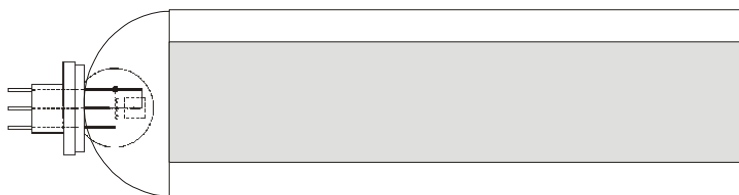
6V~

Abblendlicht

Versuchsauswertung



Verlauf des Abblendlichtes



Verlauf des Fernlichtes

	Fernlicht	Abblendlicht
Sitz der Glühwendel	näher am Reflektor	weiter vom Reflektor entfernt
Abschirmung der Glühwendel	keine Abschirmung	Abschirmung nach unten
Beleuchtung des Reflektors durch die Wendel	die gesamte Wölbung des Reflektors wird beleuchtet	nur die obere Wölbung des Reflektors wird beleuchtet
Richtung der Lichtabstrahlung	parallel, weitreichend	zusammenlaufend (konvergierend), fällt nur auf die Fahrbahn, nicht weitreichend

Licht wird gebrochen (1)

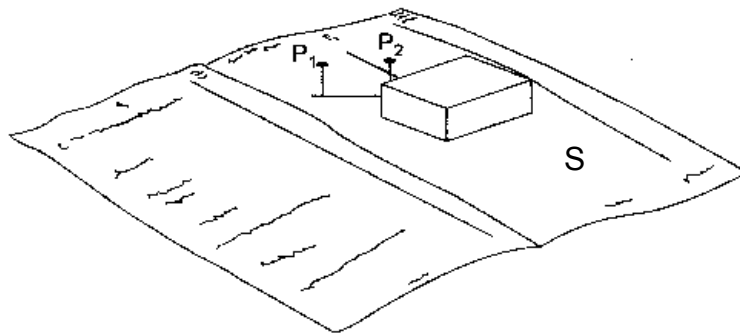
Bei dieser Lernaufgabe lernst du eine Methode kennen, mit der man den Weg des Lichtes untersuchen kann, wenn es schräg auf einen Glasblock fällt. Dabei kannst du den Brechungswinkel bei Luft und Glas bestimmen.

Material

Glasblock (planparallele Platte), Lineal, Geodreieck, Korkunterlage oder Styroporplatte, 4 Markierungsnadeln für optische Versuche, weißes Blatt DIN A4,

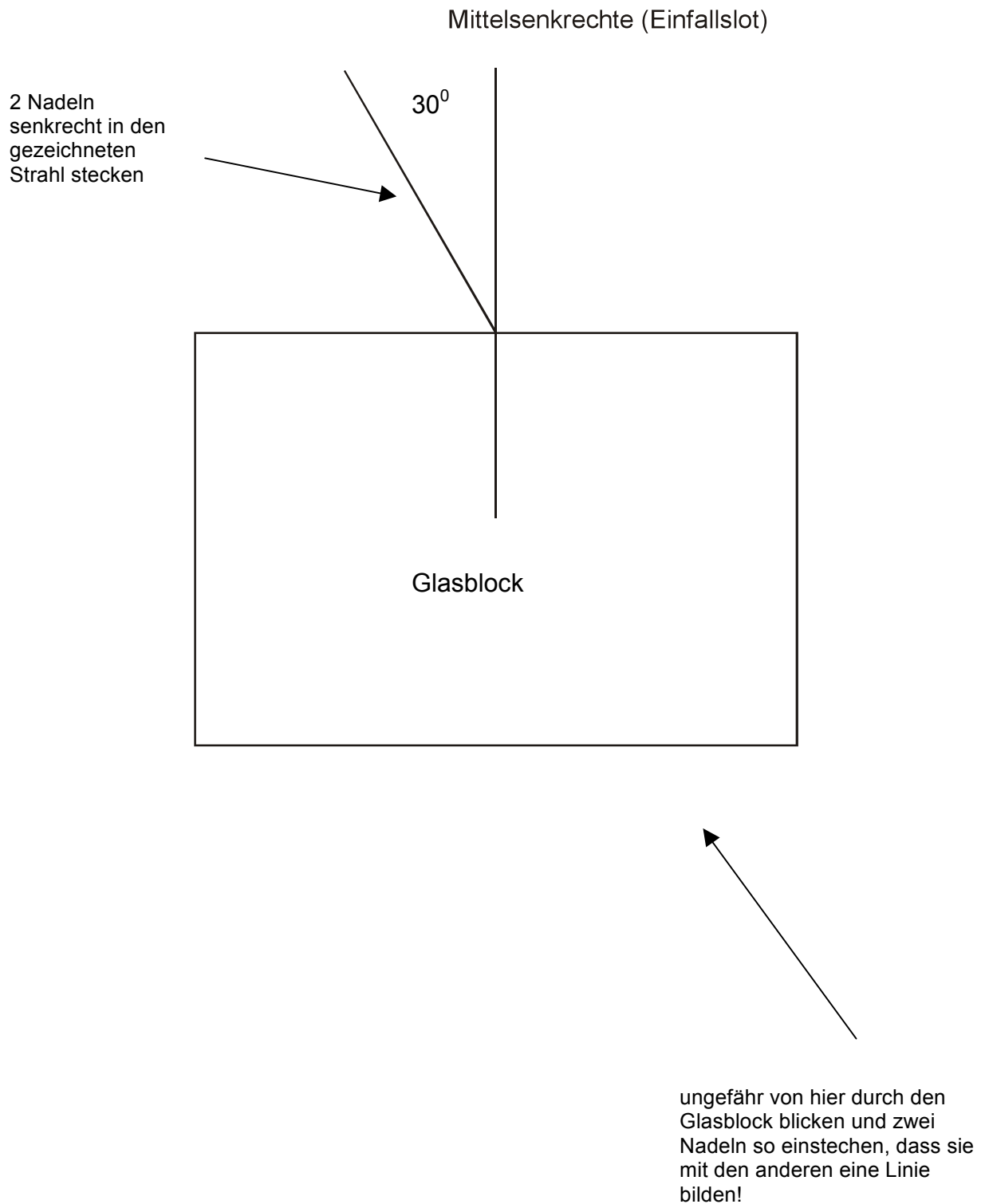
Aufgaben

- ☐ Lege das Blatt DIN A4 auf die Korkunterlage.
- ☐ Lege den Block mit seiner größten Seitenfläche in die Mitte des Blattes. Zeichne die Umrisse des Blockes mit einem spitzen Bleistift nach und entferne den Block wieder.
- ☐ Zeichne auf die längere Seite die **Mittelsenkrechte**.
- ☐ Nimm die Mittelsenkrechte als **Einfallslot** und zeichne einen einfallenden Strahl ($\alpha = 30^\circ$).
- ☐ Lege den Block auf das Blatt zurück und stecke zwei Markierungsnadeln P_1 und P_2 senkrecht in den gezeichneten Strahl (Abbildung)



- ☐ Blicke von der **gegenüberliegenden** Seite S (Augen etwa in Höhe der Tischplatte) durch den Block.
 - ☐ Stecke hier zwei weitere Nadeln P_3 und P_4 so ein, dass sie mit den Bildern von P_1 und P_2 , die du durch den Block siehst, in einer Linie liegen.
 - ☐ Entferne den Block und verbinde P_3 und P_4 durch eine Linie bis an S heran.
 - ☐ Zeichne den Verlauf des gebrochenen Strahls durch den Block ein.
-
- ☐ Miss den Brechungswinkel β und notiere ihn. $\beta = \dots\dots\dots$

Licht wird gebrochen (2)



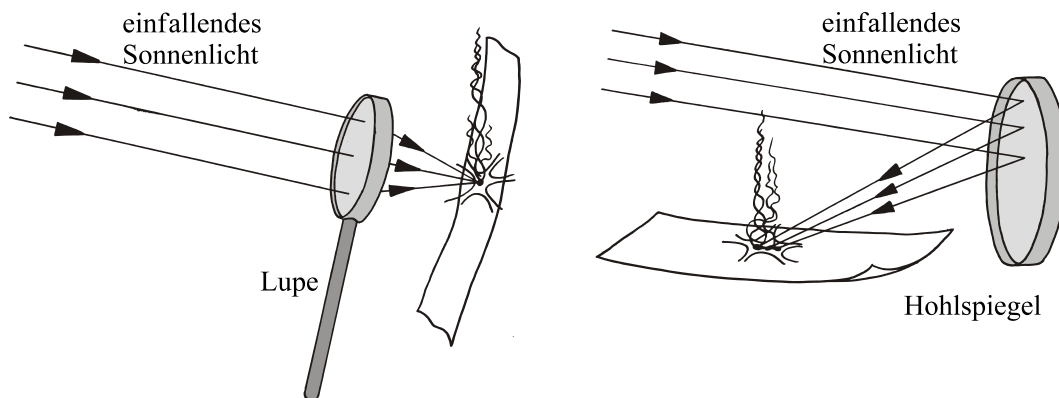
Der Brennpunkt (1)

Diese Aufgabe kann nur im Freien und bei Sonnenschein bearbeitet werden!

Mit einer Sammellinse oder einem Hohlspiegel kann bei Sonnenschein Papier entzündet werden. **(Auf Brandschutz achten!)**

Material

- ☐ Sammellinse (Brennweite +50mm), z.B. Leselupe, Hohlspiegel (Durchmesser ca. 10cm), z.B. Rasierspiegel, Mundspiegel vom Zahnarzt
- ☐ Papier oder anderes leicht entzündbares Material



Aufbau und Durchführung

- ☐ Halte eine Sammellinse so, dass sie von den Lichtstrahlen der Sonne senkrecht getroffen wird.
- ☐ Halte auf die andere Seite der Linse ein Stück Papier und verändere den Abstand zur Linse, bis der helle Lichtfleck seine kleinste Fläche einnimmt.

Beobachtung:

- ☐ Wiederhole den Versuch mit einem Hohlspiegel. Da beim Hohlspiegel Brennpunkt und einfallende Strahlen auf der gleichen Seite liegen, muss der Spiegel leicht zur Einfallrichtung der Sonnenstrahlen gekippt sein (Abbildung).

Beobachtung:

Der Brennpunkt (2)

Erklärung

Sonnenlicht besteht nicht nur aus sichtbarem Licht, sondern auch aus Wärmestrahlung. Mit einer Sammellinse oder einem Hohlspiegel wird nicht nur das sichtbare Licht im Brennpunkt vereinigt, sondern auch die Wärmestrahlung. Die Temperatur kann im Brennpunkt so groß werden, dass brennbare Stoffe dort entzündet werden können. Die brennbaren Stoffe absorbieren die Wärmestrahlung, die blanke Spiegelfläche reflektiert sie.

Der Brennpunkt hat seinen Namen auf Grund der im Experiment beobachteten Eigenschaft.

Zum Nachdenken

Im Wald werfen Spaziergänger oft ihren Müll achtlos in die Natur. Warum kann es manchmal dadurch in sehr heißen Sommern zu Waldbränden kommen?

.....

.....

.....

Der **Brennpunkt** einer Sammellinse wird mit dem Buchstaben **F** bezeichnet. Der Abstand des Brennpunktes von der Linse wird **Brennweite f** genannt. Wie kann im Experiment die Brennweite einer Sammellinse herausgefunden werden, wenn diese nicht bekannt ist?

.....

.....

.....

Interessantes aus der Geschichte

Römische Schriftsteller berichten, Archimedes habe bei der Verteidigung von Syrakus (214-212 v.Chr.) Soldaten aufgefordert, ihre Schilde wie einen Hohlspiegel auszurichten und damit die römischen Schiffe in Brand stecken lassen. Bis in die Neuzeit hielt man dies bei den technischen Möglichkeiten der Antike für unglaublich. 1973 konnte aber in einem griechischen Marinehafen eine nachgebaute Trireme mit 60 Bronze-Schilden, wie sie die Verteidiger von Syrakus gehabt haben könnten, zur Entzündung gebracht werden. In einem anderen Experiment hielten Soldaten 70 flache Spiegel (jeder etwa 1,5m x 1m) so ins Sonnenlicht, dass sie die Sonnenstrahlen gebündelt auf ein Ruderboot lenkten, das etwa 50m vor der Küste lag. Das Boot begann in Sekundenschnelle zu brennen und versank im Meer.

Archimedes (287 – 212 v. Chr.) = griechischer Mathematiker, Physiker und Techniker

Syrakus = italienische Hafenstadt auf Sizilien, in der Antike bedeutende griechische Stadt

Antike = Bezeichnung für das Zeitalter von den Anfängen der griechischen Kultur bis zum Mittelalter

Trireme = antikes Kriegsschiff aus Holz, wurde von über 100 Männern gerudert

Die Lupe

Mit der Lupe sehen wir kleine Gegenstände vergrößert. Worauf es dabei ankommt, kannst du selbst herausfinden.

Material

2 Sammellinsen (Brennweite +5cm und +15cm), Zerstreuungslinse (Brennweite -10cm), Lineal, kleiner Gegenstand, Millimeterpapier

Aufgaben

- a) Lege einen kleinen Gegenstand (z.B. 1 Cent – Münze, Briefmarke) auf den Tisch und betrachte ihn durch die Linse mit der größeren Brennweite (+15cm). Richte den Abstand so ein, dass die größte Vergrößerung zustande kommt.
- b) Miss den besten Abstand der Linse von dem Gegenstand (größte Vergrößerung).

Abstand Linse – Gegenstand:cm, Brennweite der Linse:cm

- c) Wiederhole den Versuch mit der Linse mit der kleineren Brennweite (+5cm). Wie groß ist diesmal der beste Abstand zwischen Linse und Gegenstand?

Abstand Linse – Gegenstand:cm, Brennweite der Linse:cm

- d) Betrachte den Gegenstand durch die Zerstreuungslinse (-10cm).

Auswertung

1. Welche Art von Linsen kann als Vergrößerungsglas (Lupe) verwendet werden?

2. Welche Art von Linsen kann nicht als Vergrößerungsglas (Lupe) verwendet werden?

3. Bei welcher Sammellinse ist die Vergrößerung am größten?

Zusatzaufgaben

1. Wie kann man mit Hilfe des Millimeterpapiers herausfinden, wie viel die Lupe vergrößert?
2. Wovon ist die Vergrößerung einer Sammellinse abhängig? (Aufgaben a und c)
3. Welche mit Wasser gefüllten Gefäße eignen sich als Lupe?

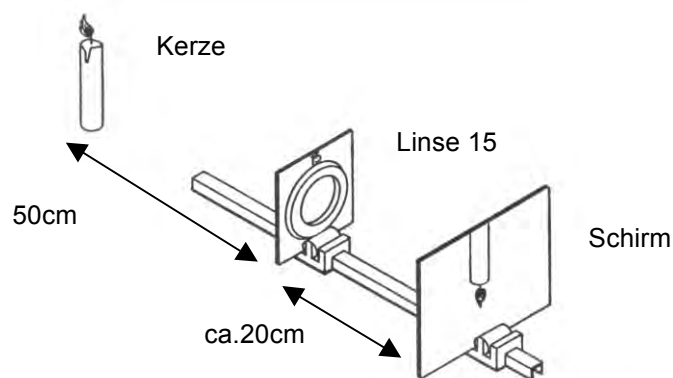
Praktischer Physiktest: Abbildung mit der Sammellinse (1)

In einem Versuch kannst du herausfinden, wie man mit Hilfe einer Sammellinse ein Abbild einer Kerze auf einem Schirm erzeugt. Im zweiten Versuch wird die Abbildung mit Sammellinsen genauer untersucht. Dabei wird als Gegenstand eine so genannte Perleins verwendet.

Geräte für Versuch 1 und 2:

optische Schiene (1m), Linse ($f = 15\text{cm}$), 4 Reiter, Kerze, Optikleuchte, Blendenhalter, Perleins, Schirm (durchscheinend), Stromversorgungsgerät (12V), Lineal (1m), Geodreieck

Versuch 1



Versuchdurchführung: Setze ungefähr in die Mitte der optischen Schiene einen Reiter mit der Linse 15 und etwa 20cm dahinter den Schirm. Vor die Linse stellen wir in 50cm Entfernung die brennende Kerze. Danach wird der **Schirm** so lange verschoben, bis das Bild der Kerze scharf auf dem Schirm erscheint. Die Linse und die Kerze dürfen dabei nicht bewegt werden!

Aufgaben

1. Was siehst du auf dem Schirm? .

.....

.....

2. Miss genau!

- Den Abstand der brennenden Kerze von der Linse in cm. Diesen Abstand nennen wir **Gegenstandsweite g** (**g sollte 50cm sein!**).
- Den Abstand des Schirms von der Linse, wenn das Bild scharf eingestellt ist. Diesen Abstand nennen wir **Bildweite b** . $b =$ cm
- Die Größe der Kerzenflamme (**Gegenstandsgröße G**). $G =$ cm.
- Die Größe der Kerzenflamme auf dem Schirm (**Bildgröße B**). $B =$ cm.

Merke dir die fett gedruckten Begriffe gut, du benötigst sie für die weiteren Aufgaben.

Abbildung mit der Sammellinse (2)

Versuch 2

Klemme die Perleins in einen Blendenhalter und setze ihn direkt vor die Optiklampe an den Anfang der optischen Schiene. Die Linse ($f = +15 \text{ cm}$) soll in **50cm** Entfernung von der Perleins befestigt werden. Schalte die Optiklampe ein und verschiebe dann den Schirm so lange bis die Perleins scharf auf ihm zu sehen ist. Miss mit dem Lineal die Entfernung des Schirms (des Bildes) von der Linse und die Größe der Perleins (Bildgröße B) auf dem Schirm. Notiere beide Messwerte in der 1. Zeile der Tabelle.

Hinweis: Bei den folgenden Messungen ist es günstig, wenn die Lampe mit der Perleins an ihrem Platz bleibt und nur die Linse und der Schirm verschoben werden.

Aufgaben

- Verändere den Versuchsaufbau so, dass du die Tabelle ausfüllen kannst!
Miss zuerst die Größe der Perleins aus und trage das Ergebnis in jede Zeile der rechten Spalte der Tabelle ein. Arbeite sorgfältig!

Gegenstandsweite g (Entfernung Perleins – Linse)	Bildweite b (Entfernung Linse-Schirm)	Bildgröße B (Größe des Bildes auf dem Schirm)	Gegenstandsgröße G (Größe der Perleins)
50cm	cm	cm	
40cm	cm	cm	
35cm	cm	cm	
30cm	cm	cm	
25cm	cm	cm	
20cm	cm	cm	

- Setze ein **r** für **richtig** oder ein **f** für **falsch** vor die folgenden Aussagen.

	Auf dem Schirm sieht man die Perleins immer größer und auf dem Kopf.
	Das Bild der Perleins steht bei allen Messungen auf dem Kopf.
	Je weiter die Perleins von der Linse entfernt ist, desto größer ist das Bild auf dem Schirm.
	Je weiter der Gegenstand von der Linse entfernt ist, desto kleiner ist die Bildgröße.
	Wenn die Perleins 80cm von der Linse entfernt ist, wird das Bild auf dem Schirm kleiner als bei 60cm Abstand.
	Wenn zwei Gegenstände in 20cm Abstand hintereinander stehen, sieht man nur von einem Gegenstand ein scharfes Bild auf dem Schirm.

Das b-g-Diagramm

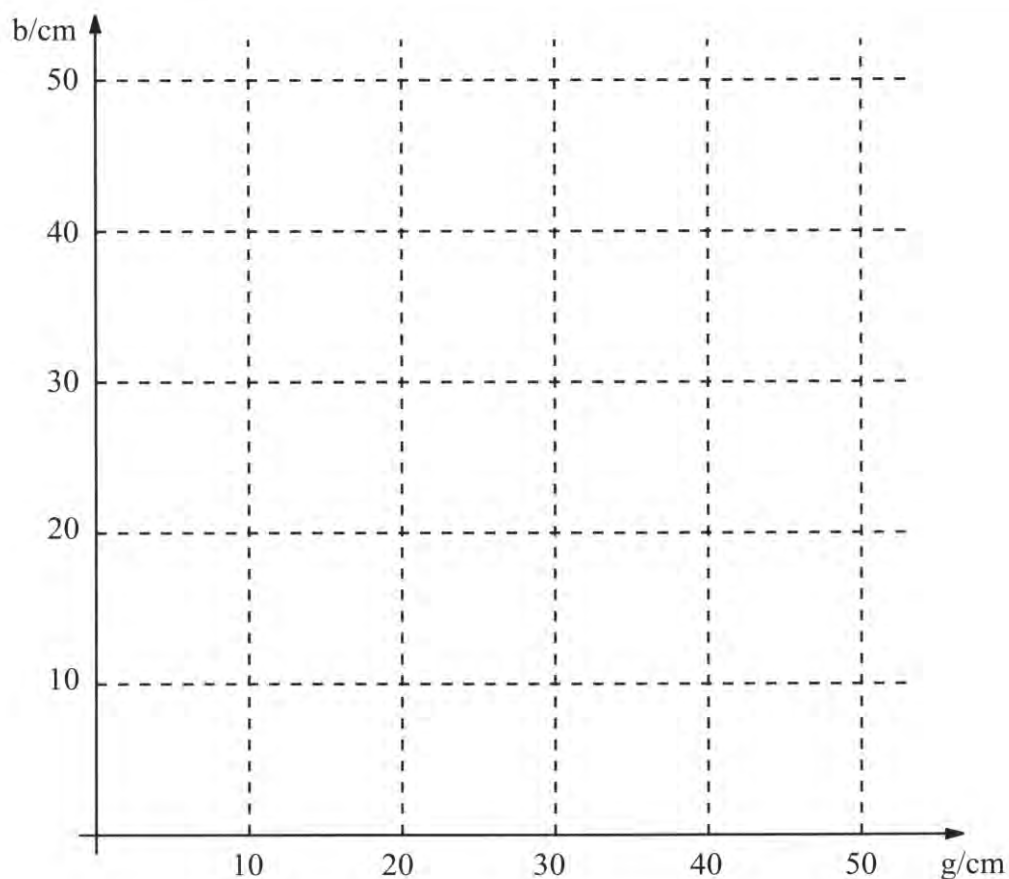
Für diese **Zusatzaufgabe** werden die Messergebnisse aus der Tabelle „Abbildung mit der Sammellinse (2)“ benötigt.

a) Trage die gemessenen Werte ein. Sie gelten für die Sammellinse ($f = +15\text{cm}$):

g/cm	50	40	35	30	25	20
b/cm						

b) Trage einen g – Wert auf der g – Achse und den *zugehörigen* b – Wert auf der b – Achse ein. Verbinde die beiden Punkte.

Verfahre ebenso mit den anderen gemessenen g – b Wertepaaren. Wo schneiden sich die Verbindungslinien?



Ein einfaches Mikroskop

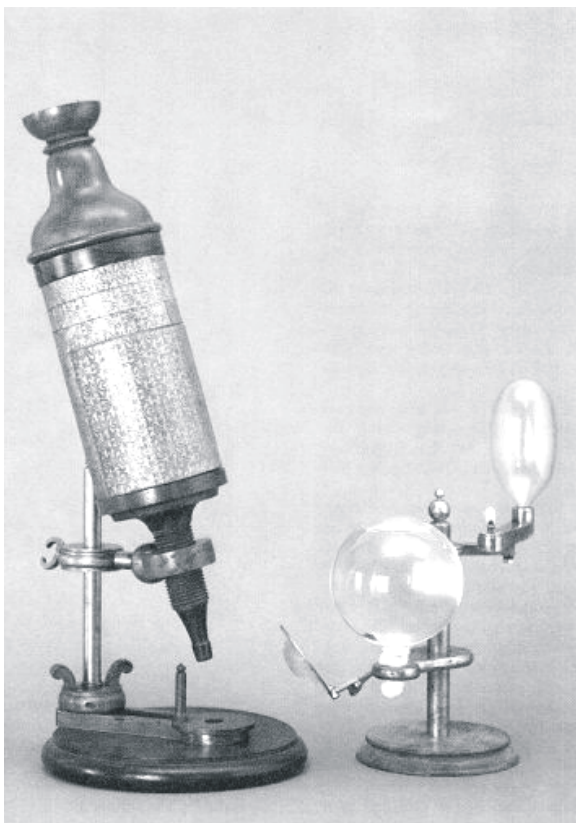
Ein Vergrößerungsglas (Lupe) ist schon ein einfaches Mikroskop. Für stärkere Vergrößerungen besitzen die meisten Mikroskope jedoch mindestens zwei Linsen. Durch die eine Linse, das „Okular“, schaut man hindurch. Die andere Linse befindet sich über dem Gegenstand. Sie wird Objektiv genannt. Du kannst mit zwei Sammellinsen ein einfaches Mikroskop bauen.

Geräte und Materialien

Okular: Sammellinse (Brennweite z. B. +15 cm), Objektiv: starke Sammellinse (Brennweite z.B. +5 cm), Untersuchungsobjekt (z. B. eine Blume, kleine Münze, Briefmarke), Lineal, Stativmaterial,

Aufgaben

1. Lege den **Gegenstand** auf den Tisch und halte das **Objektiv** knapp über den Gegenstand, der etwa 60 cm vom Auge entfernt sein sollte.
2. Halte das **Okular** mit der anderen Hand zwischen Auge und Objektiv.
3. Verändere den Abstand der Linsen untereinander so lange, bis du ein scharfes und vergrößertes Bild des Gegenstands sehen kannst. Merke dir diese Einstellung!
4. Lass von einem Mitschüler den Abstand der Linsen untereinander und den Abstand des Gegenstands vom Objektiv messen und notieren. Die Messung wird einfacher, wenn Objektiv und Okular an einem Stativ befestigt werden. Du kannst dann die Abstände leichter messen und die Schärfe des Bildes nachregeln.
5. Zeichne eine Skizze deines Versuchsaufbaus und beschrifte sie. Verwende die fettgedruckten Begriffe.
6. Informiere dich über die Erfindung des Mikroskops.



*Der englische Physiker Robert Hooke schrieb, dass man mit einem Mikroskop der Natur „durchs Fenster schauen“ könne. Im 17. Jahrhundert war er ein Pionier auf dem Gebiet der Linsentechnik. Durch ein Mikroskop mit mehreren Linsen fand er winzige Details an Lebewesen. Die Objekte wurden von einer Öllampe beleuchtet, die zur Konzentration des Lichtstrahls über einen kreisförmigen Reflektor und eine sogenannte Kondensorlinse verfügte. Mit Hilfe seines Mikroskops entdeckte Hooke, dass Pflanzen und Tiere aus winzigen Zellen bestehen. Sein 1665 veröffentlichtes Hauptwerk *Micrographia* enthält auch detaillierte Zeichnungen von Insekten unter dem Mikroskop.*

Das Foto zeigt einen Nachbau seines Mikroskops.

Quelle: Virtuelles Museum im Internet

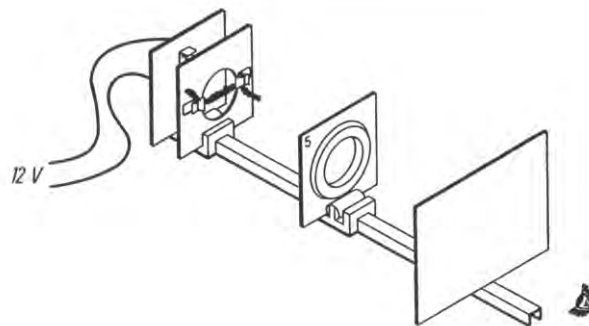
Wie funktioniert ein Mikroskop? (1)

Naturforscher benutzen Mikroskope, um kleine Lebewesen zu beobachten; Techniker prüfen mit ihnen Materialien aller Art; Chemiker betrachten mit ihnen kleine Kristalle; dem Physiker dienen sie zur Verfolgung winziger Bewegungen. Mikroskope vergrößern stärker als die beste Lupe. **mikros** (griechisch) = klein; **skopein** (griechisch) = sehen

Moderne Mikroskope sind sehr kompliziert gebaute Geräte mit vielem technischen Beiwerk. Die Bedeutung und Wirkung der einzelnen Teile ist oft schwer zu erkennen. Du kannst dir ein einfaches Modell aus den Geräten der Physiksammlung bauen und untersuchen.

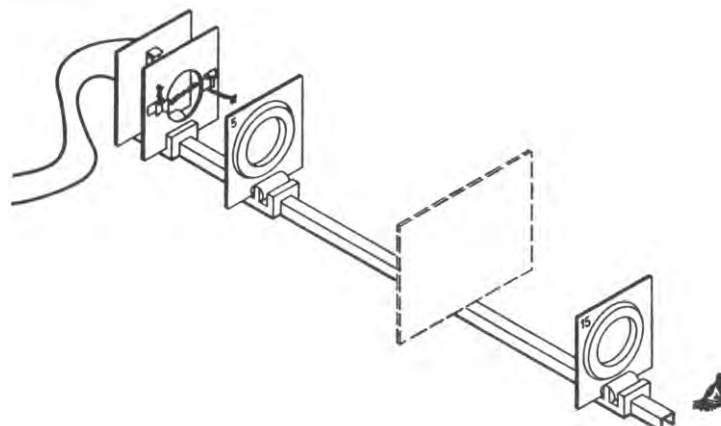
Material:

optische Schiene	2 Experimentierschnüre 50cm
3 Reiter	Sammellinse 5 cm Brennweite
Experimentierleuchte	Sammellinse 15 cm Brennweite
Transformator	Blendenhalter
Lineal	Schirm, durchscheinend



Versuchsdurchführung

Setze auf die optische Schiene die Experimentierleuchte und davor den Blendenhalter, in den du einen faserigen Wollfaden eingespannt hast. In **6cm** Entfernung davon setzt du die Sammellinse mit 5cm Brennweite. Versuche das Bild des Wollfadens mit Hilfe des durchscheinenden Schirms aufzufangen und scharf einzustellen. Es liegt etwa 30 cm hinter der Linse und ist vergrößert. Halte den Schirm an dieser Stelle fest oder klemme ihn in einem Reiter fest. Setze jetzt noch die Sammellinse mit 15cm Brennweite hinter den Schirm, Abstand ca. 12cm. Betrachte das Bild des Wollfadens durch diese Linse.



Wie funktioniert ein Mikroskop? (2)

Aufgaben

1. Miss die Dicke des Wollfadens im Blendenhalter und auf dem Schirm.

Wollfaden:mm

Bild des Wollfadens auf dem Schirm:mm

Der Wollfaden ist auf dem Schirm ca.größer als in Wirklichkeit.

2. Entferne den transparenten Schirm. Kannst du das Bild des Wollfadens immer noch sehen?

3. Die Sammellinse mit 15 cm Brennweite wird als Lupe benutzt. Sie vergrößert das Bild des Wollfadens noch einmal 1,5fach.

Wie groß ist demnach die Vergrößerung deines Mikroskops?

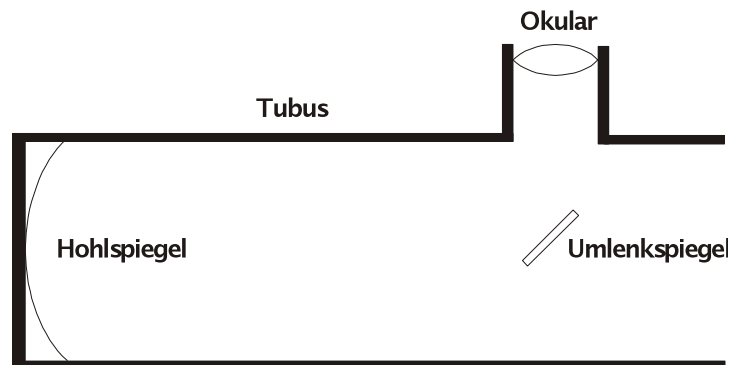
Wie könnte eine noch bessere Vergrößerung erreicht werden? Denke dabei an die Ergebnisse der Lernaufgabe zur Lupe!

4. **Informiere dich!** Welche Vergrößerung kann man mit dem Schütermikroskop aus der Biologiesammlung erreichen?

5. **Zum Weiterarbeiten:** Finde heraus, wann die ersten Mikroskope verwendet wurden und welche Entdeckungen damit gelangen. Als Informationsquellen kannst du das Physikbuch, ein Lexikon oder auch das Internet nutzen.

Das Spiegelteleskop (1)

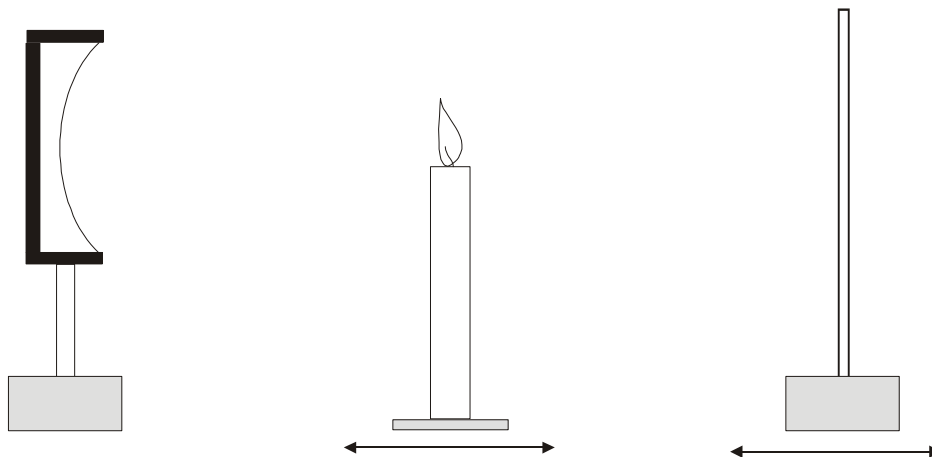
Ein **Spiegelteleskop** ist ein Fernrohr für astronomische Beobachtungen. Die Abbildung zeigt den Aufbau eines Spiegelteleskops nach **Newton**. Weil der wesentliche Teil der Optik aus spiegelnden Elementen besteht, wird es auch als **Reflektor** bezeichnet. Wie es funktioniert, kannst du dir mit Hilfe von Experimenten und Texten im Physikbuch erarbeiten. Es ist sinnvoll, wenn du zuerst die Experimente durchführst.



Geräte:

2 Reiter	durchscheinender Schirm
Hohlspiegel	Kerze
Lineal	Lupe

Versuchsaufbau



Aufgaben

- Finde die Brennweite f des Hohlspiegels heraus. $f = \underline{\hspace{2cm}}$ cm.
- Stelle die Kerze zwischen den Hohlspiegel und den durchscheinenden Schirm. Der Abstand der Kerze zum Hohlspiegel sollte etwas größer als die Brennweite sein. Fange das Bild der Kerzenflamme auf dem Schirm auf und stelle es scharf ein. Beschreibe es.

Das Spiegelteleskop (2)

3. Untersuche die Abbildung mit dem Hohlspiegel genauer: Rücke dazu die Kerze vom Spiegel weg oder auf den Spiegel zu, und suche jedes Mal das scharfe Bild der Flamme mit dem Schirm. Dabei kann es vorkommen, dass der Schirm näher zum Hohlspiegel verschoben werden muss als die Kerze. Notiere die Messergebnisse in der Tabelle.

Die Kerzenflamme istcm groß (Gegenstandsgröße G)

Brennweite $f =$ ____ cm

Gegenstandsweite g (cm)	Bildweite b (cm)	Bildgröße B (cm)

4. Bei welchen Gegenstandsweiten lässt sich kein Bild der Kerzenflamme mit dem Schirm auffangen?

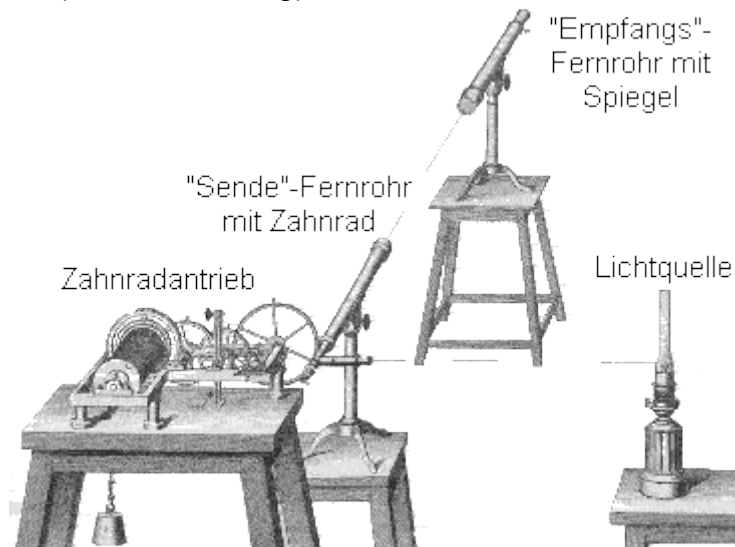
5. Wenn die Kerze sehr weit von dem Spiegel entfernt ist, erhältst du ein sehr kleines Bild der Kerzenflamme auf dem Schirm. Betrachte es mit der Lupe.

6. Informiere dich im Physikbuch über das Spiegelteleskop. Schreibe einen kurzen Text über die Funktion! Verwende dabei die Bezeichnungen aus der Abbildung.

7. Auf den kanarischen Inseln Teneriffa und La Palma gibt es mehrere moderne Observatorien, die mit großen Spiegelteleskopen arbeiten. Informiere dich im Internet!
- Welchen Durchmesser hat der Spiegel des größten Teleskops?
 - Nenne Gründe, warum besonders auf Teneriffa und La Palma Astronomen an der Erforschung des Weltalls arbeiten.
 - Lade das Foto eines Spiegelteleskops und drucke es aus.

Die Messung der Lichtgeschwindigkeit (1)

Die erste Messung der Lichtgeschwindigkeit auf der Erde (terrestrische Methode) gelang im Jahre 1849 dem französischen Forscher **Hippolyte Fizeau** (1819 - 1896) in Paris. Er baute sich dazu einen Apparat, mit dem er das Licht auf einer fast 9 km langen Strecke „laufen“ lassen konnte (siehe Abbildung).



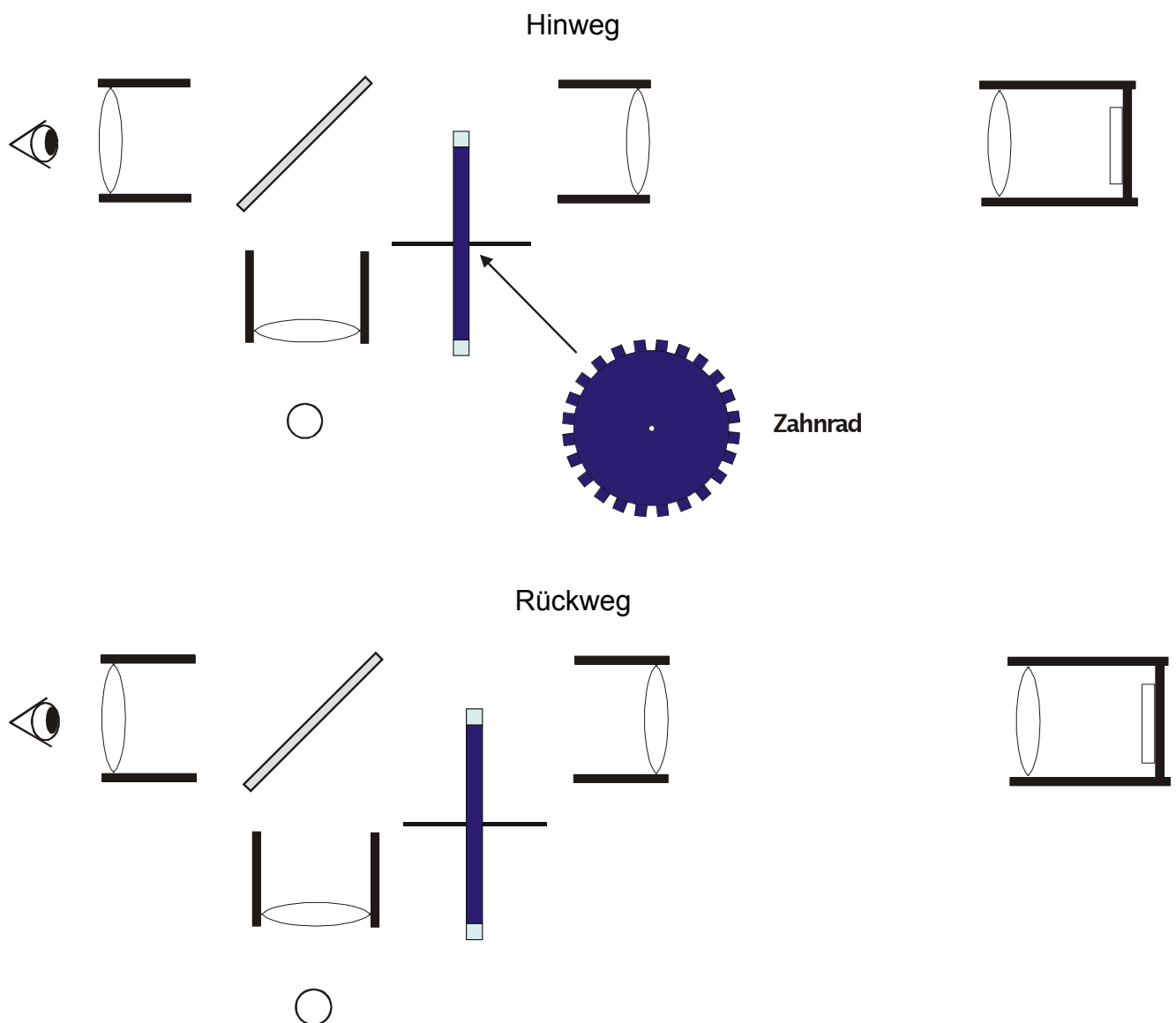
Beschreibung der Messung

1. Das Licht einer hellen Lampe wurde durch eine Linse gebündelt und von der Seite in ein „Sende – Fernrohr“ hineingelenkt.
2. Im Sende – Fernrohr trifft das Licht auf einen Spiegel. Dieser reflektiert das Licht durch eine Lücke im Zahnkranz eines Zahnrades. Dieses Zahnrad hatte 720 Zähne.
3. Das Licht verlässt das Sende – Fernrohr durch das Objektiv. Dabei wird es gebündelt.
4. Nach 8633m gelangt das Licht in das Empfänger – Fernrohr. Dort wird es von einer Sammellinse im Brennpunkt gesammelt und von einem Spiegel im Fernrohr wieder in Richtung Sende – Fernrohr reflektiert.
5. Nach 8633m gelangt das Licht wieder in das Sende – Fernrohr, tritt durch die Lücke im Zahnkranz und trifft auf den Spiegel. Der Spiegel ist halbdurchlässig, d.h., dass er einen Teil des Lichtes durchlässt. Dieses Licht fällt durch ein Okular in das Auge des Beobachters.
6. **Das Zahnrad wird in Bewegung gesetzt.** Die Zähne des Zahnkranzes unterbrechen dabei laufend den Lichtweg. Der Beobachter nimmt dies als Flackern und abnehmende Helligkeit wahr.
7. Bei einer bestimmten Drehgeschwindigkeit wird das Licht vom Spiegel zwar weiter durch eine Lücke reflektiert. Wenn es aber nach $2 \times 8633\text{m}$ **zurückkommt**, hat sich das Rad gerade soweit weiterbewegt, dass jetzt ein Zahn den Lichtweg versperrt.
8. Die erste Verdunklung ergab sich, wenn das Zahnrad 12,6 Umdrehungen in der Sekunde machte. Aus der Zeit für eine Umdrehung des Zahnrades und der Anzahl der Zähne und Lücken kann die Lichtgeschwindigkeit für die Messstrecke von 17266m ausgerechnet werden. **Fizeau errechnete für c den Wert 313000km/s.**

Die Messung der Lichtgeschwindigkeit (2)

Aufgaben

- ☐ Arbeite mit deinem Nachbarn zusammen. Lest Blatt 1 über die Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit aufmerksam durch. Beschriftet die Zeichnungen.
- ☐ Erkläre dann deinem Nachbarn den **Hinweg** des Lichtes und zeichne den Lichtweg ein.
- ☐ Lass dir dann von deinem Nachbarn den **Rückweg** des Lichtes erklären und zeichne ihn ein.
- ☐ Rechne die Zeit aus, die das Zahnrad für eine Umdrehung benötigte? Du kannst dafür einen Taschenrechner benutzen.
- ☐ Wie schnell folgen Lücken und Zähne aufeinander, wenn das ganze Zahnrad 12,6 Umdrehungen in der Sekunde ausführt und das Zahnrad 720 Lücken und Zähne hat?



Die Messung der Lichtgeschwindigkeit (3)

Weiterführende Informationen und Lösungen

Auf dem Informationsblatt und dem Arbeitsblatt sind nur das Messprinzip und die Apparatur dargestellt. Fizeau stellte fest, dass bei 12,6 Drehungen pro Sekunde das zurücklaufende Licht von einem Zahn des Zahnrades verdeckt wurde. Er rechnete:

- Für eine Umdrehung braucht das Rad $1/12,6 \text{ s} = 0,0793 \text{ s}$
- In dieser Zeit drehen sich am Lichtstrahl 720 Zähne und 720 Lücken vorbei.
- Wenn der Beobachter einen Hell-Dunkel-Wechsel feststellt, so trifft das rücklaufende Licht gerade auf den Zahn, der neben der Lücke ist, durch welche das Licht hingelaufen ist.
- Das Zahnrad hat sich also in der Zeit in der das Licht zum entfernten Spiegel und von diesem wieder zurückgelaufen ist, um $1/1440$ seines Umfanges gedreht. Hierzu ist die Zeit $t = 0,0793 \text{ s} : 1440 = 0,0000551 \text{ s}$ nötig.
- Für die Lichtgeschwindigkeit gilt dann:

$$c = \frac{2 \cdot d}{t} \quad c = \frac{2 \cdot 8,633 \text{ km}}{0,0000551 \text{ s}} \quad c = 313000 \text{ km/s}$$

Eine Arbeitsgruppe der Universität Oldenburg hat in jüngster Zeit Fizeaus Apparatur detailgenau nachgebaut und seine Messungen bestätigt. Das Foto zeigt die Sendeapparatur.

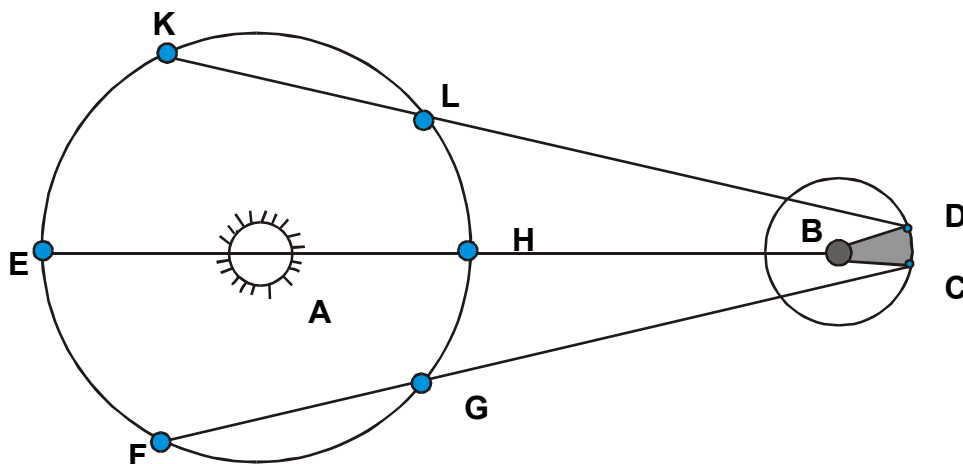


Foto: G. Harms, Universität Oldenburg, 2003

Die astronomische Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit (1)

Wir wissen heute, dass Licht in einer Sekunde fast 300 000 Kilometer zurücklegt. Der erste ziemlich genaue Nachweis, dass das Licht eine endliche Geschwindigkeit hat, gelang dem dänischen Astronomen OLAF RÖMER schon 1676.

Damals beobachtete er mit anderen Astronomen den Planeten **Jupiter** und seine vier Monde **Io**, **Kallisto**, **Ganymed** und **Europa**. Io ist der Mond, der den Jupiter auf der innersten Bahn umkreist. Io kann nicht immer von der Erde aus beobachtet werden. Bei jedem Umlauf verschwindet er nämlich für einige Zeit hinter dem Jupiter und taucht dann wieder aus dem Schatten des Planeten auf. Die Uhren im 17. Jahrhundert waren schon ziemlich genau, so dass Römer die Umlaufzeiten des Io sekundengenau messen konnte. 1676 stellte er bei seinen Beobachtungen merkwürdige Abweichungen fest: Wenn die Erde dem Jupiter am nächsten war, stimmte alles. Die Umlaufdauer des Io war dann 42,5 Stunden. Beim nächsten Umlauf tauchte Io aber ca. 13 Sekunden später aus dem Schatten des Jupiters auf. In der Zeit von August bis November verspätete sich Io zusammen um 10 Minuten. Römer erklärte die verspäteten Schattenausritte des Jupitermondes mit der Bewegung der Erde um die Sonne. Dadurch, dass sich die Erde in diesem Zeitraum vom Jupiter weg bewegte, muss das Licht eine längere Strecke zurücklegen. Seine Überlegungen hat er aufgeschrieben und 1683 in Amsterdam veröffentlicht. Die Zeichnung unten entspricht der Originalabbildung aus Römers Abhandlung über die Bewegung des Lichtes vom 7. Dezember 1676. Damit wäre es ihm leicht möglich gewesen, die Lichtgeschwindigkeit auszurechnen. Römer hat das Ergebnis seiner Berechnungen aber nie mitgeteilt. Wenn wir heute mit seinen Angaben rechnen, ergibt sich ein Wert für die Lichtgeschwindigkeit von 214000km pro Sekunde. Diese Zahl wird deshalb auch Römer zugeschrieben.



Aufgaben

Lies den Text aufmerksam durch. Was könnten die Buchstaben A – K in der Zeichnung RÖMERS bedeuten? Diskutiere deine Lösung mit deinem Nachbarn und notiere sie! Vergleiche sie mit den Angaben und Informationen auf den nächsten Seiten.

Die astronomische Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit (2)

A	Sonne	Zentrum unseres Sonnensystems
B	Jupiter	umkreist die Sonne
C	Jupitermond Io	beim Eintritt in den Schatten des Jupiters
D	Jupitermond Io	beim Verlassen des Schattens des Jupiters
E	Erde	größte Entfernung vom Jupiter (Konjunktionsstellung)
H	Erde	kleinste Entfernung vom Jupiter (Oppositionsstellung)
L	Erde	Stellung im August
K	Erde	Stellung im November
F / G	Erde	ca. ein halbes Jahr später als bei L und K

Römers Messergebnisse und Daten zur Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit:

1. Die Erde befindet sich bei L. Der Mond Io (D) tritt nach 42,5h (42,5 Stunden) wieder aus dem Jupiterschatten.
2. Die Erde befindet sich bei K. Sie ist hier viel weiter vom Jupiter entfernt als bei L. Der Mond Io tritt scheinbar 10 Minuten verspätet aus dem Jupiterschatten. In Wirklichkeit benötigt das Licht wegen des längeren Wegs vom Jupiter bis zur Erde mehr Zeit!
3. Der Abstand E – H ist der Erdbahndurchmesser. Er wird damals mit $2 \times 141\,000\,000\text{km} = 282\,000\,000\text{km}$ angenommen. (heutiger Wert: 149 600 000 km)
4. Zwischen E und H muss die scheinbare Verspätung des Mondes Io **22 Minuten** betragen. (Diesen Wert hat Römer errechnet! Befindet sich die Erde bei E, können nämlich gar keine Schattenausgänge des Io beobachtet werden!)

Berechnung der Lichtgeschwindigkeit:

$$\text{Geschwindigkeit} = \frac{\text{Weg}}{\text{Zeit}} \longrightarrow \text{als Formel : } v = \frac{s}{t}$$

Die Lichtgeschwindigkeit hat ein eigenes Formelzeichen, nämlich **c**.

$$c = \frac{282\,000\,000\text{km}}{22 \cdot 60s}$$

$$\underline{\underline{c = 214\,000\text{km/s}}}$$

Nach den genauesten Messungen geht man heute davon aus, dass die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum den folgenden Wert hat:

$$c = 299\,792,458 \text{ km/s}$$

Die astronomische Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit (3)

Ergänzende Informationen zu Römers Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit

Römers hat mindestens seit 1668 Schattenereignisse des Io beobachtet. Aus seinen Beobachtungsdaten erkannte er, dass die Umlaufzeit des Io bei Entfernung der Erde vom Jupiter scheinbar länger und bei Annäherung kürzer war. Die historische Leistung Römers bestand nun darin, die unterschiedlichen Zeiten anzuerkennen und ihre Ursache einer endlichen Lichtgeschwindigkeit zuzuschreiben.

Worauf ist die Abweichung von 29% vom heutigen Wert zu erklären?

Sie liegt nicht hauptsächlich bei den Messgenauigkeiten. Die Uhren zu seiner Zeit hatten eine Genauigkeit von 1 Sekunde pro Tag.

Römer ging von mehreren Grundannahmen aus:

- ☐ Erde und Jupiter bewegen sich auf Kreisbahnen um die Sonne.
- ☐ Der Jupitermond Io bewegt sich immer mit gleicher Geschwindigkeit auf einer Kreisbahn um den Jupiter.
- ☐ Die Geschwindigkeit des Lichtes ist endlich, hat also einen festen, unveränderlichen Wert.
- ☐ Die Geschwindigkeit des Lichtes ist unabhängig von der Richtung, in die es abgestrahlt wird.
- ☐ Die Geschwindigkeit des Lichtes ist gleichförmig, Licht ist also immer gleich schnell.

Die letzten drei Annahmen Römers waren zu seiner Zeit weder beweisbar noch zu widerlegen.

Die Annahme der konstanten Umlaufzeit des Io ist aus heutiger Sicht besonders problematisch. 70 Jahre nach Römers Veröffentlichung wurde schon nachgewiesen, dass die Umlaufzeit nicht konstant ist. Die Monde des Jupiters beeinflussen sich gegenseitig. Dadurch kann sich der Zeitpunkt des Schattenereignisses während einer Periode von 437 Tagen über 3 min. verschieben.

Außerdem bestanden (und bestehen) Schwierigkeiten, die exakten Zeitpunkte der Schatteneintritte und –austritte zu beobachten, da der Mond ja nicht schlagartig in einen geometrisch scharfen Jupiterschatten ein- bzw. austritt. Außerdem geht der Mond nicht jedes Mal genau durch die Mitte des Jupiterschattens.

Die Phasen des Mondes

Die meisten Leute, die den Nachthimmel beobachten, haben bemerkt, dass der Mond nicht immer dieselbe Form hat. Die Astronomen sagen dazu, dass der Mond verschiedene „Phasen“ habe. Allerdings können viele Erwachsene nicht den Grund dafür nennen. In der Tabelle findest du einige Ideen, die erklären sollen, warum der Mond verschiedene Phasen hat.



Aufgaben

- ☐ Lies die Erklärungen sorgfältig und entscheide dich für eine der Ideen. Diskutiere dann deine Wahl mit deiner Gruppe.
- ☐ Suche in der Gruppenarbeit nach Gründen, die für die eigene Wahl und gegen die anderen Ideen sprechen.

Idee	Meine Wahl	Gründe, die gegen bzw. für diese Idee sprechen
A. Der Mond dreht sich. Die Seite, mit der er Licht aussendet, zeigt deshalb nicht immer in Richtung der Erde.		
B. Der Mond schrumpft während eines Monats und wird wieder größer.		
C. Der Rest des Mondes wird durch Wolken abgedeckt.		
D. Wir können nicht immer alle Bereiche des Mondes sehen, die von der Sonne angestrahlt werden.		
E. Der Mond bewegt sich in den Schatten der Erde hinein und wieder heraus. Deswegen kann das Sonnenlicht ihn nicht immer erreichen.		

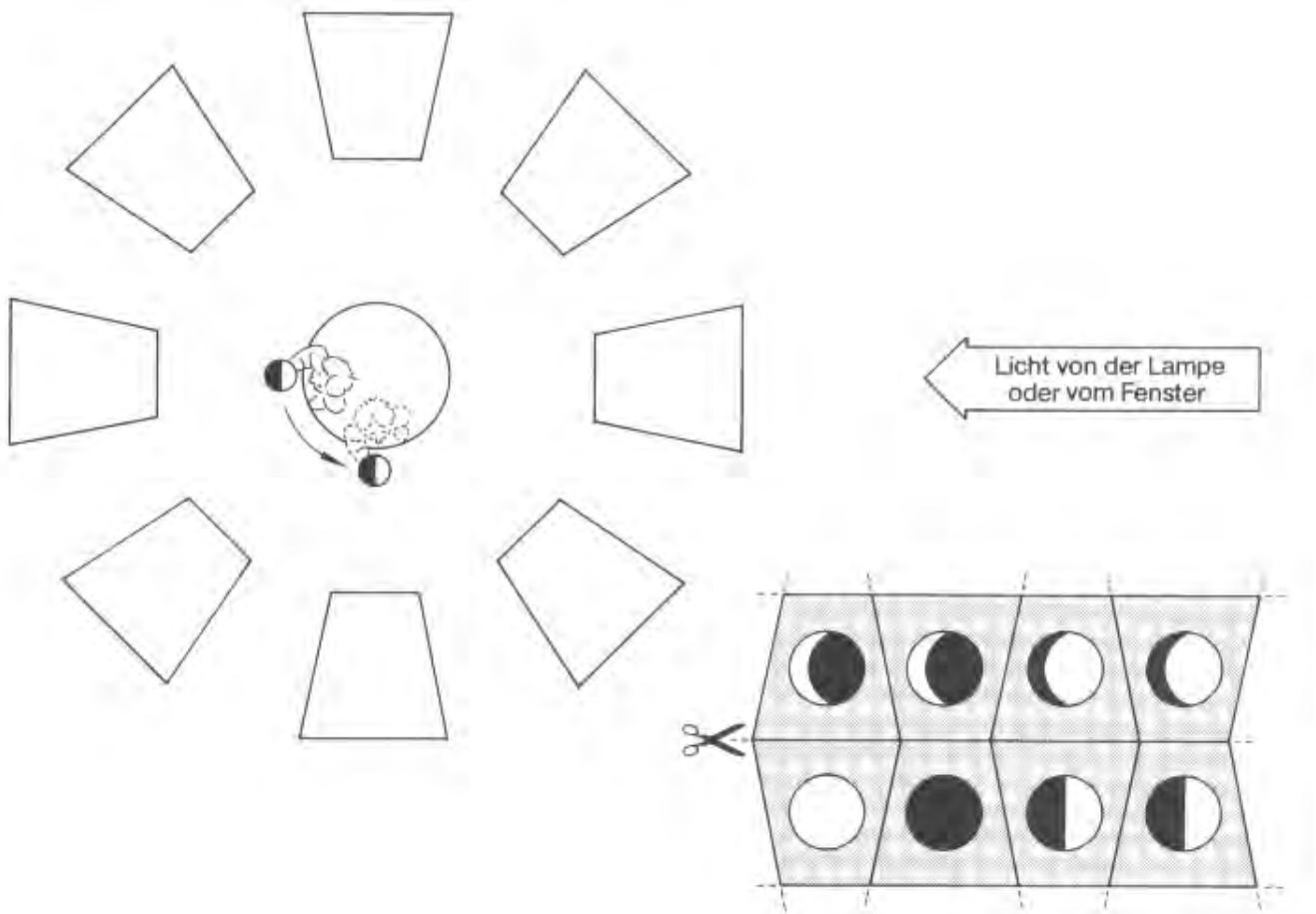
Die Phasen des Mondes

Der folgende Versuch hilft dir, die Entstehung der Mondphasen zu verstehen. Diesen Versuch kannst du auch zuhause durchführen.

Nimm einen möglichst hellen, größeren Ball, z. B. einen Volleyball, und halte ihn mit ausgestreckten Armen leicht schräg von dir weg nach oben. Stelle dich im abgedunkelten Zimmer in die Nähe einer Schreibtischlampe, die auf den Ball gerichtet ist. Drehe dich langsam um dich selbst und beobachte, wie sich der Schatten auf dem Ball verändert.



Schneide die Schattenbilder aus und klebe jedes Bild an die Stelle, an der du die Schattenform am Ball beobachtet hast.



Erfindung fängt die Sonne ein

Die Freiburger Firma Spectral GmbH hat mit einer Unterstützung durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt von rund 155000Euro einen „Sonnenfänger“ entwickelt, der Büros statt mit Glühbirnen mit natürlichem Tageslicht beleuchten und noch dazu Energie sparen kann.

„Das Prinzip des Sonnenfängers ist einfach, aber wirkungsvoll“ sagt Paul Heinrich Neuhorst, der Geschäftsführer der Spectral GmbH. „In die Südwand eines Gebäudes integrieren wir ein flaches Fenster, das nicht größer als ein Viertel Quadratmeter ist. Das Licht wird entweder durch ein Linsensystem oder auf eine sogenannte Lichtleiterplatte konzentriert und gleichmäßig im Raum verteilt. Beide Varianten sehen aus wie eine stilvolle, längliche Bürodeckenlampe.“

Dafür, dass zu jeder Tageszeit ausreichend Licht gesendet wird, sorgen Lamellen im Inneren des Systems. Sie werden über einen Sensor und einen kleinen Motor so gesteuert, dass sie sich im Laufe des Tages stets nach der Sonneneinstrahlung richten. Sollte das Tageslicht einmal nicht ausreichen, springt eine herkömmliche Leuchte ein.

Im Vergleich zu Büro-Leuchtstofflampen spart der Sonnenfänger bis zu 102 Kilowattstunden Strom jährlich, so viel wie ein Kühlschrank in einem Jahr verbraucht.

Quelle: via Mail der Spectral GmbH Dez. 2003

Aufgaben

1. Lies den Text durch und schreibe die Wörter heraus, die du nicht kennst. Frage nach der Bedeutung und trage sie in die Spalte neben dem Text ein.
2. Womit wollen die Freiburger Erfinder Büros beleuchten?
3. Welche Vorteile hat das neue Beleuchtungssystem, wenn die Angaben in dem Text richtig sind?
4. Nenne Gründe dafür, dass die Erfindung bisher kaum eingesetzt wird?
5. Zum Nachdenken und Ausprobieren: Schneide in eine Seite eines Schuhkartons eine 3cm x 3cm große Öffnung! Beleuchte die Öffnung aus ca. 30cm Entfernung mit einer Taschenlampe. Überlege dir verschiedene Vorrichtungen, mit denen du das Licht der Lampe so im Innern des Schuhkartons verteilen kannst, dass er gut ausgeleuchtet ist. Hinweise zu einer praktischen Lösung kannst du auch dem Text entnehmen.

Die Schildbürger und das Licht (1)

Die Schildbürger bauen ein Rathaus

Der Plan, das neue Rathaus dreieckig zu bauen, stammte vom Schweinehirten. Er hatte den schiefen Turm von Pisa erbaut, darum erklärte er stolz: „Ein dreieckiges Rathaus macht Schilda noch viel berühmter als Pisa!“ Die andern waren sehr zufrieden. Denn auch die Dummen werden gern berühmt. Das war im Mittelalter nicht anders als heute.

So gingen die Schildbürger schon am nächsten Tag an die Arbeit. Sechs Wochen später hatten sie die drei Mauern aufgebaut, es fehlte nur noch das Dach. Als das Dach fertig war, fand die feierliche Einweihung des neuen Rathauses statt. Alle Einwohner gingen in das dreieckige Gebäude hinein.

Wie wird das Dunkel wieder hell?

Aber da stürzten sie auch schon durcheinander. Die drin waren, wollten wieder heraus. Die draußen standen, wollten hinein. Es gab ein fürchterliches Gedränge! Endlich landeten sie alle wieder im Freien. Sie blickten einander ratlos an und fragten aufgeregt: „Was war denn eigentlich los?“ Der Schuhmacher überlegte und sagte: „In unserm Rathaus ist es dunkel!“

Da stimmten alle zu. Aber woran lag es? Lange wussten sie keine Antwort. Am Abend trafen sie sich im Wirtshaus. Sie besprachen, wie man Licht ins Rathaus hineinschaffen konnte. Erst nach dem fünften Glas Bier sagte der Hufschmied nachdenklich: „Wir sollten das Licht wie Wasser hineintragen!“ „Hurra!“, riefen alle begeistert.

Am nächsten Tag schaufelten die Schildbürger den Sonnenschein in Eimer und Kessel, Kannen und Töpfe. Andere hielten Kartoffelsäcke ins Sonnenlicht, banden dann die Säcke schnell zu und schleppten sie ins Rathaus. Dort banden sie die Säcke auf, schütteten das Licht ins Dunkel und rannten wieder auf den Markt hinaus, wo sie die leeren Säcke wieder vollschaufelten. So machten sie es bis zum Sonnenuntergang. Aber im Rathaus war es noch dunkel wie am Tag zuvor. Da liefen alle traurig wieder ins Freie.

Das Rathaus ohne Dach

Wie sie so herumstanden, kam ein Landstreicher vorbei. Er fragte: „Was ist denn los? Was fehlt euch?“ Sie erzählten ihm von ihrem Problem. Er dachte nach und sagte: „Kein Wunder, dass es in eurem Rathaus dunkel ist! Ihr müsst das Dach abdecken!“ Sie waren sehr erstaunt und schlugen ihm vor, in Schilda zu bleiben, solange er es wollte. Tags darauf deckten die Schildbürger das Rathausdach ab, und es wurde im Rathaus sonnenhell! Es störte sie nicht, dass sie kein Dach über dem Kopf hatten! Das ging lange Zeit gut, bis es im Herbst regnete. Die Schildbürger, die gerade in ihrem Rathaus saßen, wurden bis auf die Haut nass. So rannten sie schnell nach Hause.

Ein Lichtstrahl im Dunkeln

Als sie am Morgen den Landstreicher um Rat fragen wollten, war er verschwunden. So versuchten sie es mit dem Rathaus ohne Dach. Als es dann aber zu schneien begann, deckten sie den Dachstuhl, wie vorher, mit Ziegeln. Nun war's im Rathaus aber wieder ganz dunkel. Doch diesmal steckte sich jeder einen brennenden Holzspan an den Hut. Leider erloschen die Späne schnell, und wieder saßen die Männer im Dunkeln. Plötzlich rief der Schuster: „Da! Ein Lichtstrahl!“ Tatsächlich! Durch ein Loch kam etwas Sonnenlicht herein. Alle blickten auf den Lichtstrahl. „O wir Esel! Wir haben ja die Fenster vergessen!“, riefen die Schildbürger. Noch am Abend waren die Fenster fertig. So wurden die Schildbürger durch die vergessenen Fenster berühmt. Es dauerte nicht lange, da kamen auch Reisende nach Schilda und ließen ihr Geld in der Stadt. „Seht ihr“, sagte der Ochsenwirt, „als wir geschickt waren, mussten wir das Geld in der Fremde verdienen. Jetzt, da wir dumm geworden sind, bringt man's uns ins Haus!“

Aufgabe:

Lies den Text durch! Unterstreiche die Textteile, in denen etwas über das Licht gesagt wird.

Die Schildbürger und das Licht (2)

Name: _____ Datum: _____

Fragen beantworten

Aufgabe:

Lies den Text „Die Schildbürger bauen ein Rathaus!“ aufmerksam durch und beantworte die folgenden Fragen auf einem Extrablatt. Antworte in ganzen Sätzen.

1. In welcher Zeit hat sich die Geschichte abgespielt?
2. Wie lange haben die Schildbürger an ihrem Rathaus gebaut?
3. Warum rannten die Schildbürger bei der Einweihung des Rathauses gleich wieder nach draußen?
4. Wie wollten sie Licht in das Rathaus bringen?
5. Warum half der Rat des Landstreichers den Schildbürgern nur für kurze Zeit?
6. Welche Beobachtung gab den Schildbürgern den Hinweis, dass sie die Fenster vergessen hatten?
7. Auch heute gibt es manchmal Gebäude, die keine Fenster haben. Warum ist das für die Menschen, die in solchen Gebäuden leben und arbeiten meist kein Problem?
8. Welche Möglichkeiten hatten die Menschen um a) im 18. Jahrhundert b) im 19. Jahrhundert und c) im 20. Jahrhundert das Gebäude zu beleuchten? Informiere dich!

Fragen zum Text entwickeln

Aufgabe:

Formuliere 7 „W – Fragen“, auf die der Text „Die Schildbürger bauen ein Rathaus!“ Antwort gibt! Halte dich dabei an die folgenden Satzanfänge!

- ☐ Wie viele _____
- ☐ Womit _____
- ☐ Wo _____
- ☐ Wer _____
- ☐ Wann _____
- ☐ Was _____
- ☐ Weshalb _____

Die Flüssigkristallanzeige (1)

Auf Handys, Taschenrechnern, als Computerbildschirm, überall begegnen wir sogenannten Flüssigkristallanzeigen oder Flüssigkristallbildschirmen (LCD Liquid Crystal Display).

Bei der Technik der Flüssigkristallanzeigen wird eine Besonderheit des Lichtes ausgenutzt, die du in den folgenden Versuchen selbst herausfinden kannst. Die Versuche sind einfach, die Texte enthalten aber einige neue Fachbegriffe, die dir dein Lehrer erklären muss.

Material

2 Polarisationsfilter (z. B. von einer zerlegten LCD-Anzeige), Becherglas, Geodreieck, Tesafilm, Taschenrechner mit LCD-Anzeige, Lichtquelle (z. B. Overheadprojektor, Taschenlampe)

Versuch 1

Halte eine Polarisations-Filterfolie vor eine Lichtquelle. Dazu kannst du sie auch auf einen Overheadprojektor legen. Beobachte den Lichtdurchgang. Was stellst du fest?

Lege die zweite Polarisations-Filterfolie auf die erste und verdrehe sie langsam gegeneinander. Was stellst du fest?

Versuch 2

Schaue bei hellem Sonnenschein **durch** den Polarisationsfilter zum Himmel, und zwar rechtwinklig zur Richtung, in der die Sonne steht. **Achtung, nie direkt in die Sonne sehen!** Drehe den Filter langsam, dabei veränderst du den Winkel des Filters zur Sonne. Was beobachtest du?

Die Flüssigkristallanzeige (2)

Ergebnisse und weiterführende Informationen

zu Versuch 1

Ein Polarisationsfilter lässt das Licht scheinbar ungehindert durch. Werden die beiden Folien gegeneinander verdreht, nimmt die Helligkeit langsam ab. Bei einem Winkel von 90° kommt plötzlich kein Licht mehr durch die Folien.

zu Versuch 2

Das Himmelslicht verändert seine Helligkeit. Bei einer bestimmten Stellung erscheint das Himmelslicht deutlich abgedunkelt.

Es gibt in der Physik eine Reihe von Versuchen, deren Ergebnisse es nahe legen, dem Licht Eigenschaften von **Wellen** zuzuschreiben. Eine Welle ist eine sich ausbreitende Schwingung. Man unterscheidet **Längswellen** und **Querwellen**.

Längswellen – Sie bestehen aus Schwingungen in der Ausbreitungsrichtung. Beispiel Schallwellen: Hier schwingt die Luft in schnellen kleinen Druckstößen in der Ausbreitungsrichtung.

Querwellen – Hier erfolgt die Schwingung quer zur Ausbreitungsrichtung. Beispiel Wasserwellen: Während die Welle sich auf dem Wasser ausbreitet, schwingt das Wasser auf und ab, ohne sich in der Ausbreitungsrichtung der Welle zu bewegen. Während bei Wasserwellen die Schwingung nur in eine Richtung quer zur Ausbreitung erfolgen kann, gibt es auch Querwellen, die in alle möglichen Richtungen schwingen (z. B. eine schwingende Gitarrensaite).

Nach allem was wir wissen, müssen wir das Licht auch als eine Querwelle mit allen möglichen Schwingungsrichtungen ansehen.

Sorgt man dafür, dass eine Querwelle nur noch in eine Richtung schwingt, so nennt man die Welle **polarisiert**. Ein Polarisationsfilter ist ein Filter, das von allen möglichen Querrichtungen nur eine durchlässt. Alle anderen werden absorbiert. Zwei aufeinander liegende und um 90° zueinander verdrehte Filter lassen dann gar kein Licht hindurch, da sowohl der „senkrechte“ als auch der „waagerechte“ Anteil der Schwingungen herausgefiltert werden.

Bei vielen Vorgängen in der Natur, z. B. Spiegelung des Lichtes an Wasseroberflächen und Streuung des Lichtes an Luftteilchen wird dieses mehr oder weniger stark polarisiert. Deshalb genügt wie bei Versuch 2 manchmal schon ein Polarisationsfilter um reflektiertes Sonnenlicht zu schwächen oder ganz auszulöschen. Hierauf beruht auch die Wirkung von polarisierenden Sonnenbrillen, die Reflexblendungen unterdrücken sollen.

Die Flüssigkristallanzeige (3)

Optische Aktivität

Manche Stoffe haben die Eigenschaft, die Polarisationsrichtung von polarisiertem Licht zu verdrehen. Zu diesen Stoffen gehören z. B. Zucker und Milchsäure. Je nach Drehrichtung unterscheidet man „rechtsdrehende“ und „linksdrehende“ Stoffe. Auf manchen Yoghurtbechern wird z. B. auf den hohen Anteil von rechtsdrehender Milchsäure hingewiesen.

Versuch 3

Stelle eine Zuckerlösung her, in dem du etwa 100g Zucker in 200ml Wasser auflöst. Fülle die Lösung in ein kleines Becherglas. Stelle das Glas auf den Overheadprojektor und lege eine Filterfolie unter das Glas. Das Glas wird jetzt von unten mit polarisiertem Licht durchleuchtet. Halte die andere Folie über das Glas und drehe sie langsam. Was stellst du fest?

Nimm das Glas zur Seite und verdrehe die beiden Folien so, dass völlige Auslöschung auftritt. Schiebe dann das Glas wieder zwischen die Folien. Was stellst du fest?

Überprüfe, ob auch ein durchsichtiges Kunststofflineal, eine CD-Hülle oder ein Geodreieck optisch aktiv sind.

Die Flüssigkristallanzeige (4)

Ergebnisse und weiterführende Informationen

zu Versuch 3

Die Lichtfarbe wechselt von Weiß über blasses Rot nach Blau.

Die Auslöschung geht zurück, wenn das Glas mit der Zuckerlösung zwischen die Folien geschoben wird.

Bei einer CD-Hülle verändert sich das polarisierte Licht, sowohl in der Helligkeit als auch in den Farben. Es treten z. B. Regenbogenfarben auf, die bei bestimmten Drehwinkeln aber wieder verschwinden. Die Regenbogenfarben treten besonders an den Stellen auf, an denen die CD- Hülle verformt ist.

Die unterschiedlichen Farben bei der Zuckerlösung und den Kunststoffen deuten darauf hin, dass die im weißen Licht enthaltenen Farben von der optischen Aktivität dieser Stoffe unterschiedlich beeinflusst werden.

Was hat die optische Aktivität von Zuckerlösung mit den „Flüssigkristallanzeigen“ zu tun?

Auch in den LC-Anzeigen wird mit polarisiertem Licht gearbeitet. Das kann man leicht überprüfen, wenn man über die Anzeige des Taschenrechners eine Filterfolie hält. Je nach Drehung sieht man alles ganz normal oder gar nichts mehr.

Die Substanz in der Anzeige verändert sich durch eine angelegte elektrische Spannung so, dass sie plötzlich optisch aktiv wird. Das Licht – was z.B. durch die Rückseite in die Anzeige eintritt, wird mit Hilfe eines Polarisationsfilters polarisiert, durch die Flüssigkristalle dann so verdreht, dass es durch den Filter an der Vorderseite ungeschwächt austreten kann. Ohne Flüssigkristall wäre es ausgelöscht worden. Wird jetzt an eine Stelle im Flüssigkristall eine Spannung angelegt, verändert sich seine optische Aktivität. Das polarisierte Licht wird praktisch zurückgedreht, kann aber jetzt aus der Vorderseite nicht mehr austreten. Eine entsprechende Stelle auf der Anzeige erscheint dann dunkel.

Flüssigkristalle sind also spannungsgesteuerte „Lichtventile“.

Weiterführende Informationen zu den Eigenschaften von Flüssigkristallen

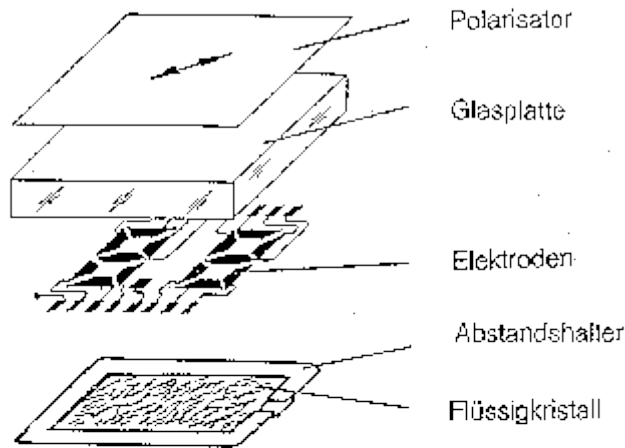
Flüssigkristalle sind Makromoleküle. Sie können je nach Temperatur verschiedene Zustände annehmen. Bei hohen Temperaturen sind sie Flüssigkeiten, die Moleküle sind ungeordnet und nicht ausgerichtet. Bei etwas geringeren Temperaturen ordnen sich die Moleküle in einer Vorzugsrichtung. Sie bleiben aber flüssig, bzw. dickflüssig.

Weiterführende Informationen zu der Chemie der Flüssigkristalle findest du im Internet unter „Prof. Blumes Medienangebot: Kristalle im Chemieunterricht“

Die Flüssigkristallanzeige (5)

Wie ist eine Flüssigkristallanzeige aufgebaut?

Die Grafik zeigt die einzelnen Teile, daneben findest du Hinweise zu ihren Funktionen.

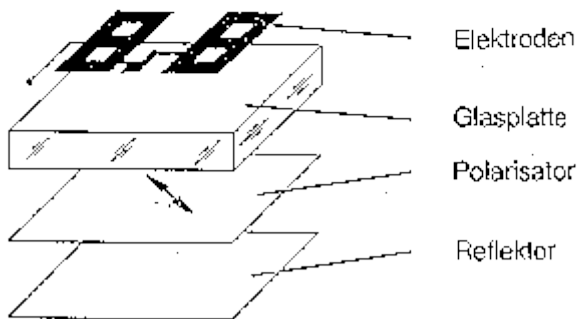


Der **Polarisator** ist entweder aufgeklebt,, oder als dünne Schicht aufgebracht.

Die **Glasplatte** gibt der ganzen Anzeige Halt. Die Unterseite ist ganz fein aufgeraut.¹⁾

Die **Elektroden** – hier in der Form einer Sieben-Segment-Anzeige²⁾ – bestehen aus einer durchsichtigen Indium-Zinn-Oxidschicht.

Hier kann an jedes Segment die Signalspannung angelegt werden.



Die stäbchenförmigen Moleküle sind im Normalzustand wie in einer Schraubenform angeordnet (Verdrillwinkel 90^0) und ändern die Polarisationsrichtung des Lichtes nicht³⁾.

An dieser **Elektrode** liegt dauernd eine Spannung an⁴⁾.

Die untere Glasplatte ist die Trägerplatte für die Elektrode. Auf ihrer Rückseite befindet sich der zweite Polarisator. Er ist zum oberen um 90^0 gedreht.

Der **Reflektor** ist ein Spiegel, der das einfallende Licht zurückwirft. Bei manchen Anzeigen fehlt er. Dann befindet sich auf der Rückseite der Anzeige eine Hintergrundbeleuchtung.

- 1) Die Aufrauung der Glasplatte bewirkt, dass sich die Flüssigkristalle alle in einer gleichen Richtung – z.B. in Längsrichtung anordnen.
- 2) Bei Taschenrechnern stellt eine 7-Segment-Anzeige jeweils eine Ziffer dar. Beim Flachbildschirm (TFT Monitor) stellen drei Zellen zusammen gerade mal einen Pixel dar. Jeder Bildpunkt (für jede Grundfarbe eine) kann einzeln angesprochen werden.
- 3) Wird an ein Segment eine Spannung angelegt, richten sich die Flüssigkristalle aus. Die Verdrillung geht zurück, die Polarisationsrichtung des Lichtes ändert sich.
- 4) Die Anzeige arbeitet mit einer Wechselspannung. Bei einer Gleichspannung könnte sich der Flüssigkristall durch Elektrolyse zersetzen.

Albert Einstein - Sonnenfinsternis als Beweis (1)

Licht und Schwerkraft

Der berühmte Physiker Albert Einstein (1879 – 1955) sagte in seinen theoretischen Arbeiten zur „allgemeinen Relativitätstheorie“ etwas voraus, was zur damaligen Zeit für viele unglaublich schien. Er behauptete, dass das Licht nicht geradlinig verlaufe, sondern unter dem Einfluss von Schwerkraft gekrümmt werde. Auch wenn wir es nicht bemerken, Licht fällt ebenso unweigerlich nach unten wie ein horizontal abgeworfener Stein. Um das wirklich zu beobachten, ist aber eine viel größere Schwerkraft nötig, als sie uns auf der Erde zur Verfügung steht.

Einstein rechnete vor, dass die Anziehungskraft der Sonne ausreichen würde, um das Licht eines Sterns abzulenken. Dazu musste das Licht des Sterns aber knapp am Sonnenrand vorbei auf die Erde fallen. Er war davon überzeugt, dass die Lichtablenkung bei einer totalen Sonnenfinsternis überprüft werden konnte. Nur bei einer totalen Sonnenfinsternis kann man fotografische Aufnahmen von Sternen machen, deren Licht sonst vom Sonnenlicht überstrahlt wird.

Am 29. Mai 1919 war es soweit. Ein englisches Forscherteam unter Leitung des berühmten Astronomen Arthur Stanley Eddington konnte in Westafrika während einer totalen Sonnenfinsternis Aufnahmen von Sternen im Sternbild Stier machen. Diese standen zu diesem Zeitpunkt nahe bei der Sonne. Als man die Aufnahmen mit älteren Fotos der Sterne verglich, als die Sonne nicht in der Nähe war, stellte man tatsächlich eine winzige Verschiebung der Sternenpositionen fest. Diese Bestätigung der von ihm vorhergesagten Lichtablenkung brachte Einstein über Nacht weltweiten Ruhm und Anerkennung.

Aufgaben

- ☐ Informiere dich im Physikbuch über die Entstehung einer Sonnenfinsternis.
- ☐ Begründe, warum man Sterne oft nicht an ihrer richtigen Position sieht.

- ☐ Was ist im obigen Text mit „nahe bei der Sonne“ gemeint?

- ☐ Wie weit ist die Sonne von der Erde entfernt?

Albert Einstein - Sonnenfinsternis als Beweis (2)

Die beiden Abbildungen zeigen, wie wir uns die Lichtablenkung vorstellen können. Die Abbildungen sind nicht maßstabsgerecht und stark vereinfacht.

Hinweis: Stern (1) ist die wirkliche Position des Sterns, Stern (2) die scheinbare Position.

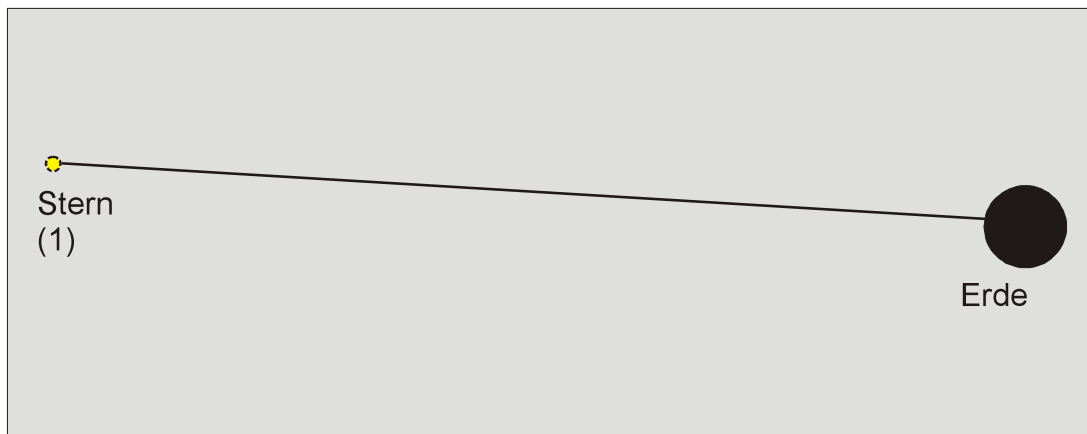


Abbildung 1: Stern wird an seiner wirklichen Position gesehen

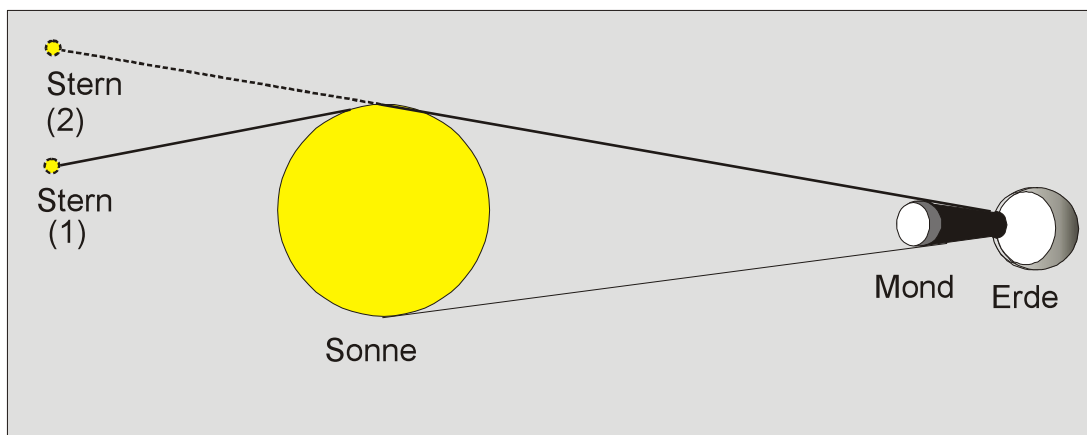


Abbildung 2: Das Licht des Sterns wird im Schwerfeld der Sonne abgelenkt. Dadurch scheint für einen Beobachter auf der Erde die Position des Sterns verschoben.

Zum Weiterarbeiten

In den Tiefen des Weltalls gibt es noch viel größere Masseansammlungen als unsere Sonne. Sie beeinflussen mit ihrer Schwerkraft das Licht von weit entfernten Sternen so stark, dass dabei Mehrfachbilder dieser Sterne entstehen können. Allerdings sind solche Bilder bisher nur mit sehr leistungsfähigen Teleskopen aufgenommen worden. Die Masseansammlung, die hierbei für die Lichtablenkung verantwortlich ist, bezeichnet man als **Gravitationslinsen**. Im Internet findet man unter dem Suchbegriff „Gravitationslinsen“ weitere Informationen und Bildmaterial zu diesem Thema.