Inhalt

Einleitung S. 2

Lichtbrechung (Linsen)

- Lupe S. 3
- Lupe mit Licht S. 4
- Diabetrachter S. 5
- Mikroskop S. 6
- Astronomisches Fernrohr S. 7
- Erdfernrohr S. 7

Reflexion (Spiegel)

- Spiegelparcours S. 8
- Periskop S. 9

Licht und Schatten

- Sonnenuhr S. 10
- Halb- und Kernschatten S. 11
- Planetenmodell S. 12

Lichtleiter

- Lichtspiel S. 14
- Lichtspiel mit Kurbel S. 14
- Morseapparat S. 15

Optische Täuschung S. 16

„Sehr gut!
Du hast dich entschieden mehr über die Optik zu erfahren? Da bist du bei mir genau richtig. Ich finde das Thema nämlich auch spannend und kenne mich auch schon ein bisschen aus. Ich tauche einfach öfter mal wieder hier im Heft auf, gebe dir Tipps oder Hinweise. Also los und viel Spaß beim Bauen!"

■ Das Wort Optik kennst du bestimmt. Der Optiker aus der Fußgängerzone ist doch der, der die Brillen verkauft. Und seine Brillen sind auch ein Teil der Optik. Das Wort kommt ursprünglich von den alten Griechen und bedeutet dort so was wie „Die Lehre vom Sehen". Das macht die Optik so interessant, sie ist überall in deiner Umgebung zu sehen. Na ja, und auch das verdanken wir der Optik – das Sehen. Ohne die Linsen in deinen Augen würdest du gerade mal erkennen, ob etwas hell oder dunkel ist. Du würdest aber nicht erkennen, was es ist, oder gar scharf sehen können.

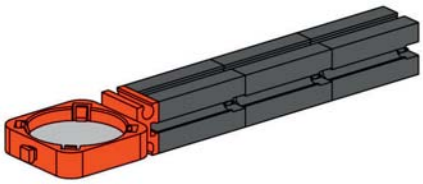
Über das Sehen haben sich die Menschen schon vor langer Zeit Gedanken gemacht, besonders das schlechte, unscharfe Sehen beschäftigte sie. Und so erfanden sie vor etwa 700 Jahren die Brille und die Lupe, die mithilfe von Glaslinsen optische Fehler des menschlichen Auges korrigieren konnten. Wir machen das auch gleich. Wir können die Lupe nicht erfinden, die gibt es ja schon. Aber wir können sie nachbauen – und noch viel mehr. Du wirst sogar Apparate bauen, mit denen man bis zu den Sternen schauen kann. Der Trick, der dahinter steckt, ist die Lichtbrechung.

Man kann das Licht aber nicht nur brechen sondern auch reflektieren. Mag ja sein, dass du weißt wie ein Spiegel funktioniert, aber wir machen etwas ganz Besonderes damit. Wir werden das Licht um die Ecke „biegen", wir werden es um 180° wenden lassen. Du wirst Menschen sehen können, für die du selbst unsichtbar bist. Du kannst sie beobachten, ohne dass sie dich bemerken werden.

„Wo Licht ist, da ist auch Schatten", hat mal ein berühmter Dichter gesagt. Er hat recht. Wenn der Mond am Himmel scheint ist es bei uns dunkle Nacht – oder wie hat er das gemeint? Und warum ist der Mond überhaupt manchmal nur halb oder fast gar nicht zu sehen? Wenn dich das schon immer interessiert hat, dann hast du hier die Gelegenheit dir dein eigenes, voll funktionsfähiges, 3D-Planetenmodell zu bauen.

Wenn du alle Modelle ausprobiert hast, bist auch du ein Experte in Sachen Optik. Aber bei allem Wissen, das du dann hast – traue deinen Augen nicht – jedenfalls nicht immer. Aber das erst ganz zum Schluss.

Lichtbrechung (Linsen): Lupe



■ Schon vor hunderten von Jahren haben sich die Menschen darüber gewundert, dass sie die Welt durch einen Wassertropfen, oder ein Glas Wasser hindurch ganz anders gesehen haben.
Hast du schon einmal bemerkt, dass ein Löffel in einem Glas Wasser aussieht als wäre er kurz unter der Wasseroberfläche abgeknickt? Das liegt an der Lichtbrechung. Das Licht wird an der Oberfläche des Wassers etwas abgelenkt (gebrochen). Das passiert mit dem Licht immer, wenn es auf einen durchsichtigen Stoff trifft, der eine andere Dichte hat. Also von Luft nach Wasser oder wie bei einer Linse: Von Luft nach Glas und wieder zur Luft .

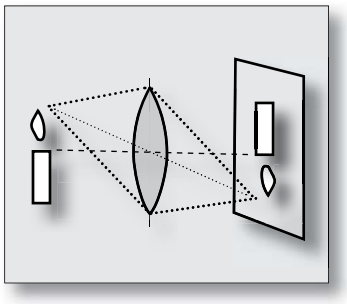
■ Baue das Modell Lupe anhand der Bauanleitung auf.

Versuch 1:
Halte die Lupe einmal nicht in die Nähe eines Gegenstandes, sondern betrachte damit dein Zimmer. Führe die Lupe langsam vom Auge weg, bis sich ein scharfes Bild erkennen lässt. Das passiert ungefähr dann, wenn dein Arm leicht angewinkelt ist. Was siehst du – oder besser gesagt: Wie siehst du es?

Steht bei dir alles auf dem Kopf? Na dann ist ja alles in Ordnung mit der Linse in deiner Lupe. Und während du dich noch wunderst, machst du gleich noch den nächsten Versuch.

Versuch 2:
Halte die Lupe einmal zwischen einem weißen Blatt Papier und einer Lichtquelle wie zum Beispiel einer Tischlampe oder Stehlampe. Das Blatt hältst du etwa in 30 cm Abstand von der Lichtquelle. Die Lupe platzierst du etwa in der Mitte zwischen Lampe und Blatt. Dann bewegst du die Lupe ganz langsam mal näher zum Licht, mal näher zum Blatt.

Tipp: Eine Kerze geht auch, aber dann muss ein Erwachsener beim Experiment dabei sein! Es funktioniert auch gut mit dem Fernseher als Lichtquelle.

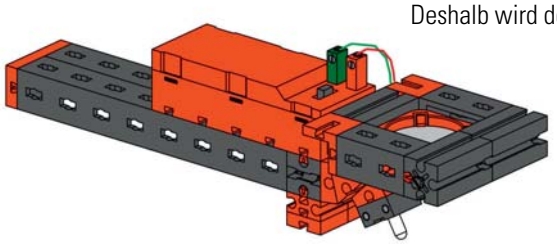


Der Weg des Lichts durch die Linse

Deine Lichtquelle (Lampe) erscheint auf dem Blatt Papier – aber verkehrt herum und kopfüber. Die Lichtstrahlen werden durch die Linse umgelenkt. Sie tauschen sozusagen die Seiten, von oben nach unten und von links nach rechts (die Grafik hilft dir beim Verstehen).

Lupe mit Licht

■ Wenn du etwas schlecht lesen oder erkennen kannst, dann liegt es oft daran, dass die Schrift oder die Gegenstände sehr klein sind (da hilft dir bereits deine Lupe) oder dass die Lichtverhältnisse schlecht sind. Deshalb wird deine Lupe jetzt aufgerüstet.



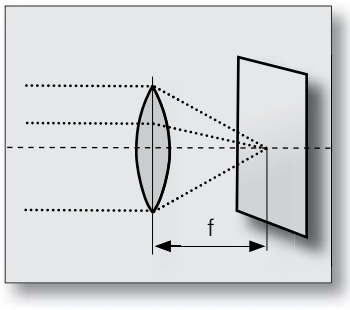
■ Baue die Lupe mit Licht anhand der Bauanleitung auf.

Versuch 1:
Nimm die Lupe in die Hand und betrachte die Zeilen des Begleitheftes. Einmal mit und einmal ohne Licht.

Es ist doch erstaunlich, wie so ein bisschen Licht die Buchstaben gleich schärfer erscheinen lässt. Beobachte einmal ältere Leute, die schon etwas schlechter sehen. Wenn sie die kleingedruckte Schrift auf Lebensmittelverpackungen lesen wollen, gehen sie oft zum Fenster oder schalten das Licht an. Licht erhöht den Kontrast, also den Unterschied zwischen hellen und dunklen Stellen und lässt so die Buchstaben schärfer erscheinen.

■ Beim Betrachten der Buchstaben hast du die Lupe sicher ein bisschen vor und zurück bewegt, bis die Buchstaben richtig scharf dargestellt wurden. Warum ändert sich die Schärfe mit dem Abstand?

Versuch 2:
Lege die Lupe flach auf das Begleitheft. Entferne die Lupe langsam vom Heft und betrachte dabei die Buchstaben durch die Linse. Was fällt dir auf?

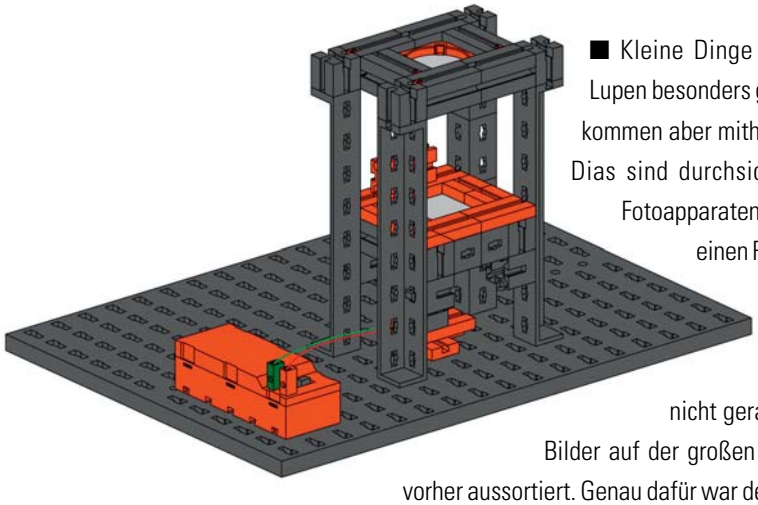


f = Brennweite

Die Buchstaben werden dabei immer größer und bleiben zunächst scharf abgebildet. Bis zu einem bestimmten Abstand, dann werden sie unscharf. Das passiert bei jeder Sammellinse. Dieser Abstand entspricht ungefähr der Brennweite (f). Das ist die Distanz von der Linse bis zu der Stelle an dem sich die Lichtstrahlen in einem Punkt treffen. Dicke Linsen haben eine kürzere Brennweite als dünne Linsen, weil sie das Licht stärker „brechen".
Wenn die Sonne scheint, kannst du die Brennweite deiner Linse sogar messen. Halte die Lupe über einen Stein, so dass der Lichtpunkt darauf so klein wie möglich ist. Der Abstand in Zentimeter zwischen Stein und Linse ist deine Brennweite. Aber Vorsicht: Die so gebündelten Sonnenstrahlen werden sehr heiß.

- Schaue niemals durch die Lupe in die Sonne **-> Verletzungsgefahr!**
- Halte die Lupe bei Sonnenlicht nicht über brennbares Material wie Holz oder Papier **-> Brandgefahr!**
- Lass die Lupe nicht achtlos im Sonnenlicht liegen **-> Brandgefahr!**

Diabetrachter



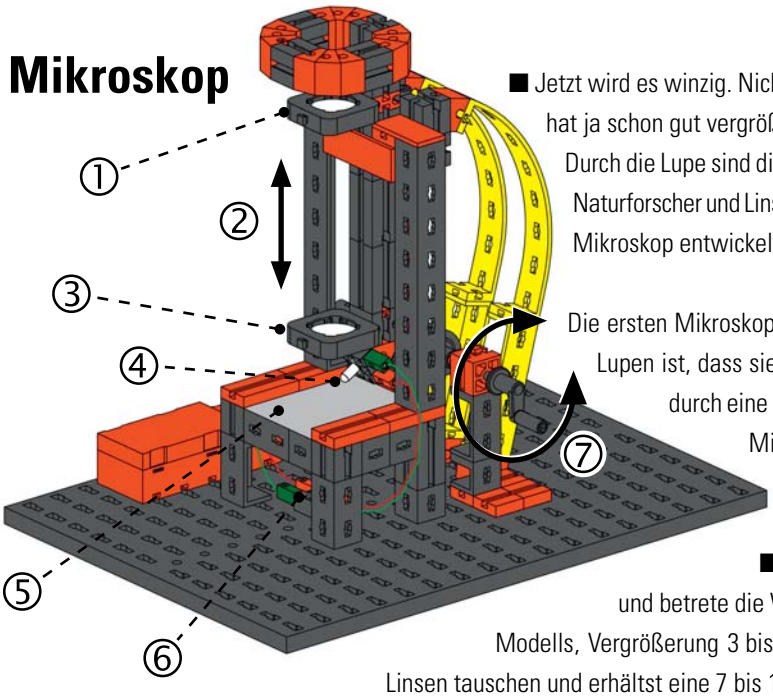
■ Kleine Dinge ganz groß darstellen, das können Lupen besonders gut. Dias zum Beispiel sind sehr klein, kommen aber mithilfe von Lupen ganz groß raus.
Dias sind durchsichtige Fotos die man mithilfe von Fotoapparaten erstellen konnte. Wenn man die in einen Projektor gesteckt hat, konnte man das Bild riesengroß auf eine Zimmerwand projizieren, fast wie in einem Kino.
Um den Freunden und Verwandten nicht gerade die langweiligen und unscharfen Bilder auf der großen Leinwand zu zeigen, hat man diese vorher aussortiert. Genau dafür war der Diabetrachter gemacht. Die kleinen Bildchen werden dort hineingeschoben und mithilfe von Licht und Lupe in ausreichender Größe betrachtet und beurteilt.
Das kannst du jetzt auch gleich machen.

■ Baue den Diabetrachter anhand der Bauanleitung auf.

Frage deine Eltern, ob sie dir ein paar Dias aus der guten alten Zeit zur Verfügung stellen können und erfreue dich über einen Sprung zurück in die Vergangenheit, in der du vielleicht noch gar nicht geboren warst.
Alternativ kannst du dir auf der Transparentfolie aus dem Baukasten selbst ein Bild malen und in den Betrachter legen.

Tipp: Die Dias werden einfach auf den roten Rahmen im Modell gelegt. Die transparente Folie dabei nicht entfernen. Sie verteilt das Licht der Lampe gleichmäßig auf das Dia.

Mikroskop



1 Okularlinse
2 Höhenverstellung
3 Objektivlinse
4 Auflichtlampe
5 Objektträger
6 Durchlichtlampe
7 Kurbel für Scharfstellung

■ Jetzt wird es winzig. Nicht das Modell, sondern das, was du betrachten kannst. Die Lupe hat ja schon gut vergrößert, aber ein Staubkorn wäre unseren Augen sicher entgangen. Durch die Lupe sind die Menschen neugierig auf die Welt der kleinen Dinge geworden. Naturforscher und Linsenschleifer haben dann vor etwa 300 Jahren die Wundermaschine Mikroskop entwickelt und damit das Tor zum Mikrokosmos aufgestoßen.

Die ersten Mikroskope waren eher besonders starke Lupen. Der Nachteil von dicken Lupen ist, dass sie das entstehende Bild stark verzerren. Etwa so, wie wenn man durch eine Glaskugel schaut. Erst der Trick mit der zweiten Linse machte das Mikroskop richtig leistungsfähig. Die zweite Linse wirkt sozusagen wie ein Turbo und vergrößert nochmals das Bild der ersten Linse.

■ Baue das Mikroskop auf, wie in der Bauanleitung beschrieben und betrete die Welt der kleinen und kleinsten Dinge. Beginne mit Version 1 des Modells, Vergrößerung 3 bis 5-fach. Zum Vergleich kannst du danach für die Version 2 die Linsen tauschen und erhältst eine 7 bis 10-fache Vergrößerung.

Aufgabe 1:
Suche dir ein durchsichtiges Objekt zum Betrachten. Zum Beispiel ein dünnes Blatt einer Pflanze, es darf ruhig schon etwas vertrocknet sein. Ziehe den Stecker der Auflichtlampe ab und betrachte es unter deinem neuen Mikroskop.

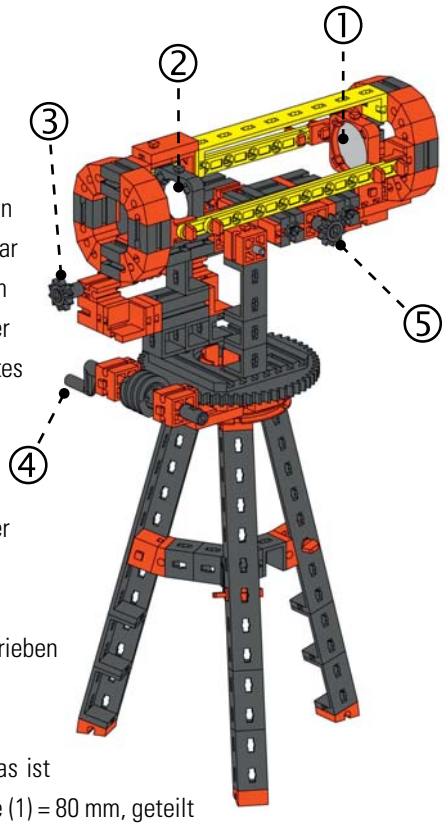
Nachdem du an der Kurbel (7) scharf gestellt hast, siehst du nicht nur auf das Blatt, sondern auch durch das Blatt hindurch, fast wie bei einem Röntgenapparat. Siehst du die feinen Äderchen die das Blatt bis in die letzten Spitzen mit Wasser versorgen? Faszinierend.
Wenn das Licht durch das aufgelegte Objekt hindurch scheint, nennt man das „Durchlichtmikroskopie".

Vergrößerungsfaktor:

Modell
Version 1 = 3 bis 5-fach
Version 2 = 7 bis 10-fach

Aufgabe 2:
Schalte das Licht der Auflichtlampe dazu, indem du den Stecker wieder in den Lampensockel schiebst. Betrachte nun dein Blatt. Du siehst den Unterschied noch deutlicher, wenn du das Auflicht beim Durchschauen ein- und ausschaltest.

Mit dem Auflicht siehst du nicht mehr so gut durch das Blatt, aber dafür ist die Oberfläche deutlicher. Das ist von Vorteil, wenn du undurchsichtige Gegenstände betrachten möchtest. Es ist das Besondere an deinem neuen Mikroskop, dass es beides kann. Es ist ein Durchlicht- und Auflichtmikroskop.
Und jetzt gehe auf Entdeckungsreise. Hast du schon mal eine Nähnadel unter dem Mikroskop betrachtet? Du denkst wohl die wäre vorne glatt und spitzig? Von wegen! Oder hast du gewusst, dass die Farbbilder in der Zeitung aus lauter bunten Punkten bestehen? Dann schneide ein Bild aus, betrachte es mit eingeschaltetem Auflicht und du wirst staunen.



Astronomisches Fernrohr

■ Galileo Galilei. An ihm kommt man nicht vorbei, wenn es um Astronomie, also das „Sterne gucken" geht. Er war ein genialer Wissenschaftler und Astronom. Es war so um das Jahr 1600, das Teleskop war bereits erfunden, aber nicht besonders leistungsstark. Er hat selbst ein verbessertes gebaut, mit dem er als erster Mensch die Mondoberfläche so genau beobachten konnte, dass er dort Berge, Täler und Krater entdeckte. Damals, vor 400 Jahren, eine echte Sensation. Dachten bis dahin doch alle, die Himmelskörper wären rund und glatt wie Billardkugeln.

1 Objektivlinse (f = 80 mm)
2 Okularlinse (f = 25 mm)
3 Teleskop neigen
4 Teleskop drehen
5 Scharfstellung

■ Baue das Teleskop auf, wie in der Bauanleitung beschrieben und blicke in die Ferne.

Das Fernrohr hat einen Vergrößerungsfaktor von 3,2. Das ist ganz einfach auszurechnen. Brennweite der Objektivlinse (1) = 80 mm, geteilt durch die Brennweite der Okularlinse (2) = 25 mm –> 80 : 25 = 3,2.

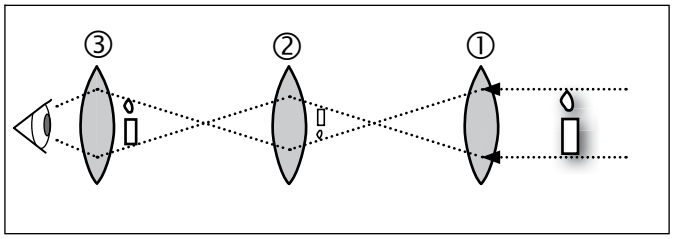
Erdfernrohr

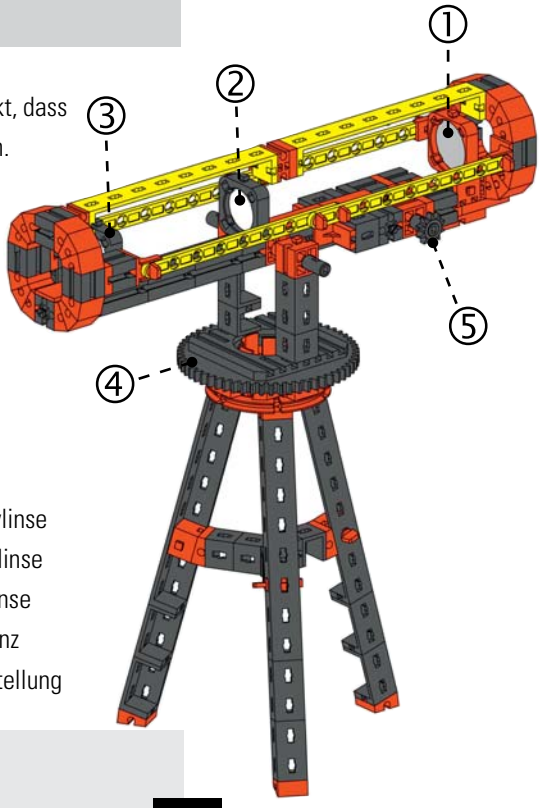
■ Beim Blick durch das Teleskop ist dir sicher aufgefallen, das alles was du siehst auf dem Kopf steht. Bei der Beobachtung der Sterne ist das nicht von Bedeutung, aber als Fernrohr auf der Erde ist das so nicht zu gebrauchen.

Aufgabe 1:
Was müssen wir am Teleskop ändern, einbauen oder umbauen damit das verkehrte Bild wieder richtig herum steht?

Beim zweiten Versuch mit der Lupe, am Anfang des Begleithefts, hast du doch bemerkt, dass man mit einer Lupe die im richtigen Abstand positioniert wird ein Bild umdrehen kann.

Aufgabe 2:
Baue das Modell Erdfernrohr laut Bauanleitung auf. Verwende dabei alle drei Linsen und prüfe nach, ob das Bild mit der dritten Linse wieder richtig herum steht.

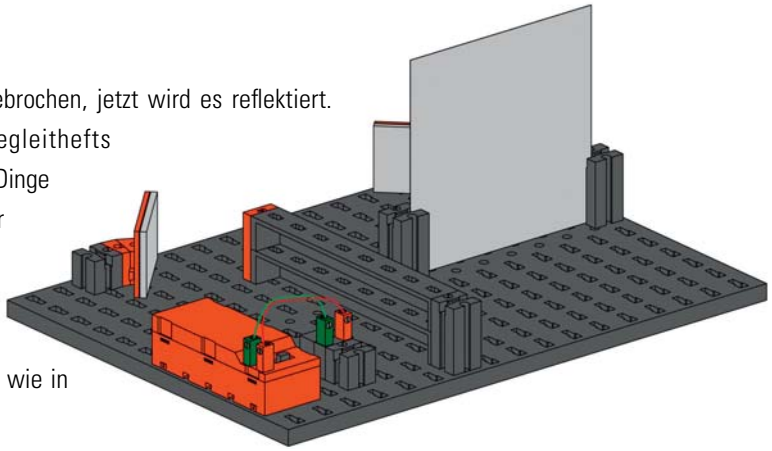




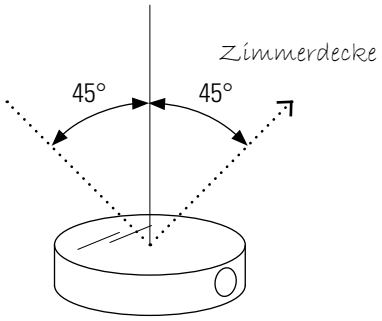
1 Objektivlinse
2 Umkehrlinse
3 Okularlinse
4 Drehkranz
5 Scharfstellung

Reflexion
Spiegelparcours

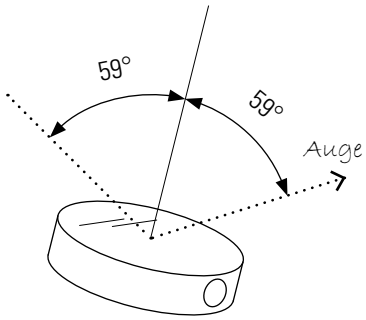
■ Zuerst haben wir das Licht gebrochen, jetzt wird es reflektiert. Ich habe dir am Anfang des Begleithefts versprochen, dass wir noch andere Dinge mit dem Spiegel machen als nur hineinzuschauen.



■ Baue den Spiegelparcours auf, wie in der Bauanleitung beschrieben.

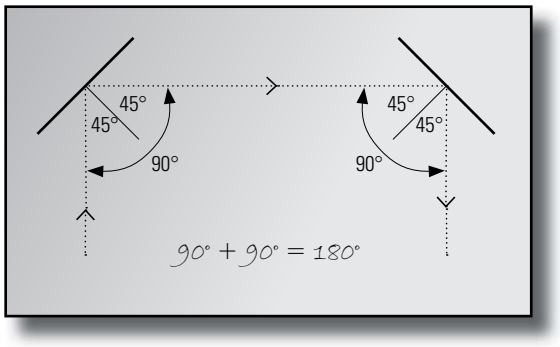


Aufgabe:
Schalte die Lampe ein und beobachte den Weg, den das Licht geht (am besten in einem abgedunkelten Raum).
Was führt dazu, dass das Licht in genau dieselbe Richtung zurückgeführt wird wo es her gekommen ist?

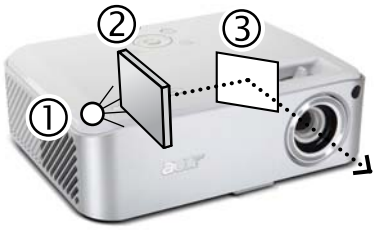


Natürlich sind die Spiegel dafür verantwortlich, aber es kommt auch auf den Winkel an in dem das Licht auf den Spiegel fällt.
Diese Erfahrung hast du sicher selbst schon einmal gemacht. Zum Beispiel als du mit deiner Armbanduhr das Sonnenlicht gespiegelt und einen hellen Punkt an die Zimmerdecke gezaubert hast.
Wenn du im Klassenzimmer damit deinen Nachbarn blenden wolltest, anstatt die Zimmerdecke anzuleuchten, musstest du nur dein Handgelenk entsprechend drehen. Wenn das Licht flacher auf das Uhrglas gefallen ist, so wurde es auch flacher reflektiert. Du hast damit ein Naturgesetz angewandt! Das Reflexionsgesetz, das da heißt:

Einfallswinkel gleich Refexionswinkel



Und weil das so gut passt, wenden wir es gleich auf unser Modell an.
Das Licht trifft auf den ersten Spiegel: 45° hin und 45° weg, sind zusammen 90°. Bei zwei Spiegel macht das 180°. Jetzt ist klar warum das Licht wieder in die Richtung zurückstrahlt, von wo es her kommt – es macht eine 180° Kehrtwendung.

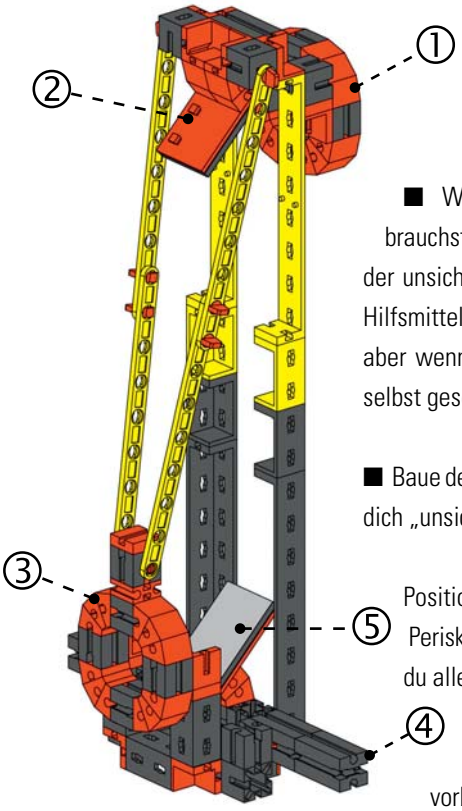


1 Lampe
2 TFT-Bildschirm
3 Spiegel

Die Anwendung der Reflexion findest du in vielen optischen Geräten wieder:

- Spiegelreflex-Kamera
- Tageslichtprojektor
- Videoprojektor (Beamer)
- Periskop

Periskop



1 Objektiv
2 Objektiv-Spiegel
3 Okular
4 Okular-Spiegel
5 Haltegriff

■ Wolltest du dich schon immer mal unsichtbar machen? Dafür brauchst du einen guten Zauberspruch, eine Tarnkappe oder einen Ring der unsichtbar macht. Hast du nicht? Kein Problem, es gibt ein anderes Hilfsmittel. Mit dem kannst du dich zwar nicht für alle unsichtbar machen, aber wenn du es geschickt anstellst, kannst du zumindest sehen ohne selbst gesehen zu werden.

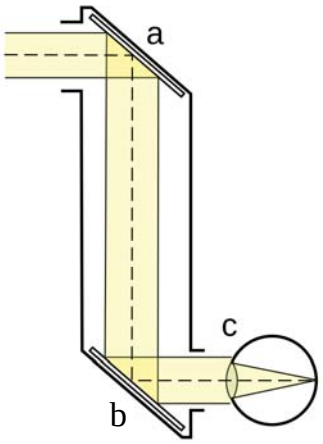
■ Baue dein Periskop auf, wie in der Bauanleitung beschrieben und mache dich „unsichtbar".

Positioniere dich hinter dem Sofa und schiebe das obere Ende des Periskops, nur so viel wie nötig, über die Sofalehne hinaus. Jetzt kannst du alles im Zimmer sehen ohne entdeckt zu werden.

Wenn du das Periskop waagerecht hältst, kannst du auch um die Ecke schauen. Zum Beispiel aus dem Flur, am Türrahmen vorbei, ins Wohnzimmer spicken.

Du kannst damit aus dem Fenster sehen, ohne davor zu stehen oder beim Nachbarn über die Hecke und Mauer spähen oder ...

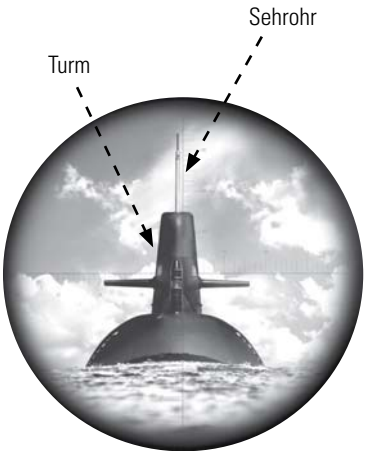
Dir fallen sicher noch viel mehr Dinge ein, die du mit deinem neuen Periskop anstellen kannst.



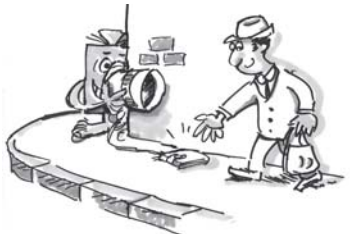
a Objektiv-Spiegel
b Okular-Spiegel
c Auge

■ Gedacht war das Periskop erstmals als Hilfsmittel für einen Astronomen beim Beobachten von Sternen und Kometen. Später hat das Militär gemerkt, dass es von Vorteil ist, aus dem Schützengraben herausschauen zu können ohne bemerkt zu werden oder gar von einer feindlichen Kugel getroffen zu werden.

Als die ersten U-Boote durch die Meere streiften, war es überlebenswichtig über die Wasseroberfläche schauen zu können, ohne auftauchen zu müssen. Dafür wurde das Sehrohr entwickelt. Die Boote fuhren dicht unter der Wasseroberfläche und schoben das Sehrohr teleskopartig aus dem „Turm" über den Wasserspiegel. Für diesen Zweck wurde das Periskop im Sehrohr natürlich noch aufgerüstet. Mithilfe von Linsen erhielt es die Funktion eines Fernrohrs. In den heutigen U-Boot-Periskopen sind sogar noch Laserentfernungsmessgeräte und Wärmebildgeräte für die Sicht bei Dunkelheit eingebaut.

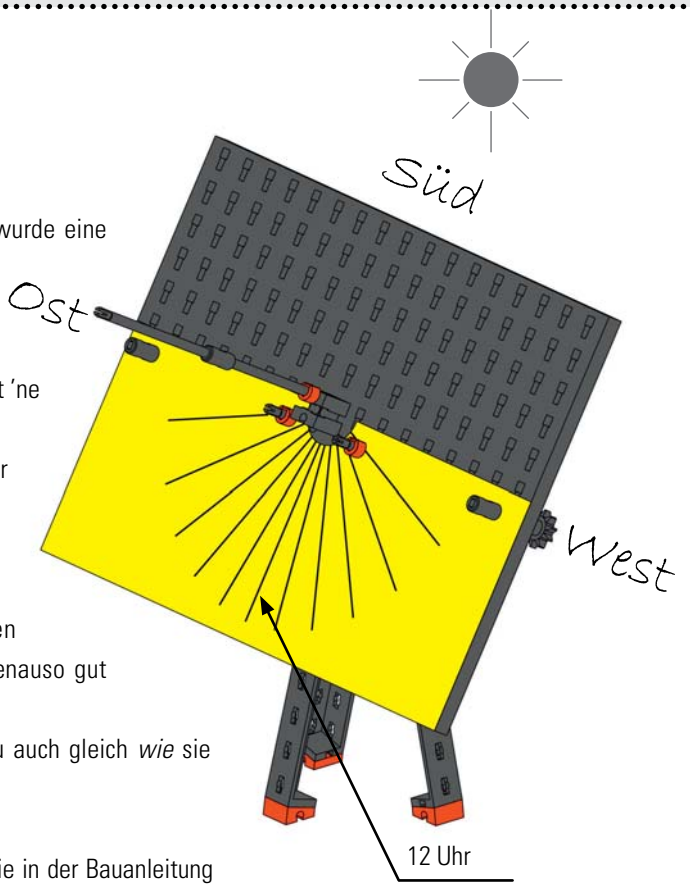


Blick durchs Sehrohr bei Tauchfahrt



Licht und Schatten

Sonnenuhr

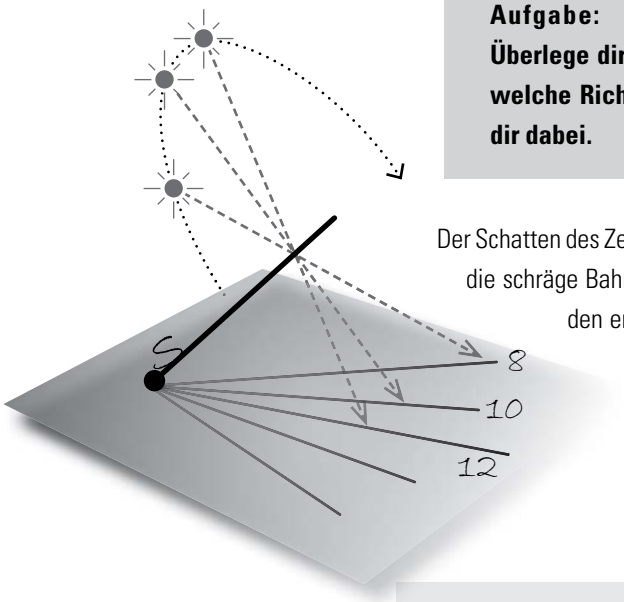


■ Hast du schon gehört? In der Wüste wurde eine Uhr gefunden, die war hunderte von Jahren im Sand vergraben und das Unglaubliche ist – sie funktioniert noch. „Ja, ja", wirst du sagen, „ist bestimmt 'ne Sonnenuhr".
Stimmt! Und die Sonnenuhr ist nicht nur hunderte, sondern über 3.000 Jahre alt. Woher man das weiß? Archäologen haben sie im Grab eines Pharaos entdeckt. Was beweist: Schon die alten Ägypter hatten Sonnenuhren. Ob die wohl heute noch genauso gut funktionieren wie vor 3.000 Jahren?
Probier's doch einfach aus, dann weißt du auch gleich *wie* sie funktionieren.

■ Baue das Modell der Sonnenuhr auf, wie in der Bauanleitung beschrieben.

Suche dir ein ruhiges, sonniges Plätzchen für die Uhr. Gut geeignet ist zum Beispiel eine Fensterbank die nach Süden zeigt. Das ist das Fenster, bei dem zur Mittagszeit die Sonne direkt hereinscheint.
Mit einem ruhigen Plätzchen meine ich, dass das Fenster nicht ständig geöffnet wird, weil du sonst die Uhr immer wieder neu ausrichten musst. Notfalls kannst du dir auch mit Bleistift Markierungen auf die Fensterbank machen.

Richte die Uhr zur Sonne aus. Die Sonne muss von hinten auf die Skala scheinen. Die genaue Uhrzeit stellst du am besten um 12:00 Uhr mittags ein. Dann drehst du die Uhr ein bisschen hin oder her bis der Schatten des Zeigers genau auf den senkrechten Strich der Skala fällt.

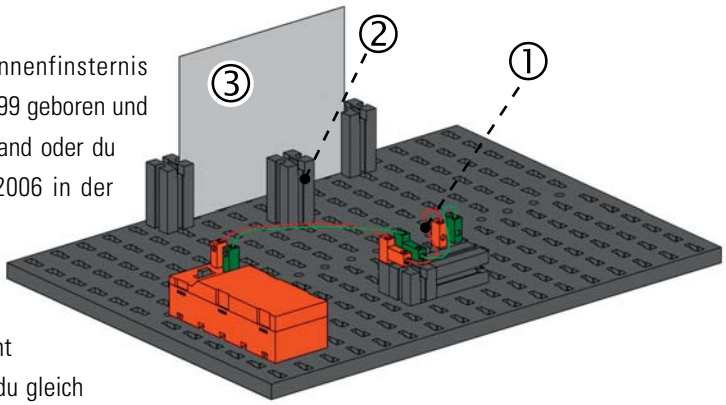


Aufgabe:
Überlege dir, wo als nächstes die 13:00 Uhr Markierung hin kommt. Also in welche Richtung der Schatten jetzt weiter wandert. Tipp: Die Grafik hilft dir dabei.

Der Schatten des Zeigers wird im Sommer übrigens kürzer und im Winter länger. Das liegt daran, dass die schräge Bahn der Sonne im Winter flacher verläuft als im Sommer. Somit kannst du dir, mit den entsprechenden Markierungen, deine Sonnenuhr sogar um eine Sonnenkalender-Funktion erweitern.

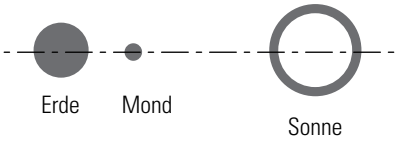
Halb- und Kernschatten

■ Hast du schon mal eine Sonnenfinsternis erlebt? Dann bist du schon vor 1999 geboren und warst am 11. August in Deutschland oder du warst 2003 in Australien oder 2006 in der Türkei. Zu diesen Zeiten kam es an den genannten Orten zu einer totalen Sonnenfinsternis. Was das genau ist, wie sie entsteht und was daran so total ist wirst du gleich erfahren.



1 Lichtquelle
2 Hindernis
3 Projektionswand

Damit die Sonnnenfinsternis gelingt, müssen Erde, Mond und Sonne in einer geraden Linie zueinander stehen, wie auf einer gespannten Perlenschnur. Der Mond befindet sich dabei zwischen der Erde und der Sonne.



■ Baue das Modell Halb- und Kernschatten auf, wie in der Bauanleitung beschrieben.

Wenn ein Gegenstand beleuchtet wird, entsteht dahinter ein Schatten – ist soweit ja nichts Neues. Besteht die Lichtquelle aber aus zwei punktförmigen Lichtern, wie bei deinem Modell oder einer großen Lichtquelle wie der Sonne, so entstehen zwei Schattenbereiche: der Halbschatten und der Kernschatten.

Aufgabe

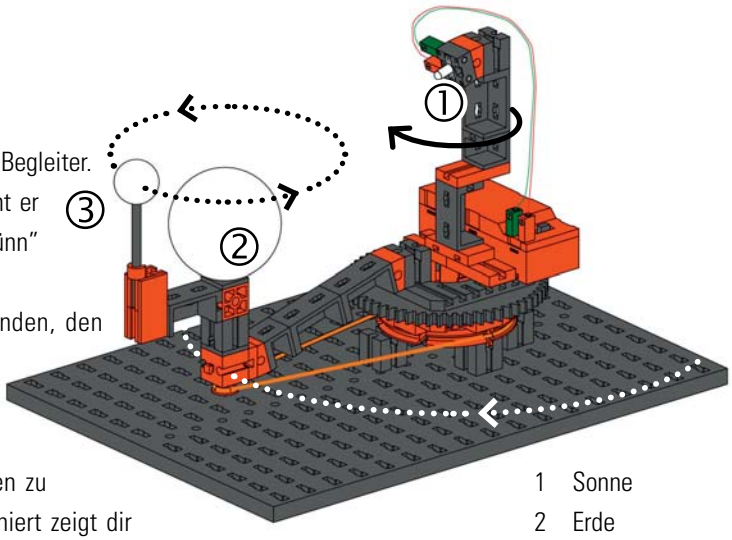
Schalte das Licht am Modell ein und beobachte die Projektionswand. Der dunkle Schatten in der Mitte ist der Kernschatten, das hellere Feld außenrum der Halbschatten. Stell dir vor, das Modell wäre unsere Konstellation Sonne-Mond-Erde. Lampe = Sonne, Baustein = Mond. Die Projektionswand stellt die Erdoberfläche dar. In welchem Bereich der Erde (Projektionswand) müsstest du stehen um eine totale Sonnenfinsternis zu erleben?

Totale Sonnenfinsternis

Du müsstest im Kernschatten stehen, dem dunkelsten Bereich des Schattenwurfs. In deinem Modell ist das der fast schwarze Streifen in der Mitte. Wenn du dort stehen könntest, würdest du die Lämpchen (Sonne) nicht mehr sehen können, weil sie vom Baustein (Mond) völlig verdeckt wären.
Auf der Erde ist der Kernschatten der Sonnenfinsternis ein runder Fleck. Und weil sich Erde und Mond bewegen, wandert er über die Oberfläche. Nach ein paar Minuten ist der Spuk dann vorbei. Der Mond hat die gemeinsamen Linie verlassen und gibt uns den Blick auf die Sonne wieder frei.

Übrigens, die nächste totale Sonnenfinsternis findet bei uns am 3. September 2081 statt.

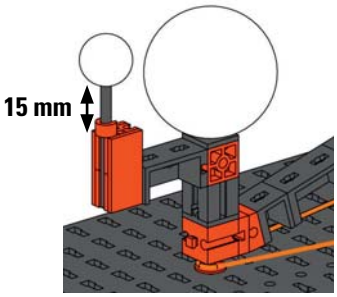
Planetenmodell



1 Sonne
2 Erde
3 Mond

■ Es heißt der Mond sei ein treuer Begleiter. Wenn er so treu ist, warum macht er sich dann zwischendurch mal „dünn" und verschwindet sogar ganz? Natürlich, es gibt den zunehmenden, den abnehmenden Mond, den Neumond und Vollmond. Das hat mit dem Licht der Sonne, dem Stand der Erde und dem Schatten zu tun. Wie das aber genau funktioniert zeigt dir das Planetenmodell.

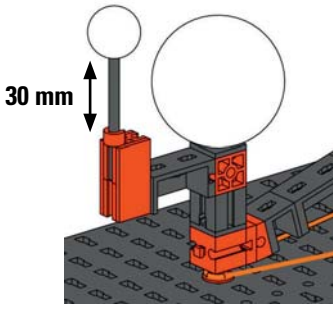
■ Baue das Modell auf, wie in der Bauanleitung beschrieben. Beachte dabei die unterschiedkiche Höheneinstellung des Mondes bei Aufgabe 1 und Aufgabe 2.



Aufgabe 1:
Als erstes simulieren wir mal eine Sonnenfinsternis. Du weißt ja wie das geht, oder? Wenn nicht, dann blättere einfach eine Seite zurück, zum Kapitel „Halb- und Kernschatten". Also – Sonne, Mond und Erde stehen in genau dieser Reihenfolge in einer Linie. Die „Sonne" ist eingeschaltet und wirft den Schatten des Mondes auf die Erde. Stell dir vor, du stehst in der Mitte dieses Schattens und schaust zur Sonne. Was siehst du?

Richtig – den Mond, denn er verdeckt im Idealfall komplett die Sonne. Da der Fall aber nur selten eintritt, sehen wir in dieser Stellung gewöhnlich den Neumond.

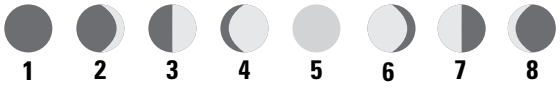
Für die nächste Aufgabe sollte dein Raum abgedunkelt sein, dann wirken Licht und Schatten optimal.

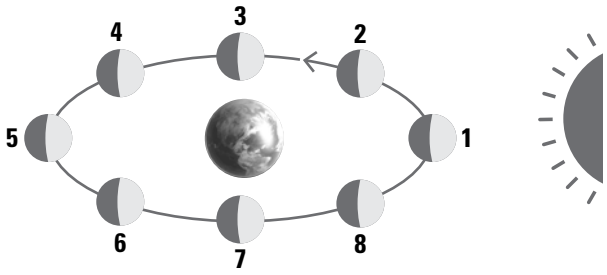


Aufgabe 2:
Drehe dein Planetenmodell so herum, dass sich der Mond gegen den Uhrzeigersin dreht (siehe Abbildung oben). Stell dir vor, du stehst auf der Erde und beobachtest den Mond. Jetzt kannst du alle Mondphasen durchspielen. Wann beginnt die abnehmende/zunehmende Phase des Mondes?

Die Mondphasen

Die Grafik zeigt dir die Antwort. Rechte Grafik: Die Stellung des Mondes zur Erde, aus dem Weltall gesehen. Linke Grafik: So zeigt sich der Mond von der Erde aus gesehen in der jeweiligen Stellung.





1	Neumond	4	Zunehmender Mond	7	Halbmond
2	Zunehmender Mond	5	Vollmond	8	Abnehmender Mond
3	Halbmond	6	Abnehmender Mond		

Die Mondzeit

29,53 Tage braucht der Mond für den kompletten Durchgang, von Neumond zu Neumond. Das entspricht etwa einem Monat. Das ist kein Zufall, denn früher wurde unser Kalender nach dem Mond ausgerichtet. In den ca 29 Tagen dreht sich der Mond einmal um sich selbst. Das bedeutet dass der Mond uns immer dieselbe Seite zuwendet. Erst seit den Mondflügen ist es uns möglich Bilder von der Rückseite des Modes zu sehen.

Die Erde

107.000 km/h schnell ist die Erde auf der Umlaufbahn um die Sonne und du mit ihr unterwegs. Wer hätte das gedacht, dass wir alle so schnell durchs Weltall rasen. Zum Vergleich: Das ist dreimal schneller als ein Spaceshuttle fliegt.

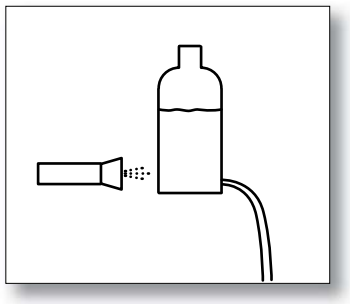
Das Licht

300.000 km hat das Licht schon innerhalb einer Sekunde zurückgelegt. Das entspricht etwa einer Milliarde Kilometer pro Stunde. Zum Vergleich: Schall bewegt sich „nur" mit 1.200 km/h durch die Luft.

Licht besitzt keine Masse und kann daher auch so eine hohe Geschwindigkeit erreichen. Es gehört zu den elektromagnetischen Wellen wie die Radiowellen, Mikrowellen oder Radarstrahlen. Nur ein kleiner Bereich im gesamten Spektrum der elektromagnetischen Wellen ist für uns Menschen sichtbar – das Licht. Es breitet sich geradlinig aus, daher zeichnen wir die Strahlen des Lichts oft als gerade Linie.

Das „weiße" Sonnenlicht setzt sich aus allen Farben des Farbspektrums (Farbreihe) zusammen. Wir sehen sie zum Beispiel bei einem Regenbogen. An den Regentropfen wird das Licht gebrochen und zerfällt in Rot, über Orange, Gelb, Grün, Blau bis Violett. Das ist übrigens immer die gleiche Reihenfolge.

Lichtspiel



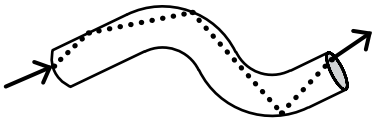
Versuch mit Wasserflasche

■ Kennst du den Versuch mit der Wasserflasche und einer Taschenlampe? Damit kannst du Licht durch einen Wasserstrahl leiten. Du nimmst eine Wasserflasche (Plastik) bohrst ein kleines Loch unten seitlich in die Flaschenwand. Jetzt füllst du Wasser ein. Mit der Taschenlampe leuchtest du gegenüber vom Loch in die Flasche – sozusagen von hinten in den Wasserstrahl. Dort wo der Wasserstrahl auf den Boden trifft (idealerweise natürlich ins Spülbecken und nicht auf den Teppich) wirst du einen hell leuchtenden Punkt sehen.
Diesen Versuch hat John Tyndall ein irischer Physiker 1870 auch schon gemacht. Es gab aber zu seiner Zeit noch keine passenden Werkstoffe um die Erkenntnisse aus den Versuchen für technische Anwendungen zu nutzen.
So wie Tyndall wirst du dich sicher auch fragen, wie es kommt, dass das Licht im Wasserstrahl oder Lichtleiter gefangen bleibt und erst am Ende wieder austritt?

■ Baue das Modell Lichtspiel auf, wie in der Bauanleitung beschrieben.
Wichtig beim Aufbau ist:

- Verwende als „Lampe" die Rainbow LED. Nur sie erzeugt das verschiedenfarbige Licht. Du erkennst sie an der Beschriftung „RB" auf dem Sockel.
- Der Pluspol muss an der Seite mit der roten Markierung angeschlossen werden.
- Die Lichtleiter müssen direkt auf der LED aufliegen.

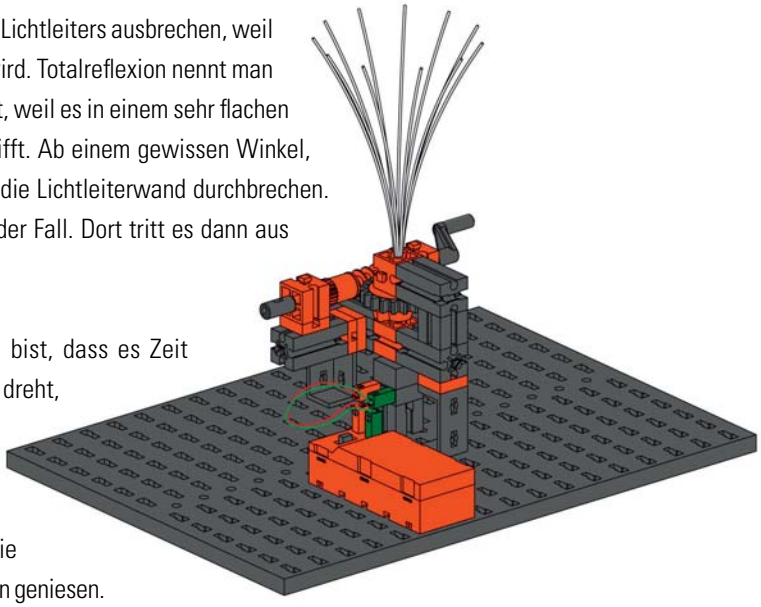
Aufgabe:
Schalte die LED-Lampe ein und beobachte wie das Licht seinen Weg durch den Lichtleiter nimmt. Fällt dir dabei etwas auf?



Lichtstrahl auf dem Weg durch einen gebogenen Lichtleiter

Wenn du von der Seite auf den Lichtleiter schaust, hast du das Gefühl, dass gar kein Licht drin ist. Erst am Ende, dem Ausgang, wird es sichtbar.
Das Licht kann nicht zur Wand des Lichtleiters ausbrechen, weil es dort immer wieder reflektiert wird. Totalreflexion nennt man das. Das Licht wird total reflektiert, weil es in einem sehr flachen Winkel auf die Lichtleiterwand trifft. Ab einem gewissen Winkel, dem Grenzwinkel, kann das Licht die Lichtleiterwand durchbrechen. Am Ende des Lichtleiters ist das der Fall. Dort tritt es dann aus und ist als heller Fleck sichtbar.

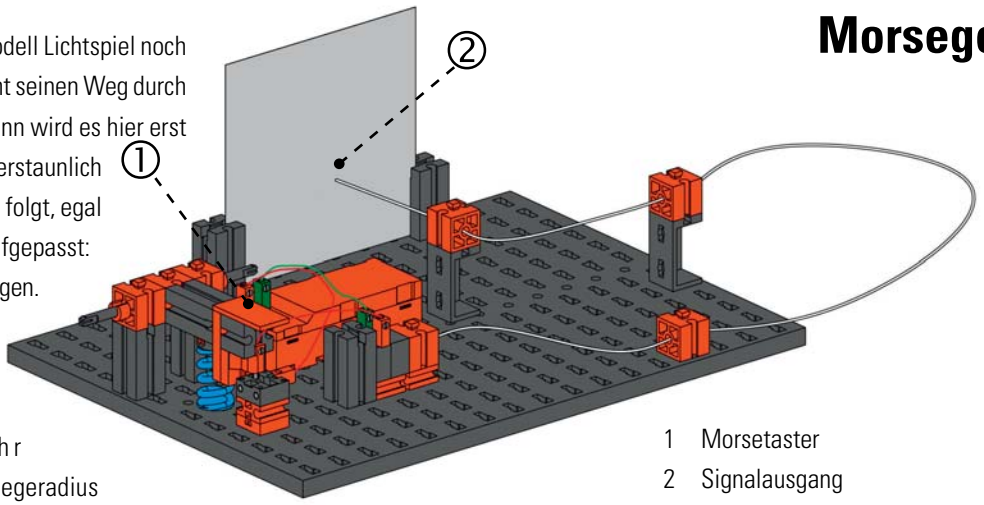
Lichtspiel mit Kurbel



■ Wenn du auch der Meinung bist, dass es Zeit dafür ist, dass sich endlich was dreht, dann baue das erweiterte Lichtspielmodell mit der Kurbel auf. Wenn du jetzt noch dein Zimmer abdunkelst, kannst du die wechselnden Farben in vollen Zügen geniesen.

Morsegerät

■ Wenn ich dir beim Modell Lichtspiel noch erklärt habe, wie das Licht seinen Weg durch den Lichtleiter nimmt, dann wird es hier erst so richtig deutlich. Es ist erstaunlich wie das Licht jeder Kurve folgt, egal wie du es biegst. Aber aufgepasst: Zu sehr darfst du nicht biegen.



1 Morsetaster
2 Signalausgang

1. Weil sich der Lichtleiter sonst bleibend verbiegt und nicht mehr zurückfedert (bei Biegeradius unter 2 cm).
2. Weil es sein kann, dass der Lichtleiter dann nicht mehr richtig funktioniert. Wird der Biegeradius nämlich zu klein, kann das Licht aus dem Lichtleiter ausbrechen. Siehe auch die Beschreibung zum Grenzwinkel im Kapitel Lichtspiel.

■ Bevor es das Telefon gab, wurden Nachrichten per Morsegerät weitergegeben. Es war einfach und zuverlässig. Für das kabelgebundene Morsen war nur ein Kabel nötig und zwei Signale: Kurz und lang. Das bedeutete den Buchstaben „a".
Man könnte sagen, die Morsetechnik ist so etwas wie die Großmutter des Internets. Damals gab es noch keine Glasfaserkabel, aber das Prinzip ist ganz ähnlich.
Das Internet arbeitet heute auch nur mit zwei Signalen. Statt Strich und Punkt werden 1- und 0-Signale verwendet. Statt dem Menschen am Morsegerät steht heute ein Computer bereit, der die Signale decodiert und die Nachricht verarbeitet, aber das natürlich viel schneller. Heute gibt es die Glasfaserkabel und die sind auch nötig, um die riesige Menge an Daten zu transportieren. Lichtwellenleiter umspannen heute unseren Planeten und bilden das Rückgrat der globalen Kommunikation und Informationsübertragung.
Auf einer einzelnen Glasfaser können zur Zeit 26 Terabit übertragen werden. Das entspricht dem Inhalt von 700 DVDs – und das pro Sekunde.

Ganz so schnell musst du bei deiner letzten Aufgabe nicht sein.

Aufgabe:
Übertrage auf deinem Morseapparat folgende Zeichenfolge: „ · · · – – – · · · ".
Welche Bedeutung hat diese Botschaft? (Lösung siehe unten)

Das Morsealphabet

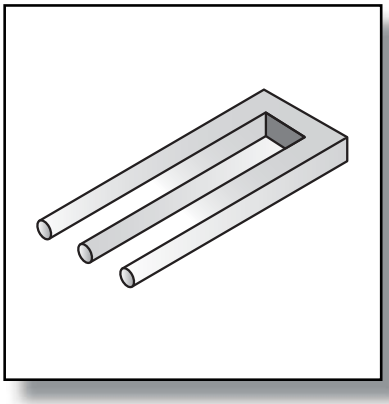
a · –	n – ·
b – · · ·	o – – –
c – · – ·	p · – – ·
d – · ·	q – – · –
e ·	r · – ·
f · · – ·	s · · ·
g – – ·	t –
h · · · ·	u · · –
i · ·	v · · · –
j · – – –	w · – –
k – · –	x – · · –
l · – · ·	y – · – –
m – –	z – – · ·
warten · – · · ·	
Beginn · – · – · –	
Ende · · · – · –	

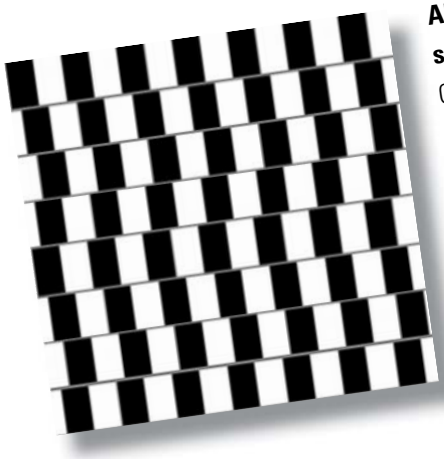
Lösung zur Aufgabe auf dieser Seite: Es ist der internationale Notruf SOS.

Optische Täuschung

„Ich sagte dir ja schon am Anfang des Begleithefts: „Du darfst deinen Augen nicht immer trauen".

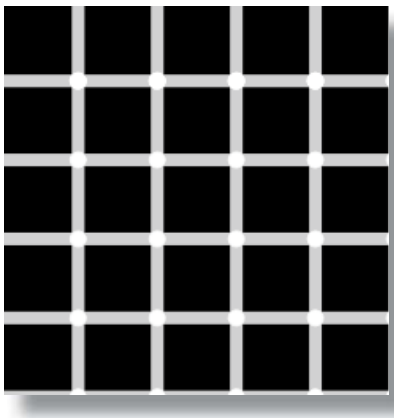
Da fehlt doch was!
Das Gehirn sucht ein dreidimensionales Objekt. Das Auge kann aber keines sehen.

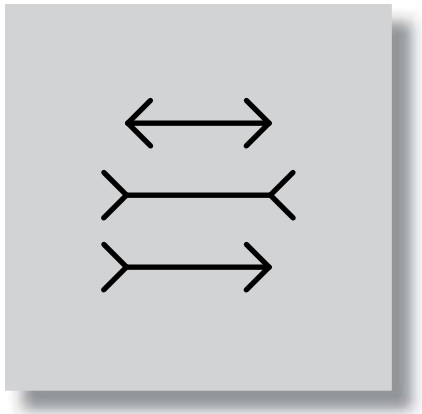




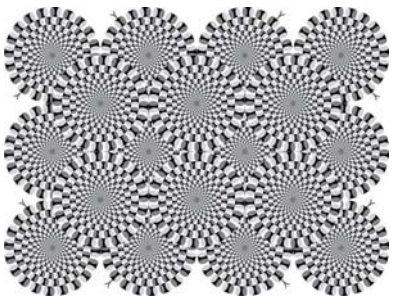
Alles krumm und schief!
Glaubst du. Dann lege mal ein Lineal an die waaagerechten Linien.

Zähle die schwarzen Punkte
Upps, da war doch gerade noch einer.





Welche Linie ist länger?
Tippst du auch auf die Mittlere? Dann miss mal nach.



Fantastische Kreise ...
findest du in der Bauanleitung in Farbe und groß abgebildet. Links siehst du schon mal die Vorschau in klein und schwarzweiß.
Lass' dich überraschen. So etwas hast du bestimmt noch nicht gesehen.

In der Bauanleitung findest du sogar ein Modell „optische Täuschung". Kleiner Tipp vorab: Langsam drehen!".