

Verein PHÄNOMENTA

LÜDENSCHIED

Handreichungen für Lehrkräfte an Grundschulen

»Der Koalapfad«

Veränderte und erweiterte Auflage 2018





Inhaltsverzeichnis

Vorwort	Seite 3
Archimedische Seifenblasen	Seite 4
Cartesischer Taucher	Seite 5
Flaschenzugsitze und Flaschenzug	Seite 7
Gefrorene Schatten	Seite 10
Hörrohr	Seite 12
Kurzschluss	Seite 14
Magnetische Felder	Seite 16
Spiegelzeichner	Seite 18
Tastpfad	Seite 21
Unendlicher Spiegel	Seite 24
Wärmewahrnehmung	Seite 26
Warm oder kalt	Seite 28



Vorwort

Spielend Physik lernen ...

Kinder lernen anders. Sie denken nicht in komplizierten Zusammenhängen, sondern gehen unbefangen und mit Neugier an jedes Phänomen heran. Dies genau ist das Prinzip, das dem „Koalapfad“ zugrunde liegt, den wir Ihnen auf den kommenden Seiten vorstellen möchten. Mit diesem Projekt wollen wir, die Phänomenta Lüdenscheid, Grundschüler der 3. und 4. Klasse an die Welt der Naturwissenschaften heranführen. Wir laden Sie, liebe Eltern und Lehrer, herzlich ein, dieses Abenteuer gemeinsam mit den Kindern zu erleben. Der „Koalapfad“ gibt Dritt- und Viert-Klässlern die Möglichkeit, physikalische, d.h. elektrische, mechanische, optische und akustische Phänomene auf eigene Faust zu erkunden.

Zahlreiche Experimente zum Anfassen und Ausprobieren appellieren an den Spieltrieb der jungen Besucher, wecken Forschergeist und Spaß an der Technik. Ein Koalabär weist den Weg zu insgesamt 13 Experimenten: Jede dieser Stationen kann problemlos von Grundschulern der 3. und 4. Klasse bedient werden. Auch die wissenschaftlichen Hintergründe dieser Experimente sind für die Kinder ohne weiteres verständlich. Sämtliche Phänomene, die hier erforscht werden, weisen zudem einen Bezug zum Alltag der Kinder auf. Die Stationen wurden überdies so ausgewählt, dass sie sich in den Lehrplan des Faches Sachkunde einfügen lassen und mit einfachen Mitteln nachgebaut werden können.

Nach den positiven Erfahrungen aus dem Kindergartenprojekt „Marienkäferpfad“ werden die begleitenden Grundschullehrerinnen und -Lehrer mit Workshops auf den Besuch vorbereitet. Diese dienen den Lehr-

kräften dazu, sich mit den Experimenten und ihren physikalischen Hintergründen vertraut zu machen. Auch die Nachbereitung im Unterricht sowie der Nachbau der Stationen werden im Workshop behandelt. Die Workshops werden je nach Bedarf organisiert. Die aktuellen Termine können Sie gerne jederzeit telefonisch bei uns erfragen (Telefon: 023 51 – 215 32).

Initiiert durch den Bürgermeister der Stadt Lüdenscheid, Dieter Dzewas, wird das Grundschulprojekt im Märkischen Kreis durch den Arbeitgeberverband der Metall- und Elektroindustrie Lüdenscheid sowie die Firmen ERCO, Poschmann und SEWAG finanziell unterstützt. Zudem wurde unser Kindergartenprojekt von der NRW-Landesinitiative „Zukunft durch Innovation“ für seine besondere Förderung des naturwissenschaftlichen Nachwuchses ausgezeichnet. Auch das damit verbundene Preisgeld hat uns geholfen, den „Koalapfad“ zu ermöglichen.

Zu jeder der ausgewählten Stationen haben Mitglieder des Vereins PHÄNOMENTA ehrenamtlich didaktische Materialien erstellt. Im Folgenden finden Sie – nach einer kurzen Beschreibung des Experimentaufbaus – eine Erläuterung des naturwissenschaftlichen Hintergrunds. Hierbei wurden solche Versuche, die sich aus Sicht der PHÄNOMENTA für die schulische Wissensvermittlung als besonders geeignet erweisen, ausführlicher behandelt. Eine Anleitung inklusive Skizzen veranschaulicht den leichten Nachbau der Experimente – ob in der Schule oder zu Hause.

Das Team der PHÄNOMENTA Lüdenscheid wünscht Ihnen viel Spaß!



Archimedische Seifenblasen

Tauche eines der Drahtmodelle in die Seifenlauge und ziehe es heraus!

WORUM GEHT ES?

An dieser Station findet der Besucher verschiedene Modelle geometrischer Drahtfiguren, z. B. eines Würfels, die er in Seifenlauge tauchen kann. Beim Herausnehmen kann er beobachten, wie sich die Seifenhaut im Drahtmodell verhält. Beim Würfel ist es erstaunlich anders als erwartet.

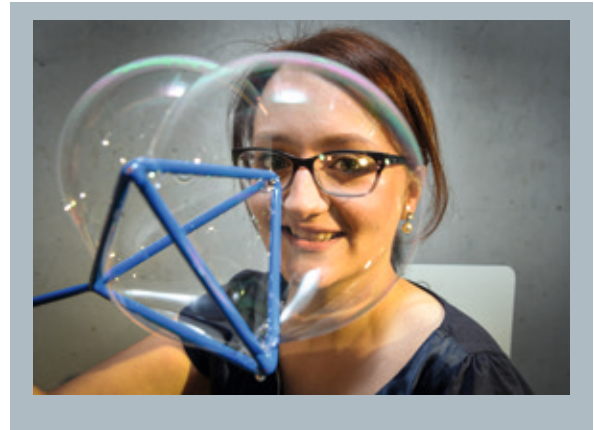
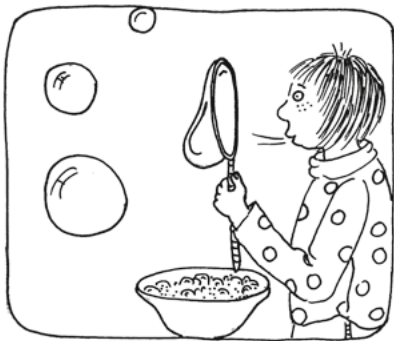
WESHALB IST DAS SO?

Eine Seifenblase ist nichts anderes als eine dünne Wasserschicht, an dessen Außen- und Innenseite jeweils ein Seifenfilm anliegt. Die wasserliebenden Anteile der Seife sind dem Wasser zugewandt, der Rest hängt in der Luft. Durch die Seife wird die Oberflächenspannung des Wassers verringert, sodass die Blasen ausreichend Stabilität erhalten. Die Seifenmoleküle wirken dabei wie elastische Gummibänder.

Taucht man z. B. das Drahtmodell eines Würfels in die Seifenlauge, so werden nicht, wie erwartet, jede der sechs Seitenflächen mit einer Seifenhaut überspannt. Stattdessen bildet sich in der

Mitte des Drahtwürfels ein kleiner Würfel aus Seifenhäuten, der wiederum durch Seifenhäute mit den Kanten des Drahtwürfels verbunden ist. Die Seifenhäute bilden sich stets so, dass ihre Oberfläche so klein

wie möglich, also eine Minimalfläche, ist. Dabei sind die Kräfte optimal verteilt, andernfalls blieben die Flächen in Bewegung und würden sich verformen.



ANREGUNG

Jedes Kindergartenkind hat schon mit „Pustefix“ gespielt und mit großer Begeisterung Seifenblasen erzeugt, bis die Flasche am Ende leer war. (Oder der restliche Inhalt – oh Schreck – vor lauter Faszination, die von den schillernden Blasen ausging, verschüttet wurde.)

Größere Blasen sind noch schöner und leicht mit einem größeren, selbst gebogenen Drahtrahmen zu erzeugen. Das „Pustefix“ aus eigener Produktion kommt auf einen flachen Teller oder eine Schale, in die der Drahtrahmen eingetaucht wird. Unser Rezeptvorschlag für eine eigene Produktion von „Pustefix“ erfordert etwas Geduld: Der Ansatz muss etwas länger reifen! 1/4 Flasche Fairy Original (125 ml), 10 Liter Wasser, 1 TL Glycerin (fettfrei). Diese Mengen sind entsprechend zu reduzieren, denn wer braucht schon – außer PHÄNOMENTA – so viel „Pustefix“.

MATERIAL:

Flacher Teller oder Schale, Draht, Pustefixzutaten (vgl. Rezept)



Cartesischer Taucher

Erhöhe mit dem Pedal den Druck im Zylinder und beobachte den Taucher!

WORUM GEHT ES?

Der Cartesische Taucher besteht aus einem großen transparenten Zylinder, der mit Flüssigkeit gefüllt ist. Im Inneren des Zylinders befindet sich üblicherweise eine Figur, die man als Taucher oder auch als Flaschenteufel bezeichnet.

Mit einer Fußpumpe kann der Besucher den Druck in der Flüssigkeitssäule vergrößern. Dann beobachtet er, dass der Taucher im Glaszylinder sinkt. Wird der Druck verringert, steigt der Taucher wieder auf. Mit etwas „Fußspitzengefühl“ kann man den Taucher auch in einer bestimmten Tiefe schweben lassen.



WESHALB IST DAS SO?

Der tauchende Flaschenteufel ist bei PHÄNOMENTA durch ein Reagenzglas (mit nach unten gerichtetem durchbohrtem Stopfen) ersetzt. Es ist teilweise mit Flüssigkeit gefüllt. Die Flüssigkeitsmenge ist so bemessen, dass das Reagenzglas oben schwimmt. Da sich die Flüssigkeit kaum komprimieren lässt, wird der Druck von der Fußpumpe über das Loch im Stopfen auf die Luft im Inneren des Reagenzglases übertragen. Die Luft wird zusammengedrückt, mehr Flüssigkeit dringt ein, sodass der Tauchkörper schwerer wird und sinkt.

Wird der Druck weggenommen, verdrängt die sich im Tauchkörper wieder ausdehnende Luft die eingedrungene Flüssigkeit. Die Flüssigkeit entweicht über das Loch im Korken, der Taucher wird leichter und steigt auf.

Wenn Auftriebskraft und Gewichtskraft gerade im (labilen) Gleichgewicht sind, schwebt der Taucher auf einer gewissen Höhe im Zylinder. Es erfordert ein bisschen Geschick, ist aber machbar.

ANREGUNG:

Das Spiel mit dem Flaschenteufel ist auch schon für sehr kleine Kinder faszinierend und Grundschulkinder bauen es gerne nach. Im einfachsten Fall reicht eine mit Wasser randvoll gefüllte Flasche, die mit einem Korken verschlossen werden kann. Der Korken muss sich leicht herunterdrücken und wieder hochziehen lassen. Als Taucher lässt sich ein Stück Orangenschale verwenden. Ohne Druck auf den Korken schwimmt sie auf dem Wasser, bei grö-

CARTESISCHER TAUCHER



Bei höherem Druck sinkt die Orangenschale ab. Lässt der Druck wieder nach, steigt sie langsam auf. Grund für dieses Verhalten ist die in den Poren der Schale eingeschlossene Luft, die wie beim Cartesischen Taucher zusammengedrückt wird und sich bei nachlassendem Druck wieder entspannen kann.

Nachteil bei diesem Aufbau ist, dass man den Einfluss des Drucks auf die Luft in Poren schlecht beobachten kann. Daher sollte man den Taucher besser aus einer leeren Tintenpatrone (oder einem leeren Backaroma-Fläschchen) herstellen. Sie wird teilweise mit Wasser gefüllt und mit einer Büroklammer beschwert, von der ein Drahtstück in die Öffnung der Patrone geklemmt wird. Die Patrone muss so aus-

gewogen sein, dass sie eben noch (mit der Öffnung nach unten) an der Wasseroberfläche schwimmt. Als Flasche eignet sich auch eine Flasche aus festem Kunststoff, wie sie etwa für Mineralwasser verwendet wird, das mit Kohlensäure versetzt ist. Ist sie wassergefüllt und fest zugeschraubt, kann man durch Druck auf die Wände den Taucher sinken lassen. Dies zeigt auch sehr schön, dass der Druck nicht von oben kommen muss, sondern sich in der Flüssigkeit von einer beliebigen Druckstelle aus gleichmäßig ausbreitet.

Im Internet findet man unter dem Stichwort „Kartesischer Angler“ eine Bastelanleitung für eine etwas aufwändigere Konstruktion mit zwei Tauchkörpern, ursprünglich veröffentlicht in der Zeitschrift GEOlino 11/04.



Flaschenzugsitze und Flaschenzug

VORBEMERKUNG: Hier werden zwei Stationen, die das gleiche physikalische Prinzip betreffen, zusammengefasst. Die Station „Flaschenzugsitze“ ist eine Außenstation auf der Dachterrasse, die nur bei gutem Wetter zu benutzen ist. Die Station „Flaschenzug“ hingegen befindet sich im Gebäude, ihre Benutzung ist wetterunabhängig möglich.

Flaschenzugsitze

Versuche dich selbst mit dem Seil nach oben zu ziehen! Worin liegt der Unterschied? Ist das bei jedem Stuhl gleich anstrengend?

HINWEIS: Keine Haftung bei der Benutzung als Klettergerüst oder im Stehen.

WORUM GEHT ES?

Je nachdem auf welchen der drei Stühle Du Dich setzt, ist es mal schwerer und mal leichter, Dich an dem Seil selbst in die Höhe zu ziehen.

Entscheidend bei diesem Experiment ist die Anzahl der tragenden Seilstücke, an denen Dein jeweiliger Stuhl befestigt ist. Beim Probieren der drei Varianten wirst Du zum Teil des Experiments. So kannst Du das Prinzip des Flaschenzuges ganz praktisch und handfest erspüren.

WESHALB IST DAS SO?

Ein Flaschenzug ist physikalisch gesehen eine einfache Maschine. Man kann mit ihm Kraft sparen, muss dann aber mehr an Weg in Kauf nehmen. Mit dem Begriff „Flasche“, der der Seilmaschine ihren Namen gibt, meint man in der Technik nicht nur ein Hohlgefäß zum Einfüllen von Flüssigkeiten, sondern auch eine Vorrichtung zum Aufhängen von Seilrollen. Man kann mit Flaschenzügen sehr schwere Lasten heben. Wie das geht, kann man an den Flaschenzugsitzen erleben.



© Guido Rath

Wichtig ist dabei die Anzahl der Seilstücke, die zwischen den Flaschen hin- und herlaufen.



Der Zusammenhang ist sehr einfach: Bei einem tragenden Seil bleibt die Kraft gleich, bei zwei Seilen halbiert sie sich, bei drei Seilen drittelt sie sich usw.

Wenn die Kraft gedrittelt wird, bedeutet dies jedoch auch, dass man drei Mal so viel Seil ziehen muss wie man an Höhe ge-

winnt. Allerdings bei einem Drittel der Kraft. Bei dem letzten Sitz laufen sechs Seile zwischen den Flaschen, also braucht man nur ein Sechstel der Kraft. Ein Kind, das 60 kg Masse hat, braucht nur mit der Kraft zu ziehen, die es braucht, um einen 10 kg schweren Eimer zu heben.

Flaschenzug

Zieh an einem der beiden Seilenden, um den Klotz zu bewegen!

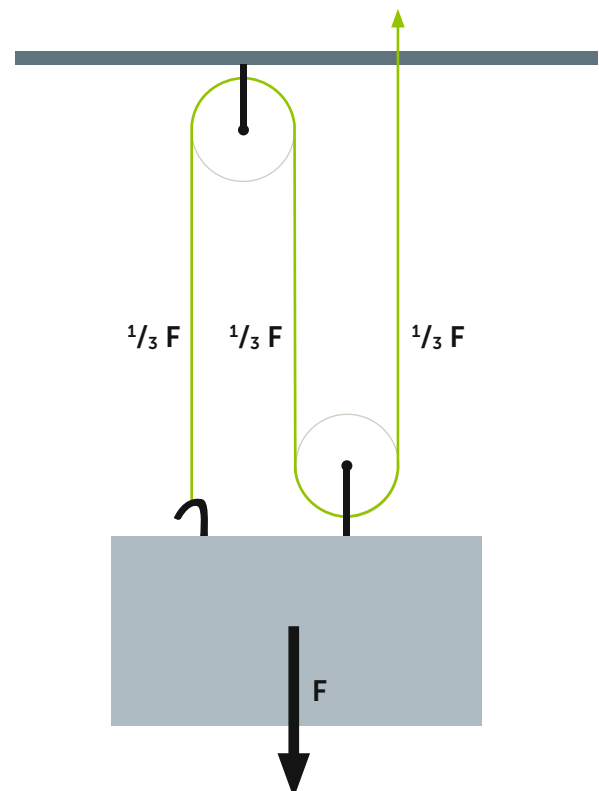
WORUM GEHT ES?

Beim Ziehen eines schweren Betonklotzes über eine Holzunterlage kann der Besucher erfahren, wie kräftesparend ein Flaschenzug im Vergleich zu direktem Krafteinsatz sein kann.

An den Schmalseiten des Betonklotzes sind Seile befestigt, mit denen der Klotz in die jeweilige Richtung gezogen werden kann. Doch seltsam: Während es auf der einen Seite recht einfach ist, muss man auf der anderen Seite all seine Kraft aufwenden, um den Klotz zu bewegen.

WESHALB IST DAS SO?

An dem Seil, das direkt mit dem Betonklotz verbunden ist, muss man seine ganze Kraft aufbringen, um ihn zu bewegen. Es fällt sehr schwer, den Klotz zu ziehen. Das andere Seil hingegen wird über einen sogenannten Flaschenzug umgelenkt. Dieser sorgt durch seine Rollen dafür, dass der Klotz gleich von mehreren parallelen Seilstücken gezogen wird. Jedes Seilstück übernimmt den gleichen Anteil an Kraft, die benötigt wird, um den Klotz zu bewegen. Der Besucher muss nur noch einen Bruchteil der Kraft aufbringen. Durch zwei Rollen



hat man bereits drei Seilstücke, die jeweils ein Drittel der Kraft aufnehmen. Weil der Benutzer aber tatsächlich nur am letzten Seilstück zieht, muss er auch nur ein Drittel der Kraft aufbringen. Je mehr Umlenkrollen man im Flaschenzug benutzt, desto länger

FLASCHENZUG

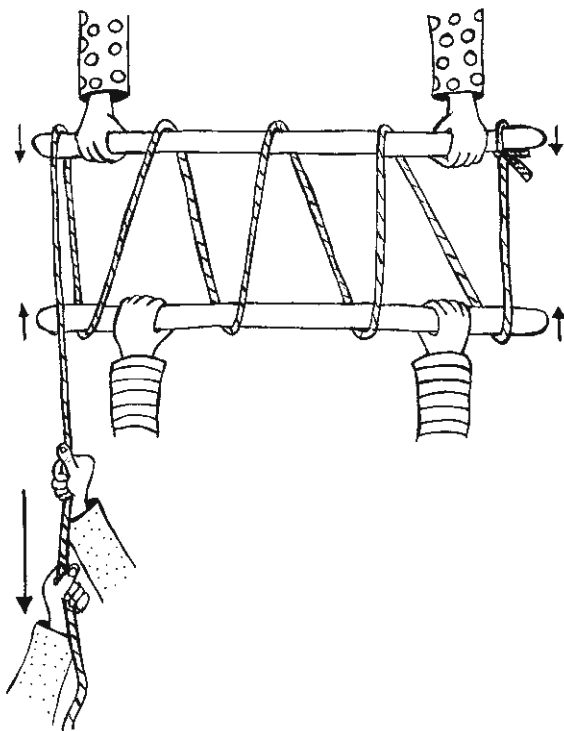


wird auch das Seil. Es muss folglich auch länger gezogen werden. Denn mit jedem neuen Seilstück kommt auch ein Stück Weg hinzu, das man ziehen muss.

ANREGUNG:

Der Flaschenzug als „Kraftsparmaschine“ findet heute u. a. noch Verwendung auf Segelschiffen. Ohne Flaschenzüge wäre die Schiffsbesatzung sonst nicht in der Lage, nur mit Muskelkraft Segel zu setzen oder den Baum zu halten.

Aber man muss sich nicht zu einem Hafen begeben, um Flaschenzüge zu sehen. Auch im Alltag arbeiten wir mit Flaschenzügen, ohne uns das klar zu machen, z. B. beim



Zubinden von Schnürschuhen. Die durch die Ösen gezogenen Schnürsenkel stellen einen Flaschenzug dar, wobei die Ösen die sonst üblichen Rollen ersetzen. Mit geringer Muskelkraft lassen sich so die beiden Schuhseiten zusammenziehen.

Dazu gibt es auch ein Modellexperiment mit zwei Besenstielen und einem Seil. Zwei Schüler halten zwei Besenstiele im Abstand von etwa 30 cm waagrecht nebeneinander. Am Ende eines Besenstiels wird ein Seil befestigt und dann in der Art der Schnürsenkel an den Schuhen um beide Besenstiele geschlungen. Zieht dann ein weiterer Schüler an dem freien Ende des Seils, gelingt es ihm, die beiden Besenstiele gegen den Widerstand der beiden anderen Schüler zusammenzuziehen.



Gefrorene Schatten

Lasse deinen Schatten einfrieren!

WORUM GEHT ES?

Unser Schatten ist uns aus unserem täglichen Leben wohlbekannt. Er ist ein absolut zuverlässiger Begleiter und macht jede unserer Bewegungen mit. An dieser Station aber könnt Ihr Euren Schatten überlisten und ihn einfrieren.

Ihr stellt Euch ganz nah vor die Wand und wartet, bis das Blitzlicht auslöst (Automatik oder Fußschalter.) Obwohl Ihr Euch bewegt, ist Euer Schatten auf der Wand fixiert. Hier wird das Prinzip der Phosphoreszenz angewendet: Die Bereiche der phosphoreszierenden Wand, die von Euch verdeckt und damit vom Blitzlicht nicht beleuchtet wurden, leuchten auch nicht nach. Sie erscheinen als Schatten, die sich nicht bewegen – eben als gefrorene Schatten.

WESHALB IST DAS SO?

Licht lässt sich nicht immer nur als Welle, sondern unter bestimmten Umständen auch als Strom von winzigen Teilchen (Photonen) beschreiben. Treffen die Lichtteilchen auf die Oberfläche nachleuchtender Materialien, stoßen sie mit den Molekülen in der Materialschicht zusammen und übertragen dabei ihre Energie an deren Elektronen. Dadurch geraten die Moleküle aus ihrem Grundzustand in einen energetisch angeregten Zustand.

Die kurzfristig gespeicherte Energie gibt das Molekül durch Übergang in den Grundzustand wieder ab. Bei nachleuchtenden Materialien geschieht dies aber erst nach einer gewissen Zeit, weil der angeregte Zustand metastabil ist und eine bestimmte





Lebensdauer besitzt. Liegt diese bei nicht nachleuchtenden Materialien im Bereich einer milliardstel Sekunde, beträgt sie in den nachleuchtenden Materialien mehrere tausendstel Sekunden bis hin zu einigen Sekunden. Das bedeutet, dass hier die Rückkehr in den Grundzustand entsprechend später stattfindet. Dabei wird Energie in Form eines Lichtblitzes freigesetzt.

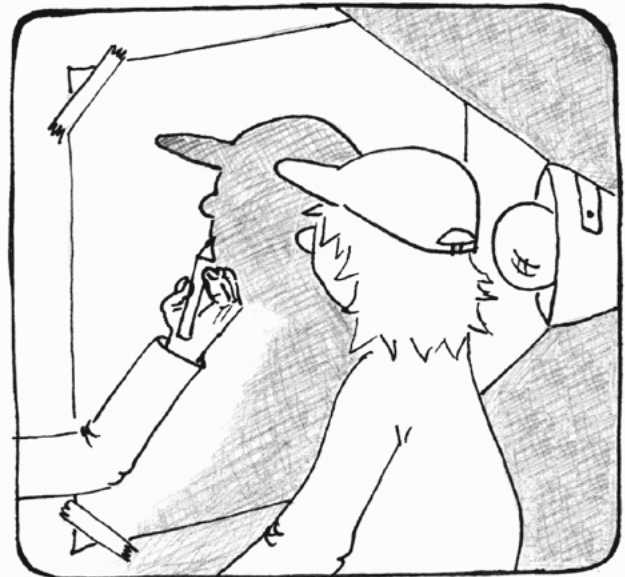
Das Material, auf das die winzigen Lichtteilchen gestoßen sind, leuchtet also auch dann noch, wenn das ursprünglich eingestrahlte Licht schon lange wieder erloschen ist. Man sagt, es leuchtet nach. Dieser Vorgang heißt Phosphoreszenz (weil er u. a. bei Phosphor beobachtet wird) und die nachleuchtenden Materialien entsprechend phosphoreszierende Materialien. Auch bei unserer Station Gefrorene Schatten wird das Prinzip der Phosphoreszenz benutzt: Die Bereiche der phosphoreszierenden Wand, die vom Menschen verdeckt und damit von der gegenüber angebrachten Lampe weniger beleuchtet werden, leuchten auch nicht nach. Im Vergleich mit den unverdeckten und damit stärker nachleuchtenden Regionen der Wand erscheinen solche Flächen als Schatten, die sich nicht bewegen.

TIPP: Drückt mal Eure Handfläche für einige Sekunden auf die Schattenwand. Ist sie etwa durchsichtig für das Blitzlicht?

ANREGUNG

Die Abbildung zeigt, wie man mit anderen Mitteln eingefrorene Schatten erzeugen kann.

Für scharfe Schattenränder braucht man eine möglichst punktförmige Lichtquelle (Spot). Das lässt sich ggf. auch mit Hilfe einer Lochschablone vor der Lichtquelle bewerkstelligen. Außerdem sollte der Abstand zwischen Kind und Zeichenfläche möglichst gering sein.



Der Abstand zwischen Lichtquelle und Kind sollte dagegen groß sein, wenn der Schatten nicht wesentlich über die wirkliche Kopfgröße hinaus vergrößert werden soll.

Mit Schattenbildern kann man auch ein Gesellschaftsspiel machen: Je zwei Kinder fertigen wechselseitig voneinander Schattenbilder an. Dann werden alle Bilder an die Wand geheftet. Gewinner ist, wer als erstes alle Gesichter erkannt hat. Die Schattenprojektion lässt sich auch zur Wandgestaltung einsetzen. Die Schattenbilder aller Kinder werden auf die Wand gezeichnet und mit Fingerfarben ausgemalt. Auch hinsichtlich Schattenspiel und Schattentheater sind der Fantasie in diesem Zusammenhang keine Grenzen gesetzt.

MATERIAL:

Spot, Pappe DIN-A 3, Stifte, Heftzwecken bzw. Klebeband

QUELLE:

Natur und Technik, Physik für Gymnasien, Klasse 6, NRW, Cornelsen, Berlin 1993.



Hörrohr

Sprich mit einem Partner am anderen Ende des Hörrohres!

WORUM GEHT ES?

Durch das Hörrohr kann man sich mit Freunden unterhalten, so wie einst Kapitän und Maschinist auf einem alten Dampfschiff. Erstaunlicherweise reicht es völlig aus, ruhig und leise zu sprechen. Der Freund versteht trotz der Rohrlänge von über 38 Metern und 15 Bögen jedes einzelne Wort.

WESHALB IST DAS SO?

Beim Sprechen sendet man Schallwellen aus. Spricht man direkt in das Rohr, so werden diese Laute an der glatten und festen Oberfläche des Rohres reflektiert. Das ist zu vergleichen mit der Reflexion von Licht an einem Spiegel. Auch hier gilt das Gesetz „Einfallswinkel ist gleich Ausfallswinkel“. Durch Reflexionen wird der Schall von einem Rohrende zum anderen geleitet. An den Bögen des Rohrs sind dazu mehrere Reflexionen nötig. So gelangen

die Worte ohne größere Energieverluste an das andere Ende des Rohrs, wo man sie gut verstehen kann.

ANREGUNG:

Mit einem nicht zu dünnen, harten Plastikschlauch lässt sich das Hörrohr in der PHÄNOMENTA nachahmen. Geeignet sind Gartenschläuche oder besser dickere Leerrohre aus dem Baumarkt. Damit sind auch einige Meter von einem Raum zum nächsten um die Ecke zu überbrücken.

Ein alternatives Experiment zur Schallübertragung benutzt das Dosentelefon, allerdings muss man wissen, dass die Qualität deutlich schlechter ist. Man verwendet zwei Konservendosen, die auf einer Seite offen und auf der anderen Seite geschlossen sein müssen. Wenn an der offenen Seite scharfe Kanten sind, müssen diese entgratet oder mit Kreppklebeband abgeklebt werden, so

dass man sich später nicht verletzen kann. Die Dosen werden so gedreht, dass die geschlossenen Seiten oben sind. Mit dem Milchdosenöffner wird in jeden Deckel mittig ein Loch gestochen. In jedes Loch wird nun ein Ende der Schnur (nicht zu lang) geschoben. Nach Umdrehen der Dosen wird die Schnur etwas heraus gezogen und im Inneren der Dose durch mehrfaches Verknoten gegen Herausziehen gesichert. Nun zieht man die Schnur wieder zurück nach außen und das Dosentelefon ist fertig.



HÖRROHR



Natürlich kann man die Dosen auch noch bunt bekleben.

Zum „Telefonieren“ braucht man zwei Personen. Jeder bekommt eine Dose. Man geht soweit auseinander, bis die Schnur stramm gespannt ist. Die Schnur darf nirgendwo anstoßen. Wenn die Schnur gespannt ist, kann man miteinander reden. Derjenige, der gerade spricht, redet in die Dose hinein. Derjenige der gerade hört, hält sich die Dose ans Ohr. Beim Dosen-telefon dienen die Dosen als Schalltrichter

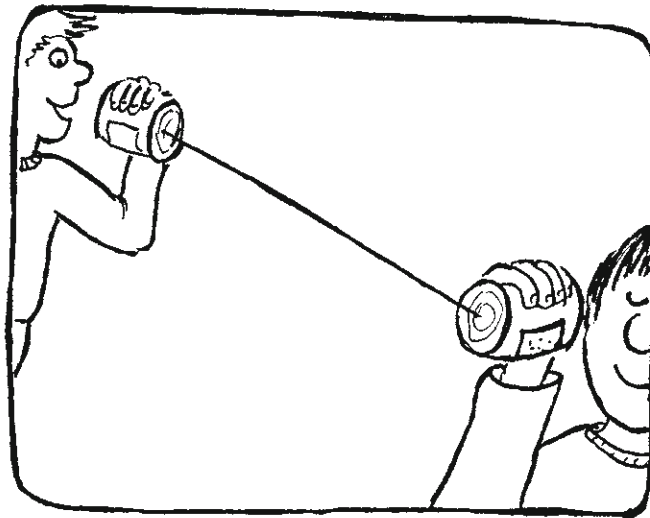
und die gespannte Schnur als Träger der Schallwelle.

MATERIAL:

Einige Meter Gartenschlauch oder Leerrohr

MATERIAL FÜR DAS DOSENTELEFON:

zwei leere Konservendosen (auch große Joghurtbecher sind möglich), Angel- oder Drachenschnur, Schere, Kreppklebeband, Milchdosenöffner, ggf. Kleber, Papier und Stifte.





Kurzschluss

Drücke auf den Knopf, um ein Stück Draht zu bekommen! Spanne ihn dann über die beiden Messingblöcke neben den Batterien!

WORUM GEHT ES?

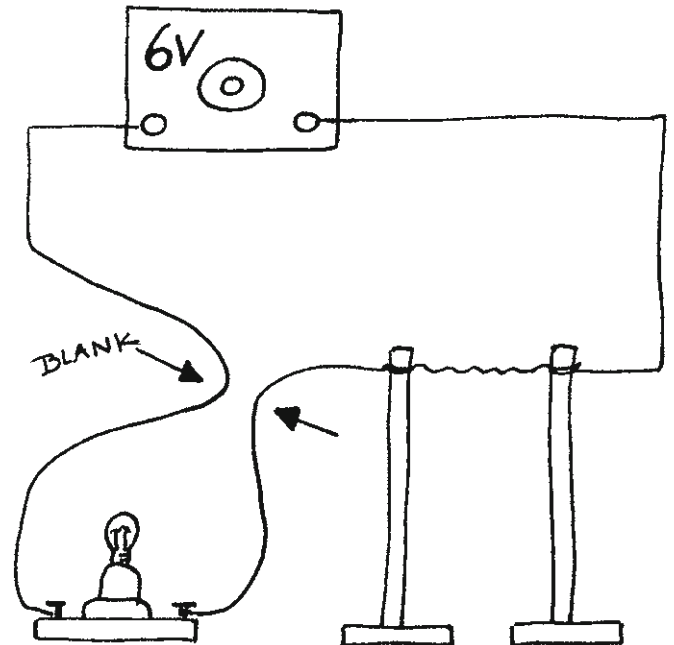
Ein Kurzschluss in den eigenen vier Wänden endet meist in Sekundenbruchteilen damit, dass die Sicherung den Stromfluss unterbricht. Was ohne eine solche Sicherung passiert, könnt Ihr an dieser PHÄNOMENTA-Station herausfinden: Ein 20 cm langes Stück Draht wird über zwei Messingblöcke gelegt, an denen Spannung anliegt. Dadurch fließt ein Strom ungehindert über den Draht von einem Pol zum anderen. Der Draht wird extrem heiß und beginnt zu glühen bis er schließlich durchschmilzt.

WESHALB IST DAS SO?

Normalerweise verbindet man die beiden Pole einer Batterie nicht direkt, sondern schaltet noch einen Verbraucher elektrischer Energie (z. B. eine Glühlampe) dazwischen. Er stellt dem elektrischen Strom einen Widerstand entgegen, vergleichbar mit einer Engstelle in einem Wasserschlauch. Das begrenzt die elektrische Stromstärke, sodass die Zuleitungsdrähte, die zusätzlich vergleichsweise dick ausgelegt sind, nicht heiß werden. Hat man aber, wie in diesem Exponat, zwischen den beiden Akkus keinen Verbraucher elektrischer Energie zwischengeschaltet, so fließt der Strom über den Draht ungehindert von einem Pol zum anderen. Der Draht wird extrem heiß und brennt durch.

ANREGUNG:

Das Kurzschlussexperiment kann man in der Schule nachstellen und dabei gleich-



zeitig die Funktionsweise einer Schmelzsicherung kennen lernen.

MATERIAL:

Netzgerät oder Batterie 6 V, Glühlämpchen 6 V mit Fassung, zwei Isolierständer, Experimentierkabel, Lamettafäden.

Der Aufbau wird aus der Abbildung deutlich, zwischen den beiden Isolierständern ist der Lamettafaden gespannt. Ohne Kurzschluss fließt der Strom vom elektrischen Widerstand der Glühlampe in seiner Stärke begrenzt durch Glühlampe und Lamettafaden. Das ist der Normalzustand. Indem man die Isolation der Drähte an zwei Stellen entfernt und die nun blanken Drähte zusammenhält, erzeugt man einen



Kurzschluss – wie in der Zeichnung angedeutet. Nun wird der Stromfluss durch den fehlenden Widerstand der Glühlampe so groß, dass der Sicherungsdraht (Lamettafaden) heiß wird und schmilzt. Dann ist der Stromkreis unterbrochen und größere Schäden werden vermieden.

Noch eine weitere Anregung soll hier weitergegeben werden. Schon seit Jahren gibt es bewährte Hefte zur Elektrizitätslehre, das Folgende ist für Schülerinnen und Schüler im 3./4. Schuljahr gedacht: Glühbert, Wolfram und Turbine entdecken die Geheimnisse der Elektrizität

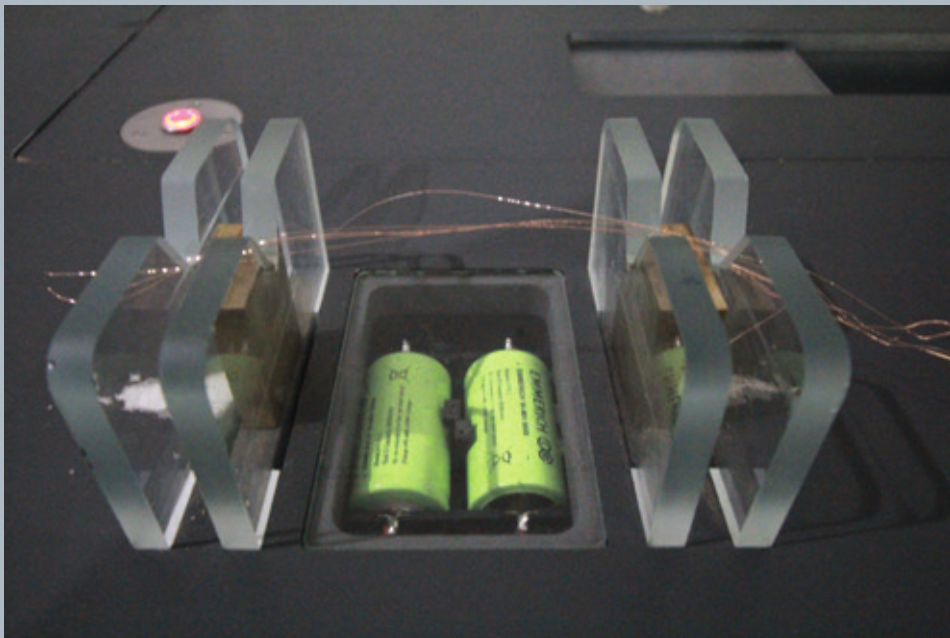
Dazu heißt es in einer Beschreibung: „Glühbert und Wolfram mit ihrer neuen Freundin Turbine brauchen die Hilfe der kleinen Leser, um ihr Spielhaus beleuchten zu können. Klar gegliederte Arbeitsaufträge wechseln in diesem Heft mit interaktiven Comicsequenzen. Zahlreiche Experimentieranleitungen, Abbildungen, Skizzen befähigen die Kinder, die für die Grundschule

vorgegebenen Lerninhalte zu erarbeiten. Der einfache Stromkreis, der Schalter, Reihen- und Parallelschaltung, Leiter und Nichtleiter, Wege des Stroms, Stromanwendung, sparsamer Einsatz von Energie und Gefahren im Umgang mit Strom werden im Heft erläutert.“

Man kann die Bezugsquelle der Hefte im Internet finden.

SICHERHEITSREGELN:

- Experimente nur mit Spannungen unter 24 V!
- Lehrereperimente nicht nachmachen!
- Keinesfalls mit Steckdosen experimentieren!
- Keine „Basteleien“ an elektrischen Anlagen!
- Abstand von Hochspannungsleitungen halten!
- Benutze keine elektrischen Geräte (z. B. Fön, Radio) in der Badewanne!
- Wechsle Lampen nur aus, wenn die Sicherung herausgeschraubt ist!





Magnetische Felder

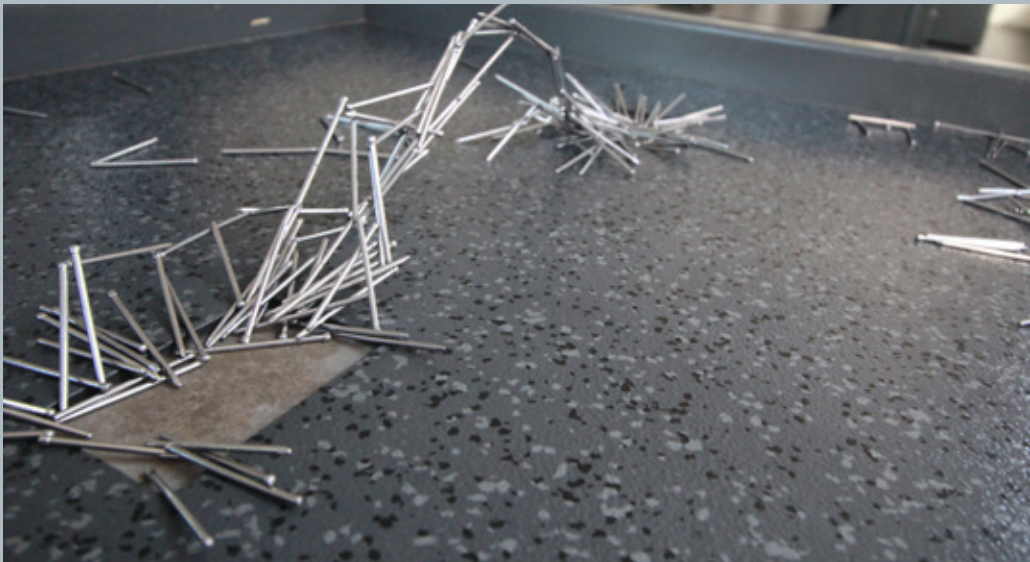
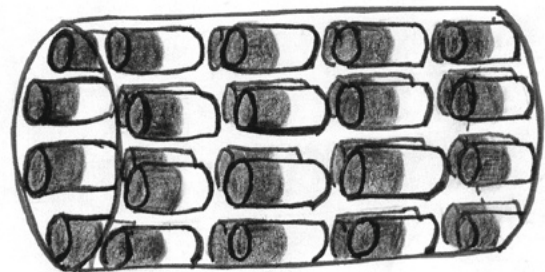
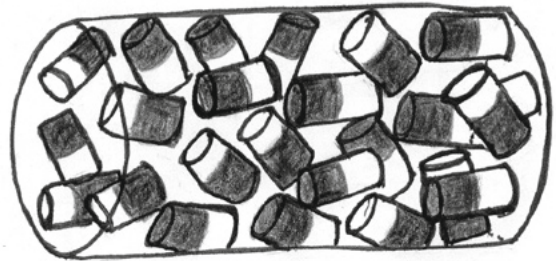
Zwischen den starken Magneten lassen sich Brücken schlagen. Probiere auch, in die Höhe zu bauen!

WORUM GEHT ES?

Jeder hat wahrscheinlich schon mal eine Brücke gesehen, die aus Holz und Nägeln gebaut ist. Man kann Brücken auch ganz ohne Nägel, nur aus Holz bauen, wie zum Beispiel die Leonardo-Brücke. Oder aber, wie an dieser Station, nur aus Nägeln. Für diese Bauart braucht man zwei starke Magnete, die hier in der Tischplatte eingelassen sind, sowie etwas Zeit und Geduld. Man muss dazu recht viele Nägel verwenden, damit ein stabiler Brückenbogen entsteht. Auch das Bauen von kleinen Türmen aus magnetisierten Eisennägeln kann mit etwas Geduld gelingen.

WESHALB IST DAS SO?

Magnete erzeugen in ihrer Umgebung ein magnetisches Feld. Bei zwei Magneten,





die sich in einem nicht zu großen Abstand mit Südpol und Nordpol gegenüberliegen, entsteht ein Feld, das sich – ähnlich wie eine Kuppel über einer Halle – von einem Magneten zum anderen wölbt. Um ein Magnetfeld zu veranschaulichen, benutzt man sogenannte Feldlinien. Diese zeigen an jedem Punkt in Richtung der Kraft, die das Magnetfeld auf magnetische Materialien ausübt. Dabei ist der Abstand zwischen benachbarten Feldlinien ein Maß für die Stärke des Feldes. Je geringer der Abstand, desto kräftiger ist das Magnetfeld. In unserem Experiment magnetisieren die beiden Magnete die Eisennägel, die damit zu kleinen Magneten mit Nordpol und Südpol werden. Diese ordnen sich entlang der Feldlinien an und hängen – seitlich und in der Länge magnetisch verbunden – aneinander. So kann eine Brücke von Magnet zu Magnet entstehen, die scheinbar ganz von alleine zusammenhält.

ANREGUNG:

Im Internet findet man im Angebot von learn-line.nrw eine für die Grundschule gedachte Magnetkartei, mit deren Hilfe eine Unterrichtsreihe zu den elementaren magnetischen Erscheinungen durchgeführt werden kann:

<http://www.learn-line.nrw.de/angebote/gssachunterricht/Magnetkartei.htm>

Wir haben diese Karteikarten für den Fall, dass sie eines Tages im Internet nicht mehr zur Verfügung stehen, nach einigen kleinen Modifikationen in einer pdf-Datei zusammengefasst, die man mit den Handreichungen von der PHÄNOMENTA-Homepage herunterladen kann.



Spiegelzeichner

Schaue in den Spiegel und zeichne den Stern nach! Versuche zwischen den vorgezeichneten Linien zu bleiben!

WORUM GEHT ES?

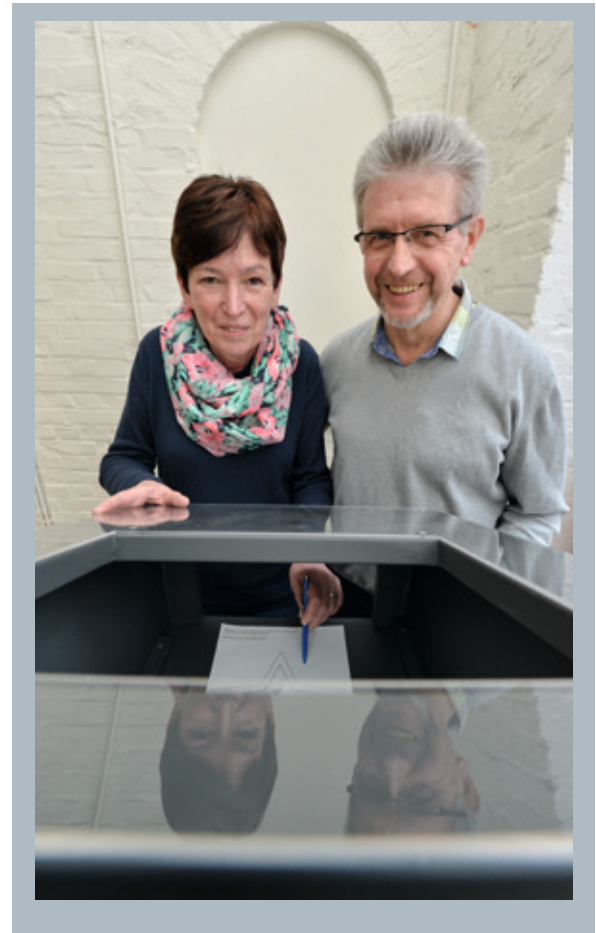
In einer nur oben und vorne geöffneten Box liegt ein Blatt Papier, auf dem ein fünfeckiger Stern abgebildet ist. Durch die vordere Öffnung kannst Du in diesen Spiegelzeichner hinein fassen, um mit dem Stift die Konturen des dort ausgelegten Sterns nachzuzeichnen. Die einzige Möglichkeit, Deine Handbewegungen zu kontrollieren, bietet ein schräg stehender Spiegel, der in die Box eingelassen ist.

Deine Aufgabe sieht eigentlich ganz einfach aus: Du sollst einen bereits vorgezeichneten Stern nachzeichnen, aber manche Besucher geraten mit dieser Aufgabe ganz schön ins Schleudern. Wie schaffst Du es?

WESHALB IST DAS SO?

Als Vorübung kann man eine Linie von links nach rechts zeichnen. Das ist insofern unproblematisch, als ein Spiegel rechts und links nicht vertauscht, wie fälschlicherweise häufig angenommen wird. Die Bewegungsrichtungen von Stift und Spiegelbild sind gleich.

Wenn es aber darum geht, eine Linie zu zeichnen, die von oben nach unten verläuft, wird es schon komplizierter. Denn in diesem Spiegelzeichner verlaufen die senkrechten Linien im Spiegelbild tatsächlich anders herum. Möchte man also eine Linie zeichnen, die auf dem gespiegelten Blatt von oben nach unten verläuft, muss man eine entgegengesetzte Handbewegung



durchführen. Das heißt, der Stift muss von unten nach oben geführt werden.

Beim vorgelegten Stern wird die Angelegenheit noch komplizierter. Wenn man z. B. die Linie des Sterns nachzeichnen will, die im Spiegelbild von links unten nach rechts oben verläuft, muss man den Stift von links oben nach rechts unten führen. Besonders schwierig wird es für die meis-

SPIEGELZEICHNER

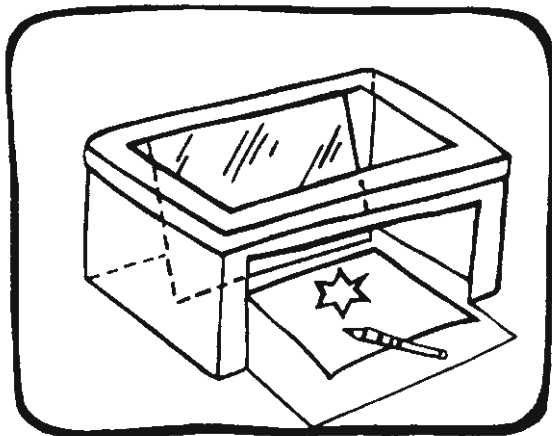


ten Besucher, an den Ecken die neuen Richtungen zu finden: Krakeleien, Wellenlinien oder kleine Kringel sind häufig das Ergebnis.

Die wahre Schwierigkeit liegt also in der Koordination von Auge und Hand. Sie verläuft entgegen der Gewohnheit, weil man Sehen und Handeln über den Spiegel abstimmen muss.

ANREGUNG:

Die Abbildung zeigt, wie man mit einfachen Mitteln einen Spiegelzeichner nachbauen kann: Ein Pappkarton oder ein größerer Schuhkarton erhält in Deckel und Vorderseite einen Ausschnitt. Dies gelingt gut mit einem Cutter auf fester Unterlage. Der vordere Ausschnitt muss bis zum Boden reichen, damit die Vorlage glatt eingelegt



werden kann. (Man könnte auch die Vorderwand nur oben und rechts sowie links einschneiden und den Ausschnitt nach vorne auf den Tisch klappen. Das erweitert die glatte Zeichenfläche etwas nach vorne.) Der Spiegel wird mithilfe von Klebeband hinten schräg im Kasten fixiert.

MATERIAL:

Pappkarton oder größerer Schuhkarton, Spiegel, Cutter, feste Unterlage, Klebeband, Vorlagen, Stifte.



WIR BAUEN EIN SPIEGEL-KOPIERGERÄT

Zielsetzung: Schülerinnen und Schüler verwenden eine Glasscheibe oder (sicherer!) eine CD-Hülle als halbdurchlässigen Spiegel und lernen dabei die Lage des Spiegelbildes kennen. Sie zeichnen das Spiegelbild hinter der Glasscheibe auf Papier nach. Fünf Schritte führen zum Ziel:

1. Sich einlassen

Einleitende Fragen knüpfen am Alltagswissen der Schülerinnen und Schüler an:

- Wo liegt ein Spiegelbild? Im Spiegel oder dahinter? Sieht ein Kind in einem Spiegel eher aus wie hinter einem Fenster oder wie auf einem Foto?
- Ein Spiegel „kopiert“ eine Zeichnung. Kann man diese Kopie als realen Gegenstand erhalten?

2. Erkunden

Die Arbeitsmaterialien werden verteilt und die Schülerinnen und Schüler können das nachfolgende Experiment alleine durchführen. (Die Lehrkraft hilft ggf. beim Versuchsaufbau.)



BENÖTIGTE MATERIALIEN:

Kleine Glasplatte (Rand ggf. mit Krepppapier sichern) oder CD-Hülle, Bildvorlage, ein Blatt Papier, Bleistifte, Lichtquelle.

Durchführung: Die Schülerinnen und Schüler stellen die geöffnete CD-Hülle oder die Glasplatte senkrecht auf den Tisch, eventuell mit zwei Klötzen oder mit einem Pappwinkel als Halterung. Sie legen auf eine Seite davon die hell beleuchtete Zeichnung als Vorlage und auf die andere Seite das leere Blatt Papier. Sie sehen durch die Glasplatte das Spiegelbild der Zeichnung scheinbar genau auf dem leeren Blatt.

3. Erklären

Das Spiegelbild scheint hinter dem Spiegel, also auf dem leeren Blatt zu liegen. Wenn ein Punkt der Vorlage weiter vom Spiegel entfernt liegt, dann liegt auch dessen Bildpunkt weiter vom Spiegel entfernt. Die ursprüngliche Zeichnung und ihr Bild sind gleich groß.

Genauer: Ein Bildpunkt erscheint gleich weit vom Spiegel entfernt wie der Ausgangspunkt; die Verbindungslinie zwischen beiden steht senkrecht auf der Spiegelfläche.

4. Erweitern

Die Schülerinnen und Schüler untersuchen, bei welcher Beleuchtung das Spiegelbild besonders deutlich zu sehen ist: Die Vorlage muss hell beleuchtet sein, das leere Zeichenblatt im dunkleren Bereich liegen.

Die Schülerinnen und Schüler brauchen etwas Hilfe beim optimalen Justieren der Einzelteile, damit das Spiegelbild genau auf dem Zeichenblatt zu liegen kommt. Vorlage und Zeichenpapier müssen gleich hoch, am besten in einer Ebene, liegen. Die Vorlage sollte möglichst nahe an den halbdurchlässigen Spiegel geschoben werden. Dieser muss genau senkrecht stehen, andernfalls scheint das Spiegelbild nicht waagrecht auf dem Papier zu liegen. Bereits eine Abweichung von 1 Grad lässt das Spiegelbild in 10 cm Entfernung um ca. 4 mm über oder unter dem Papier schweben. Linkshänder bauen evtl. seitenverkehrt auf.

5. Evaluieren

Schülerinnen und Schüler zeichnen das Bild mit ihrem selbstgebauten Kopiergerät ab.

QUELLE:

Science on stage Deutschland e.V. (Hrsg.): Teaching science in Europe, Berlin 2006. (Dort wird als Quelle www.turmdersinne.de angegeben)



Tastpfad

Nicht hinsehen, nur mit den Fingerspitzen tasten!
Was ist unter dem Tisch?

WORUM GEHT ES?

Testet Euren Tastsinn! Dazu müsst Ihr nur unter den Tisch greifen und versuchen, zu ertasten, was sich dort befindet. Aber nicht mogeln und nachgucken!

Die Gegenstände unter dem Tisch sind so ausgewählt, dass sie möglichst viele Gegensätze aufweisen. Sie unterscheiden sich durch Form (groß/klein, rund/eckig), Stabilität (weich/hart), Temperaturempfinden (warm/kalt), Oberflächenbeschaffenheit (rau/glatt, handschmeichelnd/kratzig) und vieles mehr. Trotzdem sind manche nur mit den Augen zu erkennen.

WESHALB IST DAS SO?

Menschen sind es gewohnt, alle ihre Sinne zur Wahrnehmung einzusetzen, um ein

Bild von ihrer Umwelt zu gewinnen. Ist, wie hier, der Sehsinn ausgeblendet, ist auch die Wahrnehmungsfähigkeit eingeschränkt. Das für die Augen Offensichtliche ist für den Tastsinn so ungewohnt, dass man es nicht eindeutig identifizieren kann. Hin und wieder ahnt man nur um welchen Gegenstand es sich handelt. Blinde Menschen sind hier eindeutig im Vorteil, weil sie ihren Tastsinn als Ersatz für das Sehen gut trainiert haben.

ANREGUNG:

Diese Station lässt sich leicht in der Schule nachbauen. Man verwendet z. B. einen ausrangierten Schultisch, unter dessen Platte man von einem geschickten Heimwerker oder dem handwerklich begabten





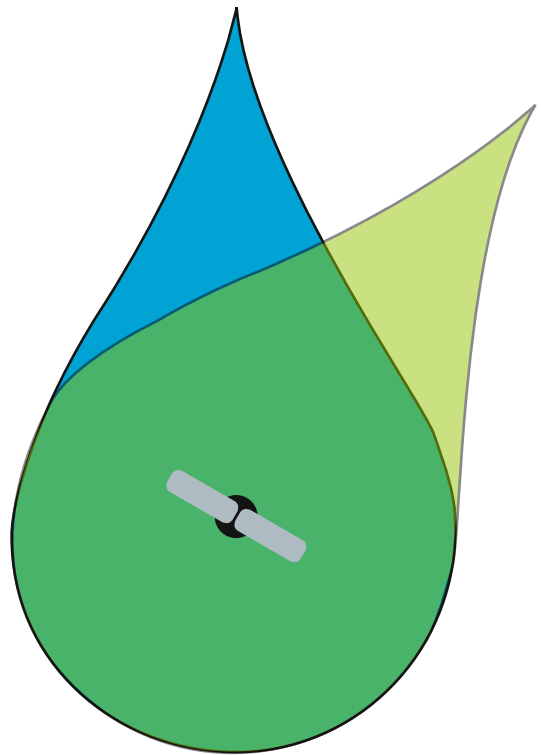
Hausmeister interessante Gegenstände des Alltags schrauben lässt. Der Auswahl sind wenig Grenzen gesetzt: z. B. eine Schuhbürste, ein altes Handy, ein Stück Seil, eine Steckdose, ein Fahrradpedal, eine Luftpumpe, einen Kunststoffflasche usw., allerdings sollte man splitterndes und scharfkantiges Material vermeiden. Auch die Befestigungsschrauben sollten versenkt sein, um Verletzungen vorzubeugen.

Für Schulfeste ist auch eine Aufbauvariante mit größeren Pappkartons geeignet. Diese erhalten in der Vorderwand eine Öffnung zum Eingreifen, die von innen mit einem Stoffrest in Art eines Vorhangs verhängt wird. Damit wird der direkte Einblick in den Karton verhindert. Als Fühl- und Füllmaterial sind hier auch kleine lose Gegenstände brauchbar: Perlen, Erbsen, Knöpfe, Büroklammern,...

Eine Ordnung unter thematischen Gesichtspunkten ist denkbar: nur Gegenstände zur Biologie (Rinde, Tannenzapfen, Eicheln, Nüsse, Bucheckern,...), nur Gegenstände aus dem technischen Bereich (Schrauben, Nägel, Muttern,...), nur Gegenstände aus dem textilen Bereich (Rohwolle, Samt, Kordsamt,...).

Als Kriterium zur Auswahl der Gegenstände kann auch ein möglichst großer Gegensatz gewählt werden: groß – klein, hart – weich, rund – eckig, warm – kalt, rau – glatt, feucht – trocken, ...

Als weitere Anregung sei noch erwähnt, dass sich auch ein Tastpfad für die Füße gestalten lässt. Die Kinder werden mit verbundenen Augen barfuß über einen Parcours aus flachen Kästen geführt, in denen sich verschiedene Materialien befinden: Kieselsteine, Sand, Stroh, Backsteine, Sisalmatten, Korkplatten u. ä.



Bei all diesen Nachbaumöglichkeiten sollten die Schüler versuchen, ihre Tastempfindungen mit Worten zu beschreiben. Diese Worte können an der Tafel gesammelt und dann den Kategorien Form und Größe, Gewicht, Oberfläche, Festigkeit und Temperatur zugeordnet werden.

Möchte man den Tastsinn noch etwas umfangreicher im Unterricht behandeln, bietet sich ein Vergleich der Empfindlichkeit verschiedener Körperpartien an. Zunächst bastelt man aus zwei tropfenförmig ausgeschnittenen harten Papp- oder Kunststoffteilen und einer Musterbeutelklammer einen Tastzirkel. Mit zunächst kleinem Abstand zwischen den Spitzen drückt ein Schüler den Zirkel (mit beiden Spitzen gleichzeitig!) leicht auf die Haut des Mitschülers, der zunächst nur einen einzelnen Ort der Reizung wahrnehmen wird. Erst wenn der Abstand zwischen den Zirkelspitzen vergrößert wird, kann der

TASTPFAD



Mitschüler die beiden Reize unterscheiden und nimmt sie an zwei Stellen wahr. Durch Probieren kann man den kleinsten Abstand herausfinden, bei dem dies gerade der Fall ist und hat so die Unterscheidungsschwelle bestimmt. Sie beträgt beispielsweise auf den Fingerspitzen 1 bis 2 mm, auf der Innenfläche der Hand hingegen schon 10 mm. Auf diese Weise können die Schüler in Gruppenarbeit Unterscheidungsschwellen für Unterlippe, Stirn, Fingerspitze, Handinnenfläche, Handrücken, Schulter, Rücken und Wade bestimmen.

Die jeweilige Hautstelle muss dafür freigelegt werden, dies sollte jedoch ohne vollständiges Entkleiden möglich sein. Es kann hilfreich sein, wenn der Mitschüler beim Messen wegschaut oder die Augen verbunden bekommt. Die Ergebnisse können anschließend auf einer OHP-Folie festgehalten und von den Gruppen präsentiert werden.



Unendlicher Spiegel

Schaue in die Unendlichkeit! Wie oft kannst Du Dich sehen?

WORUM GEHT ES?

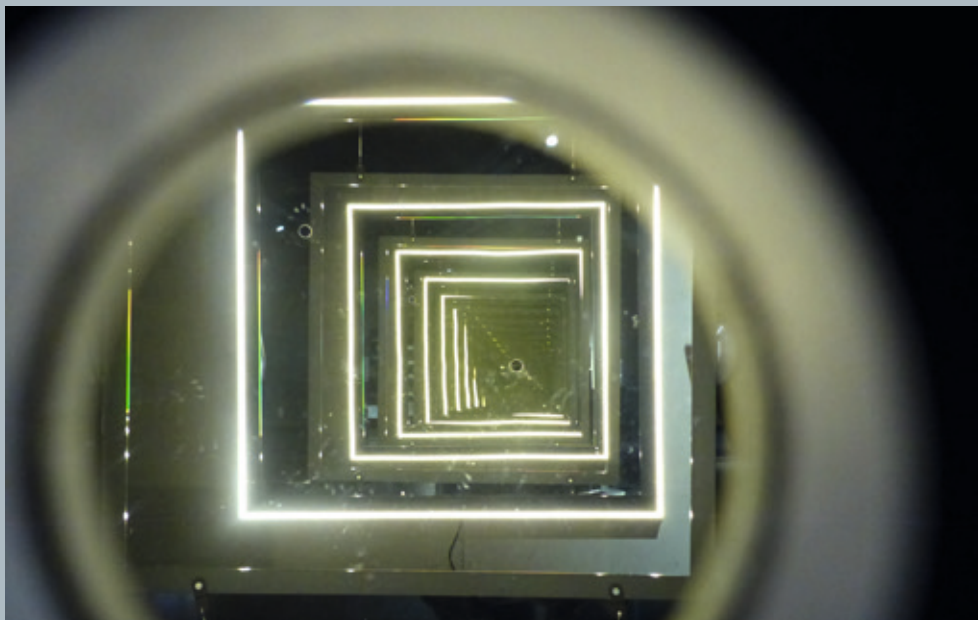
Der Besucher guckt durch ein Schauloch in einer beweglichen Fläche, die auf der Rückseite verspiegelt ist. (Es gibt zwei Schaulöcher auf verschiedenen Höhen, so dass sowohl Kinder als auch Erwachsene ohne zusätzliche Hilfsmittel durchschauen können.) Ein zweiter Spiegel steht parallel dazu und spiegelt die Fläche mit den Löchern. Der Besucher kann auch zwischen den Spiegeln stehen, dann sieht er sich selber unendlich oft und glaubt sich in einem unendlich tiefen Raum zu befinden, deckt allerdings immer einen Teil des Gesamtbildes durch seinen Körper ab.

Zusätzlich kann der äußere Spiegel leicht bewegt werden, dann beginnt das gesamte Bild zu schwanken.

WESHALB IST DAS SO?

Im Prinzip handelt es sich um zwei hohe Spiegel, die parallel zueinander aufgestellt sind. Tritt eine Person zwischen diese beiden Spiegel, wird ihr Spiegelbild unendlich oft hin und her reflektiert. Dabei entsteht zunächst das Bild des Spiegelbildes, dann das Bild vom Bild des Spiegelbildes, das Bild vom Bild vom Bild des Spiegelbildes. Irgendwann kann man gar nicht mehr sagen, wie viele Bilder entstehen, der Raum wirkt unendlich tief.

Dass die Personen in der Tiefe des Raums immer kleiner werden, liegt daran, dass Spiegelbilder durch die Reflexion von Licht entstehen. Weil dieses Licht, das zwischen den beiden Spiegeln hin und her reflektiert wird, einen immer weiteren Weg zurück-



UNENDLICHER SPIEGEL

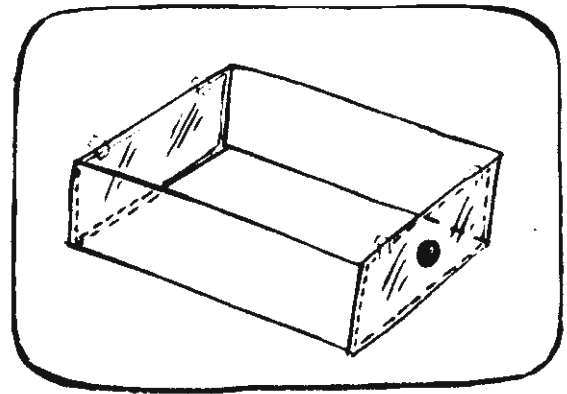
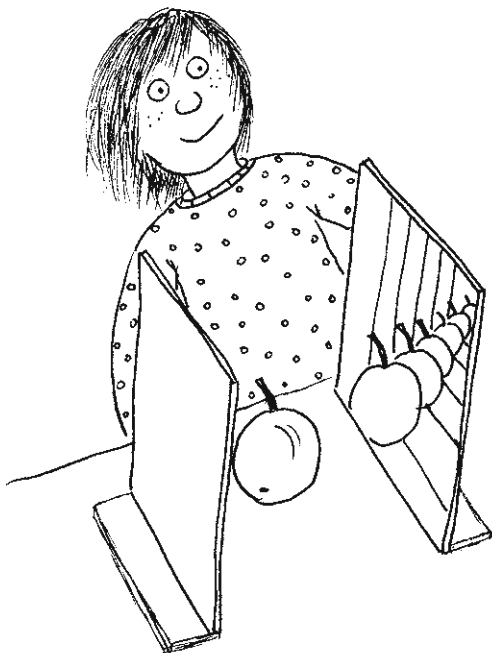


legen muss, werden die Bilder von Spiegelung zu Spiegelung kleiner. Hinzu kommt, dass bei einer Reflexion das Licht die Glasschicht eines Spiegels zweimal durchlaufen muss, was zu einem Verlust der Lichtstärke führt. Deshalb werden die Spiegelbilder mit jeder Reflexion auch dunkler. Dieser Effekt verstärkt die Wirkung des unendlich tiefen Raums umso mehr.

Schaut man durch eines der Schaulöcher in den unendlichen Raum, steht man sich nicht selbst im Weg. Der Blick in die Unendlichkeit ist unverstellt.

ANREGUNG:

Die Station „Unendlicher Spiegel“ lässt sich mit zwei Garderobenspiegeln oder Spiegelkacheln, die man an zwei gegenüberliegenden Wänden befestigt, leicht nachstellen. Die Bilder werden dabei vermutlich zunehmend grünlich eingefärbt erscheinen, weil die Qualität des üblichen Spiegelglases etwas geringer ist als bei der PHÄNOMENTA-Station, bei der ein spezielles Glas verwendet wird. Trotzdem ist die „Unendlichkeit“ eindrucksvoll. Auch mit dreiteiligen Spiegelschränken, deren äußere Spiegel sich gegenüberstellen lassen, kann man den Effekt erzeugen.



Die Abbildung zeigt, wie man die „Unendlichen Spiegel“ mit einfachen Mitteln im Kleinen nachbauen kann: In einen Pappkarton oder einen größeren Schuhkarton ohne Deckel werden auf gegenüberliegenden Seiten mit Klebeband zwei Spiegel befestigt und möglichst parallel ausgerichtet (andernfalls wird der Raum gekrümmt).

Zwischen die Spiegel bringt man z. B. Püppchen. Mit flachem Blick über einen der Spiegel auf den anderen erhält man gewünschten Raumeindruck und die wunderbare Vermehrung der Püppchen. Der Effekt wird besser, wenn man durch ein Loch in der Mitte eines Spiegels auf die Szenerie schaut. Bei einem Metallspiegel lässt sich das Loch bohren, bei einer Spiegelkachel kann man die rückwärtige Schicht vorsichtig vom Glas kratzen. Auch der Karton braucht natürlich ein passendes Loch.

MATERIAL:

Pappkarton oder größerer Schuhkarton, zwei Spiegel, davon ggf. einer mit Loch/ Durchblick in der Mitte, Klebeband, Püppchen o. ä.



Wärmewahrnehmung

Lege beide Hände zuerst auf die vorderen Platten, danach auf die hintere Platte! Was empfindest du?

WORUM GEHT ES?

Wer im Schwimmbad kalt duscht bevor er ins Wasser springt, friert nicht so schnell. Wer aber nach einer heißen Dusche baden geht, findet es scheußlich kalt. Wie kommt das?

Um diesem Phänomen nachzugehen legt Ihr bei dieser Station Eure Hände eine Zeit lang auf die zwei verschieden warmen vorderen Metallplatten. Wie fühlt sich danach die dritte Platte an?

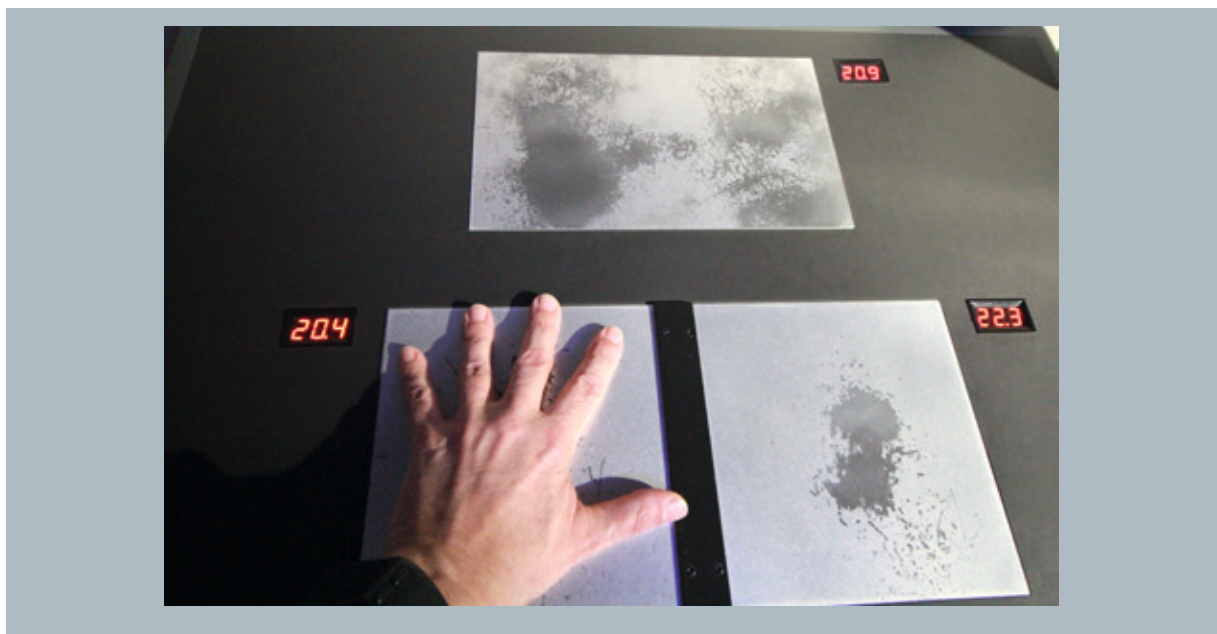
WESHALB IST DAS SO?

Die einheitlich warme hintere Platte fühlt sich mit den beiden Händen verschieden warm an.

Der Mensch hat nämlich kein absolutes Wärmeempfinden, d. h. er kann Tempera-

turen nicht auf eine Gradzahl genau bestimmen, sondern lediglich Unterschiede feststellen. Diese gefühlten Unterschiede fallen stärker bzw. schwächer aus, je größer bzw. kleiner der Unterschied tatsächlich ist. Legt man die Hände also nun auf die zwei unterschiedlich warmen Platten der Station, kühlen sie entweder aus oder erwärmen sich: Sie nehmen unterschiedliche Temperaturen an. Berührt man dann mit beiden Händen die dritte Platte, fühlt man auch hier unterschiedliche Temperaturen, obwohl es nur eine Platte mit einer Temperatur ist. Die Hände behalten für eine kurze Zeit ihre jeweilige Ausgangstemperatur und nehmen deshalb die neue Temperatur zunächst unterschiedlich wahr.

Das Phänomen trägt den Namen Adaptation und beschränkt sich nicht auf die





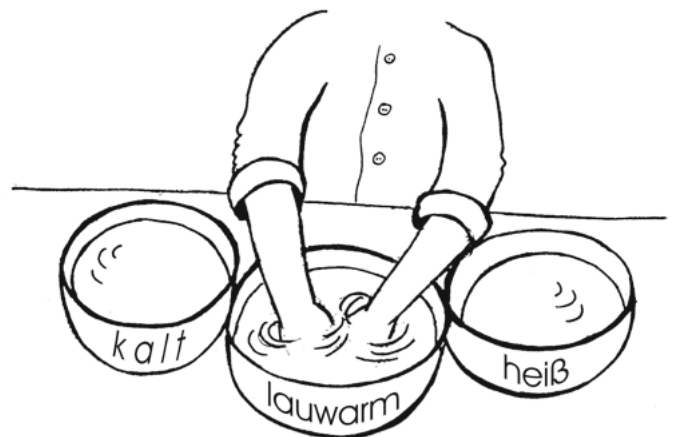
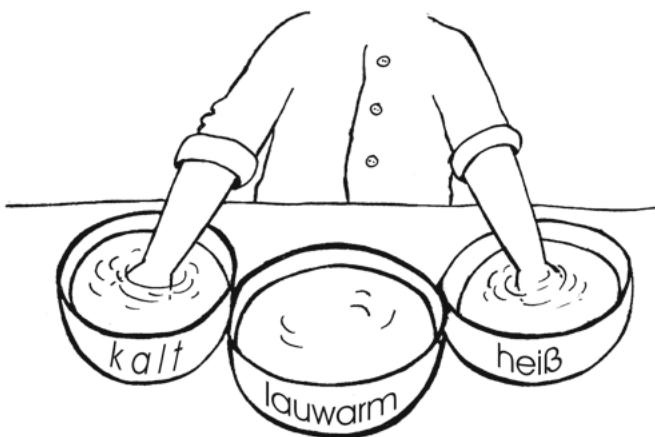
Temperaturwahrnehmung. Wer aus dem Tageslicht in einen abgedunkelten Raum tritt, sieht zunächst nichts, bis sich er sich an die Dunkelheit angepasst hat: Nach und nach werden immer mehr Details sichtbar. Umgekehrt blendet das Sonnenlicht stark, wenn man aus einem abgedunkelten Raum nach draußen tritt. Die Adaptation verläuft in dieser Richtung allerdings wesentlich schneller. Ein weiteres Beispiel für Adaptation kennt man aus dem Klassenraum: Wird dieser nach der Schulstunde nicht gelüftet, kehrt man nach der Pause in einen „Mief“ zurück, den man während des Unterrichts nicht wahrgenommen hat.

ANREGUNG:

Die Phänomenta-Station kann man mit Schüsseln unterschiedlich warmen Wassers nachbauen. In eine Schüssel wird kaltes Wasser – im Sommer mit Eiswürfeln – gegeben, in die zweite Schüssel Wasser bei „Geschirrspültemperatur“, die „Referenzschüssel“ ist mit lauwarmem Wasser gefüllt. Zunächst wird je eine Hand in kaltes und heißes Wasser getaucht und eine Weile darin belassen. Dann taucht man beide

Hände in die Referenzschüssel. In Versuchen zur Hell- bzw. Dunkeladaptation sollten die Schüler beschreiben, welche Details sie nach und nach im abgedunkelten Raum erkennen können. Dabei sollte die Zeit bis zur scheinbar vollständigen Anpassung gemessen werden, das dürfte einige Minuten dauern. Auch der Zeitrahmen der Helladaptation sollte bestimmt werden, er beträgt nur wenige Sekunden.

Weitere Adaptationsvorgänge, die mit den Schülern untersucht bzw. besprochen werden können, sind die erwähnte Adaptation des Geruchssinns und auch die des Hörsinns: Wenn alle Schüler durcheinander rufen, ist die leise Stimme eines einzelnen nicht zu hören. Wenig bewusst ist man sich der Adaptation des Tastsinns – ohne sie würden wir unsere Kleidung ständig am Körper reibend wahrnehmen. Allein das Ansprechen dieses Phänomens führt dazu, dass die Schüler wieder darauf aufmerksam werden und beginnen, an ihrer Kleidung zu zupfen, mit den Schultern zu rollen und die Füße in den Schuhen zu bewegen.





Warm oder kalt

Welche Platte fühlt sich besonders kalt an, welche besonders warm?

WORUM GEHT ES?

Dass sich Tafeln aus verschiedenen Materialien beim Berühren verschieden warm oder kalt anfühlen, ist für den Benutzer zunächst wenig erstaunlich. Erst wenn er registriert, dass die Thermometer an den verschiedenen Tafeln alle die gleiche Temperatur anzeigen, ist er erstaunt. Wie kommt es zu diesem Widerspruch?

WESHALB IST DAS SO?

Das Geheimnis dieser Wahrnehmungstäuschung liegt in den Materialien, aus denen die Tafeln gefertigt sind. Sie bestehen aus Kupfer, Holz, Schiefer, Kork, Acrylglas, Hartfaser, Marmor und Neopren. Diese verschiedenen Materialien besitzen alle eine unterschiedliche Wärmeleitfähigkeit, d. h. die von der Hand abgegebene Wärme wird innerhalb der Stoffe unterschiedlich gut weitergeleitet. Legt man die Hände auf zwei verschiedene Platten, so gibt man über die Haut Wärme an die Tafeln ab. Je nachdem aus welchem Material die Platten gefertigt sind, wird die Wärme besser oder

schlechter in das Innere der Tafel weitergeleitet. Folglich wird unserer Hand mehr oder weniger Wärme entzogen. So entsteht der Eindruck, dass eine Platte kälter als die andere ist, nur weil sie unserer Hand schneller die Wärme entzieht.

ANREGUNG:

Die Station kann leicht in der Schule nachgebaut werden, und weil dabei nicht so stark auf Verschleiß geachtet werden muss wie bei Phänomenta, können auch noch andere Materialien verwendet werden: Teppichreste, Wellpappe, Textilien usw. Glasscheiben bzw. Spiegel sollten vollflächig auf Holzplatten verklebt und mit einer durchsichtigen Klebefolie überzogen werden, so lässt sich das Verletzungsrisiko bei Glasbruch vermeiden. In der Schule können aber auch Gegenstände wie Kieselsteine, Schraubenmuttern, Weinkorken oder Verpackungschips verwendet werden. Diese Materialien können auch gleichzeitig für den Nachbau des Tastpfads verwendet werden.





Um die Wärmeleitfähigkeit verschiedener Materialien zu untersuchen, sollten die Schüler Löffel aus verschiedenen Materialien in einen Becher mit sehr heißem Wasser halten und vergleichen, wie schnell die Hitze durch das Material an die Haut gelangt. Geeignet sind beispielsweise Silber-, Edelstahl-, Kunststoff- und Holzlöffel. Auch andere Gegenstände aus verschiedenen Materialien wie Glasstäbe, dicker Kupferdraht, große Eisennägel usw. kommen in Frage, allerdings sollte die Materialstärke möglichst ähnlich sein. Die Materialien sollten dann nach ihrer Wärmeleitfähigkeit geordnet werden.

Die Kältesensoren der Haut können mit einem anderen Experiment gesucht werden: Ein sehr großer Eisennagel wird in kaltes Wasser gestellt, dann von einem Schüler kurz abgetrocknet und mit der Spitze vorsichtig auf den Handrücken eines Mitschülers gehalten. Die Schüler werden feststellen, dass es Punkte auf der Haut gibt, an denen nur die Berührung des Eisennagels wahrgenommen wird, nicht jedoch dessen Kälte. An anderen Punkten wird auch die Kälte wahrgenommen, hier liegt also ein Kältesensor. Die Stelle kann z. B. mit einem Karnevals-Schminkstift markiert werden. Durch Probieren kann man auf dem Handrücken eine „Landkarte“ der Kältepunkte aufzeichnen, die anschließend der Klasse präsentiert werden kann. Es ist auch

möglich, die „Landkarte“ auf eine OHP-Folie zu übertragen, dazu vorher einen Handumriss vorzeichnen. Wenn die technische Ausstattung vorhanden ist, kann die Hand mit den aufgemalten Kältepunkten auch mit einer Digitalkamera abfotografiert und dann präsentiert werden

ALLTAGSBEZUG:

Bei der Dämmung von Häusern macht man sich die schlechte Wärmeleitfähigkeit von Holz oder Luft zu Nutze. So werden in die Mauern von Häusern Stoffe wie Glaswolle, Styropor oder Schaumstoff eingearbeitet. Weil in ihnen viel Luft enthalten ist, leiten sie die Wärme schlecht nach außen und isolieren gut. Auch die sogenannten Thermopenster bestehen aus zwei Scheiben, zwischen denen eine Schicht Luft oder noch besser Argon zur Isolierung eingearbeitet ist.

Umgekehrt nutzt man die gute Leitfähigkeit von Metallen z. B. beim Kochen. Hier ist es wünschenswert, wenn die Wärme von der Kochplatte möglichst schnell durch den Topf- oder Pfannenboden an das Kochgut gelangt.

In Wohnungen, die sich in kalten Gebieten befinden, wird gerne Holz verbaut, in südlichen öfter Steingut und Fliesen. Dies hat den Grund darin, dass sich bei gleicher Temperatur Holz wärmer anfühlt als Stein.