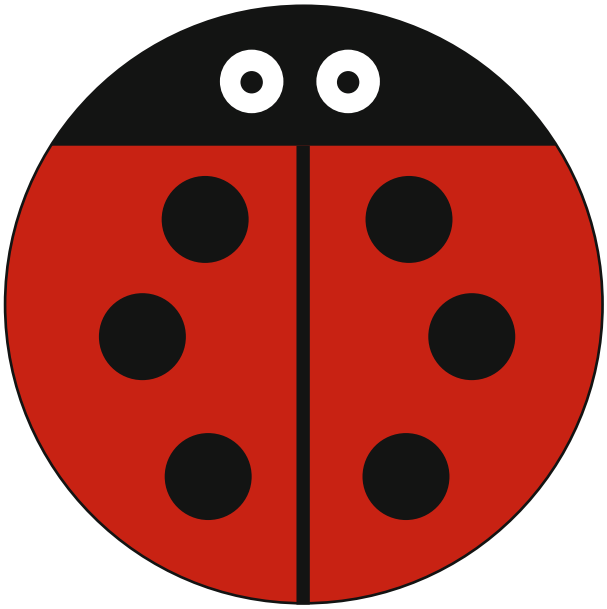
Verein PHÄNOMENTA
LÜDENSCHEID

Handreichungen für Erzieherinnen und Erzieher

»Der Marienkäferpfad«

Veränderte und erweiterte Auflage 2018



© 2017, Phänomenta Lüdenscheid e.V. · Phänomenta-Weg 1 · 58507 Lüdenscheid
E-Mail: verein@phaenomenta-luedenscheid.de · Alle Rechte vorbehalten. All rights reserved.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort Seite 3

Archimedische Seifenblasen Seite 5
Ball im Luftstrom Seite 6
Dämmerungszone Seite 8
Doppeltes Schattenspiel Seite 10
Fischparkett Seite 12
Gefrorene Schatten Seite 15
Hörmemory Seite 17
Hörrohr Seite 18
Monochord Seite 20
Resonanzröhren Seite 22
Spiegelflieger Seite 24
Spiegelzeichner Seite 26
Unendlicher Spiegel Seite 28
Zielwirbel Seite 30

Anhang

© 2017, Phänomenta Lüdenscheid e.V. · Phänomenta-Weg 1 · 58507 Lüdenscheid
E-Mail: verein@phaenomenta-luedenscheid.de · Alle Rechte vorbehalten. All rights reserved.

Vorwort

Physik begreifen ...

Kinder sehen die Welt mit anderen Augen: Der Alltag ist ein aufregender Abenteuerspielplatz, die Welt ein Ort, den sie sich jeden Tag ein Stückchen weiter erschließen. Kinder erforschen und entdecken, staunen und stellen Fragen und wollen vor allem eines: verstehen, wie all das funktioniert.

Wir, die PHÄNOMENTA Lüdenscheid, möchten diese Neugierde und Entdeckerfreude nach Kräften fördern. Wir haben es uns zum Ziel gemacht, Kinder schon frühzeitig für naturwissenschaftliche Zusammenhänge und Phänomene zu begeistern.

Aus der Idee, Kindergarten-Kindern auf spielerische Art und Weise einen ersten Einblick in die Welt der Naturwissenschaften zu ermöglichen, entstand 2005 das Projekt „Marienkäferpfad". Schon die Kleinsten sollen dazu ermutigt werden, auf eigene Faust und nur ihrem Spieltrieb folgend, durch die Technikausstellung zu streifen.

Im Mittelpunkt des PHÄNOMENTA-Besuchs steht nicht der pädagogische Zeigefinder, sondern das eigene Entdecken und Be-Greifen. Ein Konzept, das auch die NRW-Landesinitiative „Zukunft durch Innovation" überzeugt hat: **Im Mai 2007 wurde das Kindergartenprojekt als vorbildliche Initiative zur Förderung des naturwissenschaftlichen Nachwuchses ausgezeichnet.**

Ein Marienkäfersymbol weist den Weg zu den 14 Experimenten, die eigens für die Vier- bis Fünfjährigen ausgewählt wurden. Die Stationen können auch von Kinderhänden problemlos bedient werden, und die wissenschaftlichen Hintergründe der Phänomene sind auch für Kinder unter sechs Jahren verständlich. Die Phänomene, die sie hier erforschen, sind den Kindern aus ihrem Lebensalltag bereits vertraut.

Und jede einzelne der Stationen lässt sich – ob im Kindergarten oder zu Hause – mit preiswerten Materialien einfach nachbauen. Um den Erzieherinnen und Erziehern das nötige Rüstzeug für die Fragen ihrer Schützlinge mitzugeben, lädt der Verein der PHÄNOMENTA im Vorfeld zu einem eigens konzipierten Informationsnachmittag ein.

Hier lernen die Teilnehmer nicht nur den genauen Aufbau der Stationen und ihre wissenschaftlichen Hintergründe kennen; der Workshop trägt ebenso dazu bei, mögliche Berührungsängste gegenüber den Naturwissenschaften auch auf Seiten der Erzieherinnen und Erzieher abzubauen und sie in die spannende Welt der Physik mitzunehmen. Die aktuellen Termine können Sie gerne jederzeit telefonisch bei uns erfragen (Telefon: 023 51 / 215 32). Auch auf der Homepage www.phaenomenta-luedenscheid.de finden Sie sie unter der Rubrik „Termine".

Der „Marienkäferpfad" wurde initiiert durch den Bürgermeister der Stadt Lüdenscheid, Dieter Dzewas, und konnte durch die finanzielle Unterstützung des Arbeitgeberverbandes der Metall- und Elektroindustrie Lüdenscheid, der Südwestfälischen Industrie- und Handelskammer sowie den Firmen ERCO, Poschmann und SEWAG umgesetzt werden.

Die nachfolgenden didaktischen Materialen wurden ehrenamtlich von den Mitgliedern des PHÄNOMENTA-Vereins erstellt. Sie sol-

© 2017, Phänomenta Lüdenscheid e.V. · Phänomenta-Weg 1 · 58507 Lüdenscheid
E-Mail: verein@phaenomenta-luedenscheid.de · Alle Rechte vorbehalten. All rights reserved.

len sowohl der Vor- und Nachbereitung im Kindergarten dienen, als auch interessierten Eltern einen Leitfaden für den Ausstellungsbesuch mit ihren Sprösslingen an die Hand geben. Jede Station des „Marienkäferpfades“ wird sowohl in ihrem Aufbau als auch in Bezug auf ihre wissenschaftlichen Hintergründe erläutert. Leicht verständliche Anleitungen und Skizzen veranschaulichen, wie sich die Experimente mit einfachen Mitteln nachbauen lassen.

Das Team der PHÄNOMENTA Lüdenscheid und der PHÄNOMENTA-Verein wünschen Ihnen viel Freude!

HINWEIS: Aus Gründen der Lesbarkeit wird hin und wieder auf die zusätzliche Nennung der weiblichen Form verzichtet.

© 2017, Phänomenta Lüdenscheid e.V. · Phänomenta-Weg 1 · 58507 Lüdenscheid
E-Mail: verein@phaenomenta-luedenscheid.de · Alle Rechte vorbehalten. All rights reserved.

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.

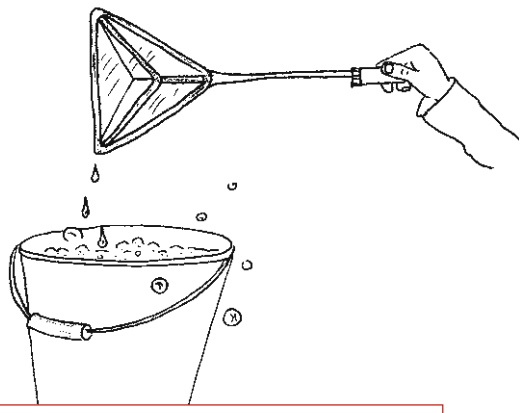
WESHALB IST DAS SO?
Eine Seifenblase ist nichts anderes als eine dünne Wasserschicht, an dessen Außen- und Innenseite jeweils ein Seifenfilm anliegt. Die wasserliebenden Anteile der Seife sind dem Wasser zugewandt, der Rest hängt in der Luft. Durch die Seife wird die Oberflächenspannung des Wassers verringert, 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)



© 2017, Phänomenta Lüdenscheid e.V. · Phänomenta-Weg 1 · 58507 Lüdenscheid
E-Mail: verein@phaenomenta-luedenscheid.de · Alle Rechte vorbehalten. All rights reserved.

Ball im Luftstrom

Warum schwebt der Ball und fliegt nicht vom Gebläse weg?

Was passiert, wenn du in den Luftstrom greifst?

WORUM GEHT ES?

Ein bunter Wasserball schwebt wie von Zauberhand in der Luft. Nur ein Gebläse scheint dafür zu sorgen, dass er nicht herunterfällt. Aber anstatt den Ball einfach in den Raum zu pusten, klebt er regelrecht am Luftstrom – selbst dann, wenn man versucht, den Luftstrom mit den Händen zu beeinflussen. Das ist verblüffend und faszinierend zugleich. Dieses Bild bleibt im Kopf. Dahinter steckt die Physik des Fliegens!

WESHALB IST DAS SO?

Auf den Ball im Luftstrom wirken insgesamt drei Kräfte: Zum einen die Gewichtskraft, die auf alle Körper auf der Erde wirkt. Zum anderen die Druckkraft der Luft, die aus dem Gebläse strömt.

Gäbe es nur diese beiden Kräfte, so würde der Ball einfach in den Raum gepustet. Wie jedoch der schweizerische Mathematiker Daniel Bernoulli 1738 festgestellt hat, wirkt auf einen Körper, der sich in einem Luftstrom befindet, zudem eine dritte Kraft, die Saugkraft (Sog), und zwar senkrecht zur Luftstromrichtung. Diese entsteht, weil die dem Ball ausweichende Luft einen längeren Weg zurücklegen muss als den geraden. Um gleichzeitig mit den anderen Luftteilchen wieder zusammenzutreffen, muss die Luft dort also schneller fließen. Sobald der Ball nach unten aus dem Luftstrom fällt, ist er nur noch an der oberen Seite von der schnellen Strömung aus dem Gebläse umgeben. Hier ist die Dichte der Luft geringer und der Ball spürt einen Unterdruck, der ihn wieder nach oben in den Luftstrom hinein saugt. Diese drei Kräfte kompensieren

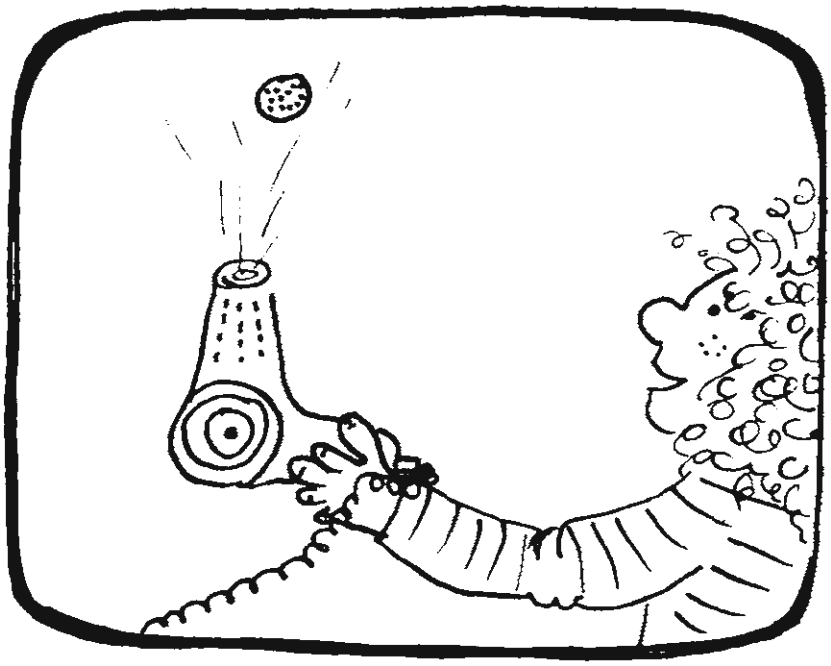
© 2017, Phänomenta Lüdenscheid e.V. · Phänomenta-Weg 1 · 58507 Lüdenscheid
E-Mail: verein@phaenomenta-luedenscheid.de · Alle Rechte vorbehalten. All rights reserved.

sich an einer Stelle des Luftstroms gegeneinander zu Null, sodass der Ball genau an dieser Stelle in der Luft schwebt. Ihr könnt sogar seine Lage und seine Bewegung im Luftstrom verändern, indem ihr euch von verschiedenen Seiten mit den Händen dem Ball nähert. Aber selbst dann kehrt der Ball immer wieder in seine ziemlich stabile Ausgangslage zurück.

ANREGUNG
Dieses Experiment ist leicht nachzumachen: Anstelle des Wasserballs verwendet man einen Tischtennisball und anstelle des Gebläses einen Fön, der auf „kalt" gestellt wird. Achtung: Bei einem warmen Fön wird leicht der Zelluloidball zu heiß!

Man kann auch eine Kugelschreiberspitze benutzen, in die man kräftig hinein bläst. Der Tischtennisball schwebt dann auch.

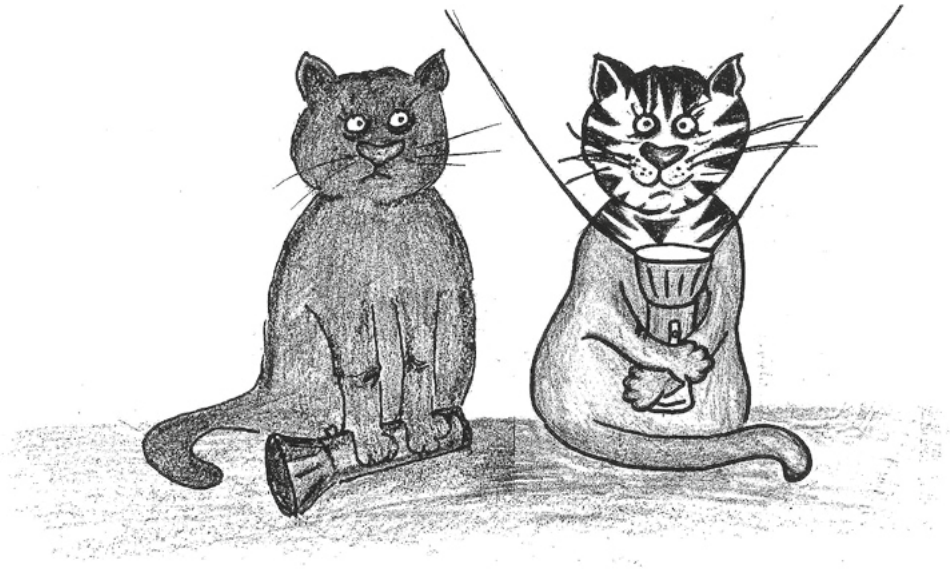
MATERIAL: Fön, der sich auf „kalt" stellen lässt, (oder Staubsauger, der sich auch als Gebläse nutzen lässt), Tischtennisball, Kugelschreiberspitze.



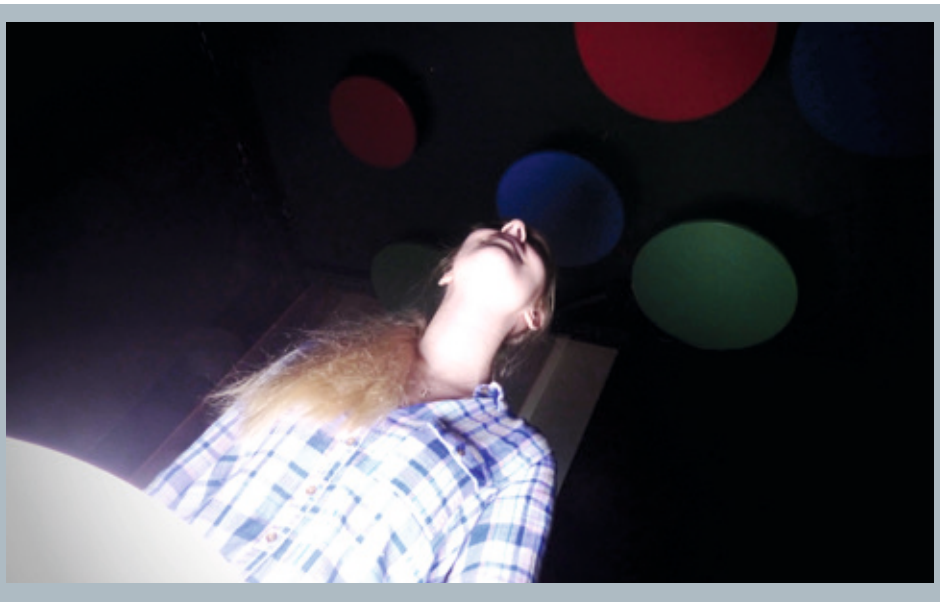
© 2017, Phänomenta Lüdenscheid e.V. · Phänomenta-Weg 1 · 58507 Lüdenscheid
E-Mail: verein@phaenomenta-luedenscheid.de · Alle Rechte vorbehalten. All rights reserved.

Dämmerungszone

In der Nacht sind alle Katzen grau ...



WORUM GEHT ES?
Etwa 30 verschiedenfarbige Teile eines Mobiles hängen unter der Raumdecke. Sie werden von unten mit weißem Licht bestrahlt. Der Besucher kann die Beleuchtung bis fast auf Dunkelheit dimmen und dabei die Farben der Mobileteile beobachten. Interessant ist in diesem Experiment zu beobachten, ab welchen Dämmerungsstufen wir bestimmte Farben nicht mehr voneinander unterscheiden können. Blaue und rote Flächen, die im Tageslicht gleich hell erscheinen, nehmen wir bei Dämmerung als zwei verschieden helle Grautöne wahr. Rot erscheint viel dunkler als Blau.



© 2017, Phänomenta Lüdenscheid e.V. · Phänomenta-Weg 1 · 58507 Lüdenscheid
E-Mail: verein@phaenomenta-luedenscheid.de · Alle Rechte vorbehalten. All rights reserved.

WESHALB IST DAS SO?

Es gibt zwei Arten von Sehzellen im menschlichen Auge: Zapfen- und Stäbchenzellen.

Die drei Zapfentypen, die an der Stelle des besten Sehens (im so genannten gelben Fleck) zu finden sind, nehmen die Farben Rot, Grün und Blau wahr, aus denen unser Gehirn alle Mischfarben zusammensetzt. Die Zapfenzellen benötigen relativ viel Licht zum Sehen. Das ist der Grund dafür, dass wir mit ihnen nur tagsüber oder bei ausreichend Kunstlicht gut und farbig sehen können. Zum Sehen in der Dämmerung benötigen wir die lichtempfindlicheren Stäbchenzellen, die mit weniger Licht auskommen. Diese können allerdings keine Farben, sondern nur Grautöne wahrnehmen.

ANREGUNG

Diese Station kann man leicht nachstellen, wenn man einen abzudunkelnden Raum zur Verfügung hat. Die Mobiles lassen sich aus farbiger Pappe fertigen. Unter der Decke des Schlafraumes einer Kindertagesstätte machen sie sich bestimmt gut.

MATERIAL: Holzstäbchen, z.B. Schaschlikspieße, farbige Pappe, Bindfaden, Klebstoff, Schere, Heftzwecken.

© 2017, Phänomenta Lüdenscheid e.V. · Phänomenta-Weg 1 · 58507 Lüdenscheid
E-Mail: verein@phaenomenta-luedenscheid.de · Alle Rechte vorbehalten. All rights reserved.

Doppeltes Schattenspiel

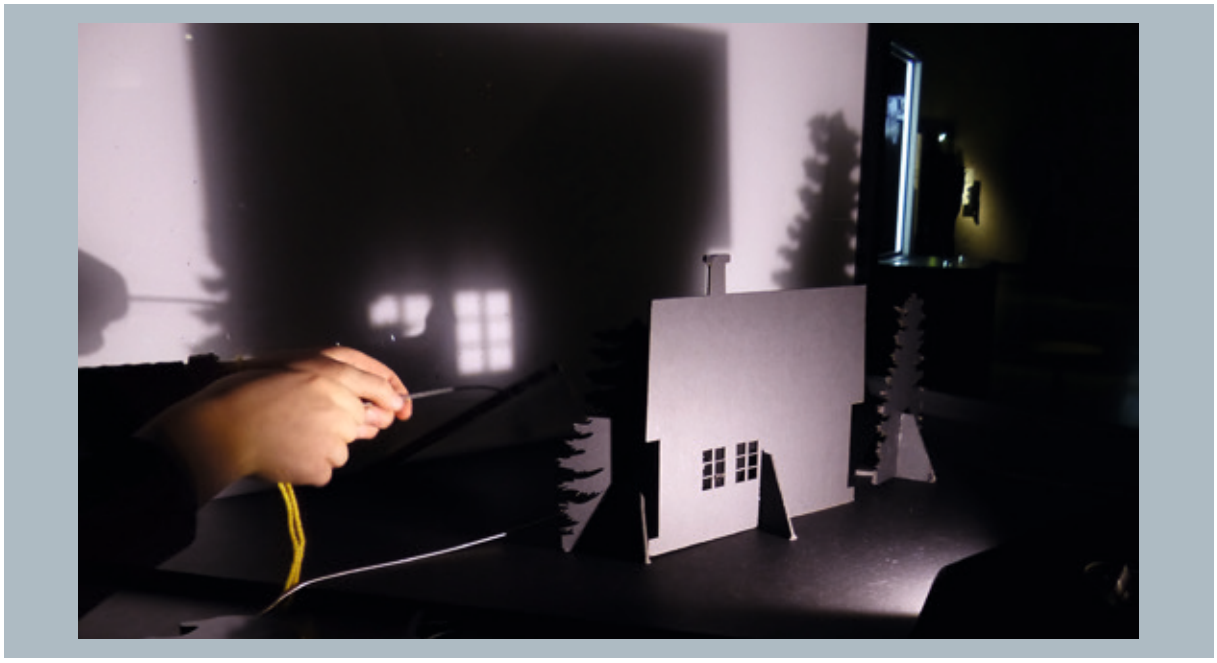
Spiele mit deinem Partner eine selbst erfundene Geschichte!

WORUM GEHT ES?
Schattenspiele, z.B. einfach nur mit den Händen, haben immer einen besonderen Reiz. Und gerne erzählt man dabei auch Geschichten. In der PHÄNOMENTA liegen Figuren bereit, die zum Spielen anregen: Vor den Projektionsflächen liegen zwei- und dreidimensionale Abbilder von Gegenständen, Tieren und Personen. Es sind einfache Formen, die zu Märchen passen, wie Mädchen, Junge, Baum, Haus oder Wolf. Damit lassen sich Bilder gestalten und Szenen spielen.

WESHALB IST DAS SO?
Beim Schattenspiel, auch Schattentheater, erscheinen die Schatten von Figuren auf einer beleuchteten Fläche. Dazu wird meistens eine Geschichte erzählt. Die zweidimensionalen Figuren werden normalerweise dicht an der Leinwand geführt. Man kann auch dreidimensionale Figuren zum Schattenwurf verwenden.

Schattenspiele mit sehr künstlerisch gestalteten Figuren haben besonders im asiatischen Raum eine lange Tradition, die auch heute noch gepflegt wird. Wenn die Lichtquelle hinter der Projektionsfläche punktförmig ist, sind die Schattenfiguren auch dann scharf zu erkennen, wenn sie etwas entfernt der Leinwand geführt werden. Sie erscheinen dann vergrößert oder in verzerrten Proportionen. So lassen sich z. B. Riesen darstellen.

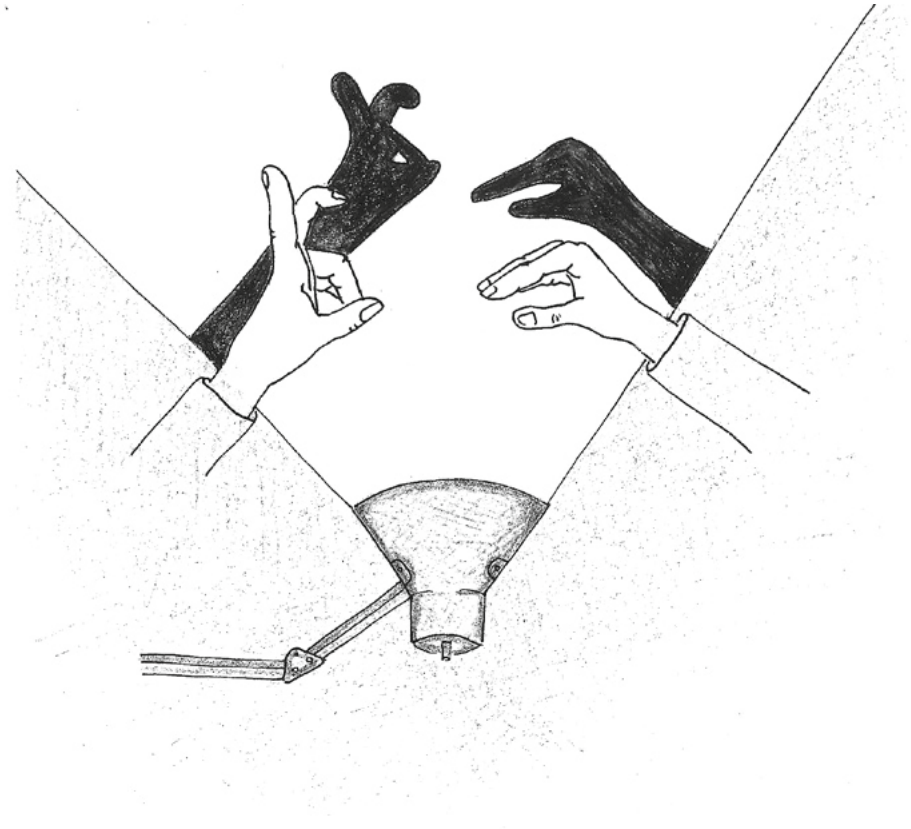
Die Besonderheit dieses doppelten Schattenspiels besteht darin, dass hier die Schatten auf zwei Seiten einer halbtransparenten Scheibe erzeugt werden, so dass sie sich überlagern und ein komplexes Interagieren zwischen mehreren Spielern zulassen.



© 2017, Phänomenta Lüdenscheid e.V. · Phänomenta-Weg 1 · 58507 Lüdenscheid
E-Mail: verein@phaenomenta-luedenscheid.de · Alle Rechte vorbehalten. All rights reserved.

ANREGUNG

Schattenspiele sind für Kinder immer ein großer Spaß. Der Nachbau in der Kindertagesstätte ist mit Bettlaken, weißen Pappen oder einfach einer weißen Wand als Projektionsfläche leicht machbar. Taschenlampen oder kleine Halogenlampen dienen als Lichtquellen. Erste Schattenbilder lassen sich mit dem eigenen Körper oder mit den Fingern erzeugen, auch das Basteln von Pappfiguren ist natürlich möglich. Damit lassen sich schöne Geschichten erzählen.



© 2017, Phänomenta Lüdenscheid e.V. · Phänomenta-Weg 1 · 58507 Lüdenscheid
E-Mail: verein@phaenomenta-luedenscheid.de · Alle Rechte vorbehalten. All rights reserved.

Fischparkett

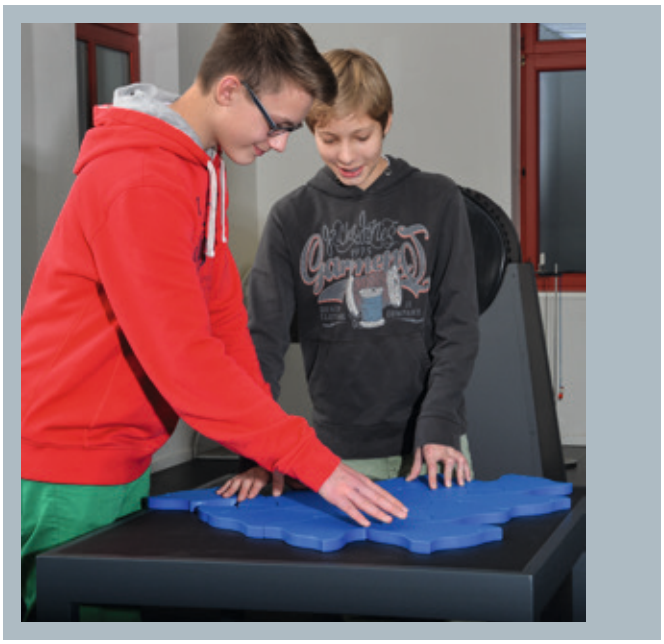
Erzeuge durch lückenloses Aneinanderlegen der Fische ein Parkett, das die blaue Fläche vollständig überdeckt!

WORUM GEHT ES?
Jeder kennt Parkettierungen aus dem Badezimmer, von der Terrasse oder von den Bienenwaben. Sie alle haben eins gemeinsam: sie füllen jede Fläche lückenlos aus. Aber auch mit wesentlich komplizierteren Grundfiguren lassen sich Parkettierungen erzeugen, wie z.B. beim Fischparkett.

Bei dieser Station geht es spielerisch um Parkettierungen, die uns aus dem Alltag in vielfältiger Form bekannt sind. Hier haben die einzelnen Parkettstücke die Form eines Fisches. Die Erstellung von Parkettierungen ist auch unter mathematischen Gesichtspunkten interessant.

WESHALB IST DAS SO?
Zunächst betrachten wir ganz regelmäßige Vielecke, sogenannte Polygone. Es lassen sich jeweils Parkettierungen aus denjenigen erstellen, deren Innenwinkel ein Teiler von 360 Grad sind. So z. B. beim Quadrat. Dort betragen alle vier Winkel 90 Grad, ein Teiler von 360 Grad. Das Gleiche gilt für die Innenwinkel von gleichschenkligen Dreiecken (60 Grad) und regelmäßigen Sechsecken (120 Grad) wie bei Bienenwaben. Alle anderen Vielecke bieten keine Möglichkeit, eine Parkettierung zu erstellen, die lückenlos die Fläche ausfüllt. Stattdessen kommt es hier zu Überlagerungen.

Im nächsten Schritt zur Erzeugung von Parkettierungen kann man dazu übergehen, unterschiedliche Polygone zu mischen. So lässt sich aus Achtecken und Quadraten oder Quadraten und Dreiecken



eine Parkettierung erstellen. Wichtig ist dabei, dass die Winkel, die in einem Punkt zusammentreffen, zusammen 360 Grad ergeben. So z. B. bei der Kombination von Achtecken und Quadraten. Hier treffen jeweils zwei Innenwinkel des Achtecks auf einen des Quadrats (2 x 135° + 90° = 360°). Im dritten Schritt ersetzt man zwei gegenüberliegende Linien durch dieselbe beliebige Linienführung und erhält eine neue Möglichkeit, beliebig viele Parkettierungen zu erzeugen.

Die vierte Möglichkeit führt zur Entstehung des Fischparketts. Sie beruht auf der Drehung einer Linie um den Mittelpunkt eines Vielecks. Ersetzt man zum Beispiel bei einem Quadrat eine Seite durch eine beliebig veränderte Linienführung und dreht diese

© 2017, Phänomenta Lüdenscheid e.V. · Phänomenta-Weg 1 · 58507 Lüdenscheid
E-Mail: verein@phaenomenta-luedenscheid.de · Alle Rechte vorbehalten. All rights reserved.

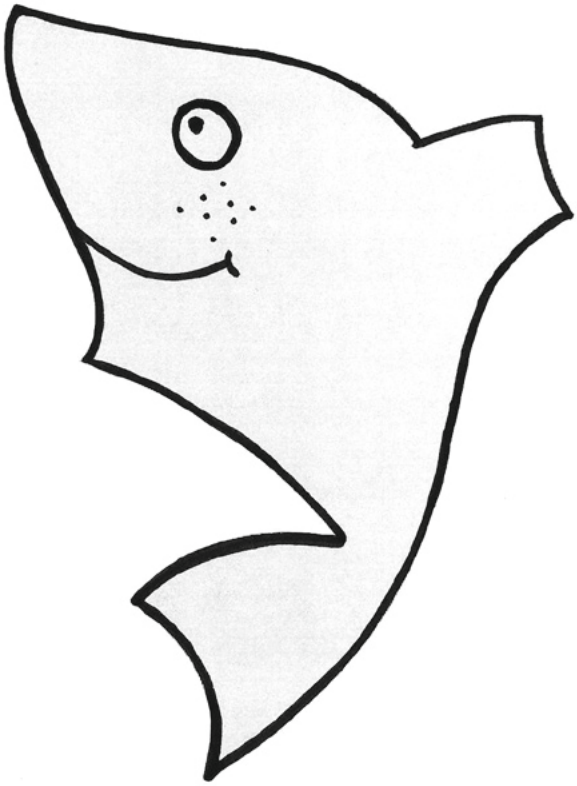
um 90 Grad um den Mittelpunkt des Quadrats, entstehen Teilfiguren, die zusammengesetzt wieder das Ausgangsquadrat ergeben. Auf ähnliche Weise entwickelte der Niederländer Maurits Cornelis Escher eine Reihe von Zeichnungen, die unter anderem auch die Fischparkettierung hervorbrachten.

ANREGUNG

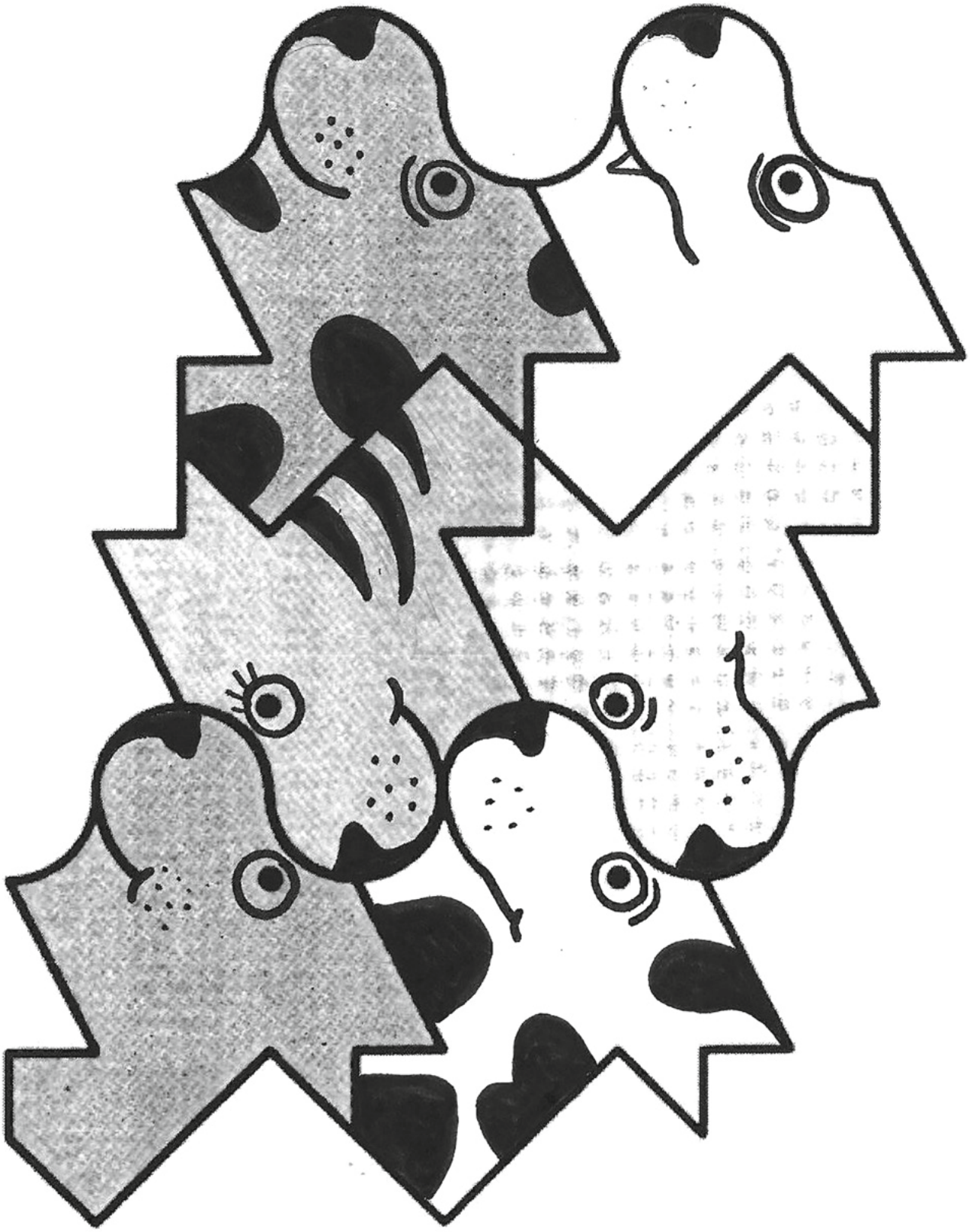
Das Fischparkett kann leicht nachgebildet werden. Wir stellen zu diesem Zweck verschiedene Kopiervorlagen zur Verfügung, die auf Eschers Flächenfüllungen basieren. Mit einem Kopierer können die Vorlagen vergrößert bzw. verkleinert werden. Die Umsetzung kann mit unterschiedlichen Materialien wie Holz, Pappe oder Moosgummi erfolgen. Reizvoll ist ein gemeinsam gestaltetes Mosaik: Jedes Kind darf seine Figur aus Pappe den eigenen Wünschen entsprechend z.B. farblich gestalten. Anschließend werden alle Figuren zu einem Wandmosaik zusammengefügt.

Für eine andere Möglichkeit der kreativen Umsetzung des Themas findet sich das Ausgangsmaterial im Tapetengeschäft oder im Baumarkt: Viele Mustertapeten sind Parkettierungen, man erkennt mit etwas Übung rasch wiederkehrende Motive. Geeignete Kinderzimmertapeten lassen sich auf Pappkarton aufziehen; nach Ausschneiden der einzelnen Figuren erhält man ein farbenfrohes, selbst gemachtes Puzzle. Schließlich ist noch die Umsetzung eines Puzzles mit verschiedenen regelmäßigen Vielecken möglich: Durch freie Kombination von Dreiecken, Achtecken usw. entstehen immer wieder neue Parkettierungen.

MATERIAL: Z.B. die Kopiervorlagen auf dieser und der nächsten Seite



© 2017, Phänomenta Lüdenscheid e.V. · Phänomenta-Weg 1 · 58507 Lüdenscheid
E-Mail: verein@phaenomenta-luedenscheid.de · Alle Rechte vorbehalten. All rights reserved.



© 2017, Phänomenta Lüdenscheid e.V. · Phänomenta-Weg 1 · 58507 Lüdenscheid
E-Mail: verein@phaenomenta-luedenscheid.de · Alle Rechte vorbehalten. All rights reserved.

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 kann man seinen Schatten überlisten und „einfrieren". Der Besucher stellt sich vor eine Wand und löst ein Blitzlicht aus. Obwohl er sich anschließend wegbewegt, ist sein Schatten auf der Wand fixiert. Hier wird das Prinzip der Phosphoreszenz angewendet: Die Bereiche der phosphoreszierenden Wand, die von der Person 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 der Station Gefrorene Schatten in der PHÄNOMENTA wird das Prinzip der Phosphoreszenz benutzt: Die Bereiche der phosphoreszierenden Wand, die vom

© 2017, Phänomenta Lüdenscheid e.V. · Phänomenta-Weg 1 · 58507 Lüdenscheid
E-Mail: verein@phaenomenta-luedenscheid.de · Alle Rechte vorbehalten. All rights reserved.

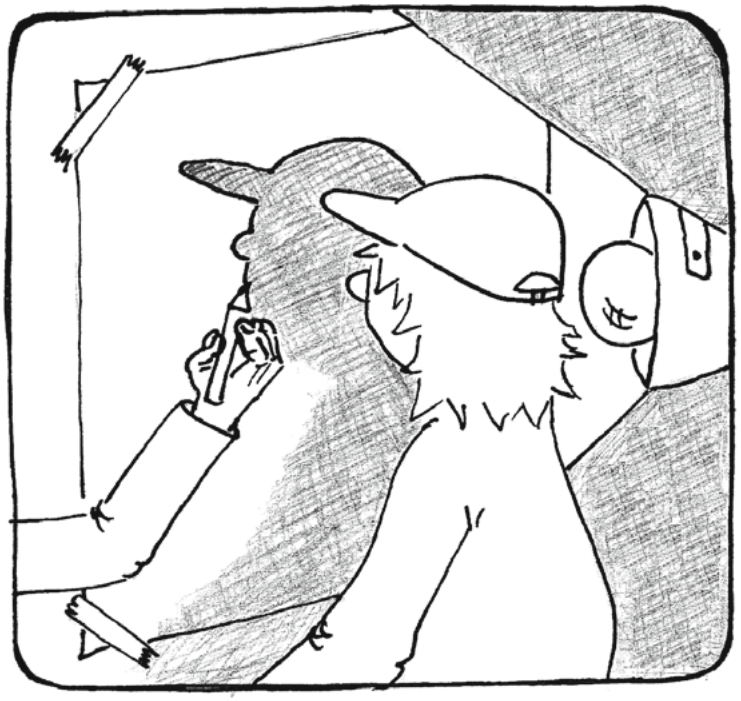
Menschen verdeckt und damit von der gegenüber angebrachten Lampe weniger beleuchtet werden, leuchten auch nicht nach. Im Vergleich mit den unverdeckten und damit stärker nachleuchtenden Regionen der Wand erscheinen solche Flächen als Schatten, die sich nicht bewegen.

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 Erster 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.



© 2017, Phänomenta Lüdenscheid e.V. · Phänomenta-Weg 1 · 58507 Lüdenscheid
E-Mail: verein@phaenomenta-luedenscheid.de · Alle Rechte vorbehalten. All rights reserved.

Hör-Memory

Kannst du dich an die Geräusche erinnern?
Wo war das gleiche Geräusch?

WORUM GEHT ES?
Wie bei dem bekannten Bilder-Memory werden hier Paare gesucht. Allerdings muss man hier die Kästchen auf dem Tisch schütteln, sich das Geräusch merken und das passende Doppel finden.

ANREGUNG
Der Nachbau in der Kindertagesstätte ist mit gleichartigen Pappkästchen, z.B. leeren Streichholzschachteln, leicht machbar. Für die Inhalte der Kästchen findet man mit etwas Fantasie viele Möglichkeiten: Streichhölzer (ohne Kopf!), Heftzwecken, Büroklammern, Reiskörner, Trockenerbsen, Schräubchen, Steinchen ...

© 2017, Phänomenta Lüdenscheid e.V. · Phänomenta-Weg 1 · 58507 Lüdenscheid
E-Mail: verein@phaenomenta-luedenscheid.de · Alle Rechte vorbehalten. All rights reserved.

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 etlichen Metern und 13 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 aus Kunststoff 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.

MATERIAL FÜR DAS HÖRROHR: Einige Meter Gartenschlauch oder Leerrohr.

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.

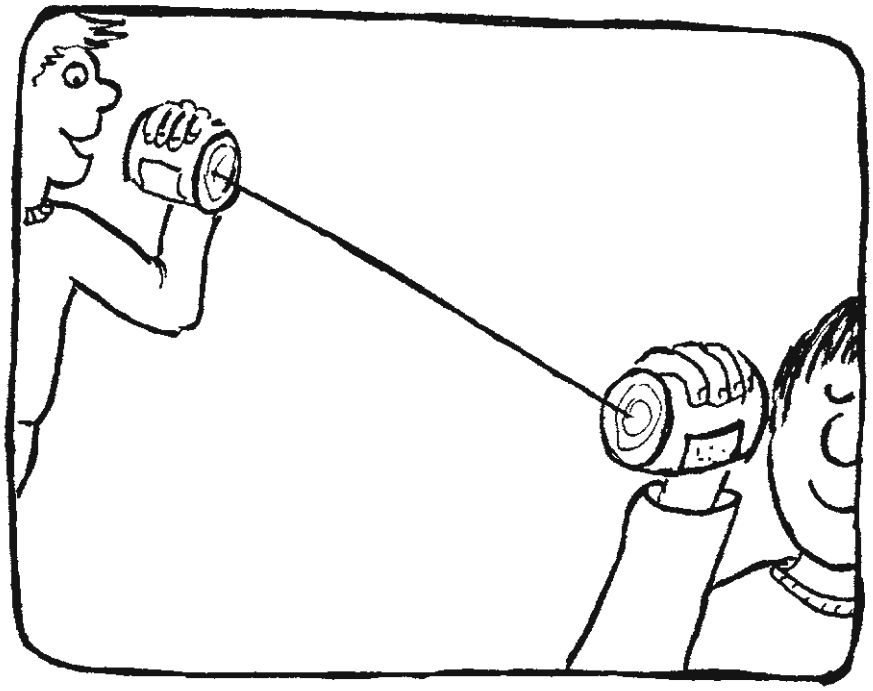
In jedes Loch wird nun ein Ende der Schnur (nicht zu lang) geschoben. Nach Umdrehen der Dosen wird die Schnur etwas heraus

© 2017, Phänomenta Lüdenscheid e.V. · Phänomenta-Weg 1 · 58507 Lüdenscheid
E-Mail: verein@phaenomenta-luedenscheid.de · Alle Rechte vorbehalten. All rights reserved.

gezogen und durch mehrfaches Verknoten im Inneren der Dose gegen Herausziehen gesichert. Nun zieht man die Schnur wieder zurück nach außen und das Dosentelefon ist fertig. Natürlich kann man die Dosen auch noch bunt bekleben.

Zum „Telefonieren" braucht man zwei Personen. Jeder bekommt eine Dose. Man geht so weit 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 Dosentelefon dienen die Dosen als Schalltrichter und die gespannte Schnur als Träger der Schallwelle.

MATERIAL FÜR DAS DOSENTELEFON:
Zwei leere Konservendosen (auch große Joghurtbecher sind möglich), Angel- oder Drachenschnur, Schere, Kreppklebeband, Milchdosenöffner, ggf. Kleber, Papier und Stifte.



© 2017, Phänomenta Lüdenscheid e.V. · Phänomenta-Weg 1 · 58507 Lüdenscheid
E-Mail: verein@phaenomenta-luedenscheid.de · Alle Rechte vorbehalten. All rights reserved.

Monochord

Zupfe an den Saiten. Wie ändert sich der Ton, wenn du den Hebel drehst oder den Holzsteg verschiebst?

WORUM GEHT ES?
An diesem Exponat können zwei gespannte Saiten unterschiedlicher Dicke angezupft werden.

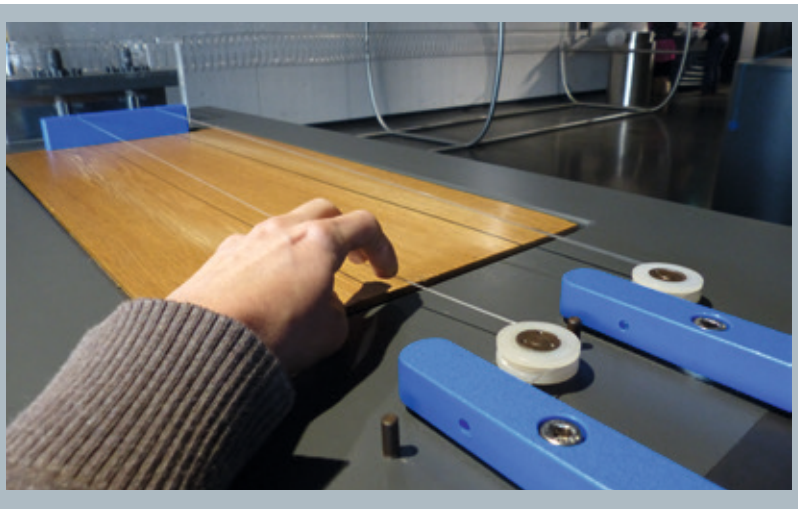
Die Saiten können jeweils mit einem blauen Hebel zusätzlich gespannt oder die Längen der schwingenden Saiten verändert werden, indem man den Steg auf dem Resonanzkasten verschiebt. All dieses verändert den Ton.

WESHALB IST DAS SO?
Wie entstehen eigentlich die unterschiedlichen Töne bei Saiteninstrumenten? An dieser Station kann man das nachvollziehen. Zuerst wird man feststellen, dass der zu hörende Ton umso lauter erklingt, je stärker man die Saite anzupft. Das liegt daran, dass sie dann mit einer größeren seitlichen Auslenkung (Amplitude) schwingt, die wiederum der Lautstärke des Tons entspricht. Dann wird man merken, dass die dickere Saite bei gleicher Spannung einen tieferen Ton erzeugt.

Mit den beiden blauen Hebeln können die Saiten zusätzlich gespannt werden. Erhöht man die Spannung, erhöht sich auch die Tonhöhe.

Durch das Verschieben des Stegs wird die Saitenlänge verlängert, die schwingen kann. Der Abstand zwischen dem Steg und dem Endpunkt der Saite ist gleich der Saitenlänge. Auf dem Steg selbst liegt die Saite fest auf, sie kann sich dort nicht bewegen. Zwischen Steg und Endpunkt entsteht nach Anzupfen der Saite eine stehende Welle. Das bedeutet, dass zwischen dem Anfangs- und Endpunkt der Saite eine Welle mit so genannten Bäuchen (maximale Auslenkung der Saite) und Knoten (in diesem Punkt bewegt sich die Saite nicht) entsteht. Sie heißt „stehend", weil ihr räumliches Wellenbild nicht wandert. Diese stehende Welle verursacht den zu hörenden Klang.

Die Tonhöhe verändert sich mit der Schwingungszahl pro Sekunde (Frequenz) der Saite. Wird die Frequenz höher, er-



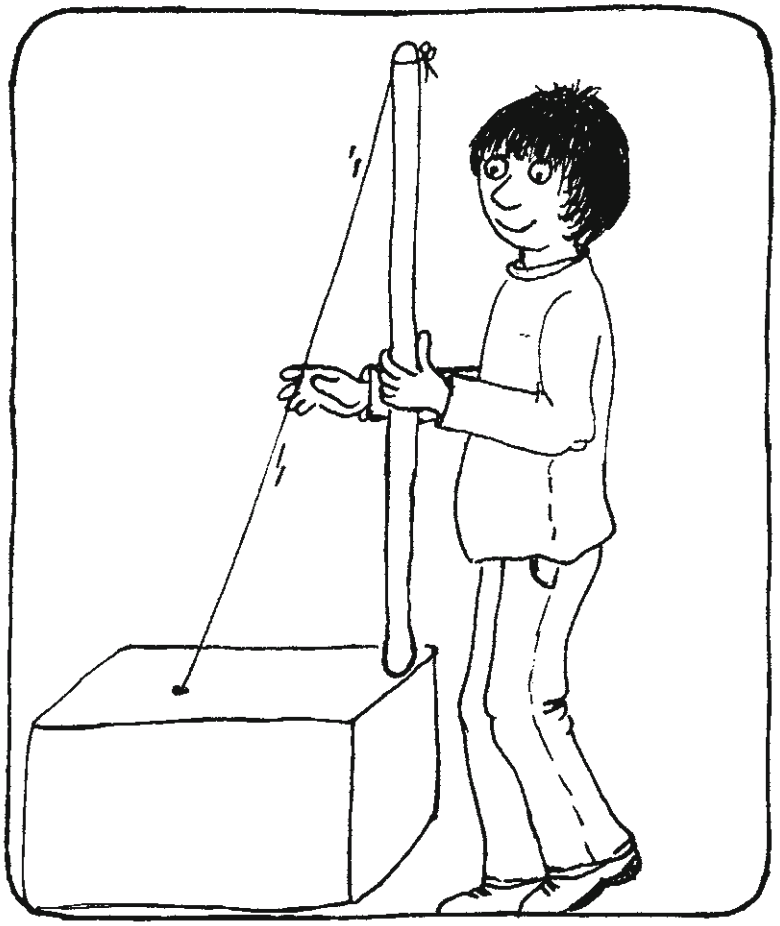
© 2017, Phänomenta Lüdenscheid e.V. · Phänomenta-Weg 1 · 58507 Lüdenscheid
E-Mail: verein@phaenomenta-luedenscheid.de · Alle Rechte vorbehalten. All rights reserved.

scheint auch der zu hörende Ton höher. Die Tonhöhe kann durch Drehen der Hebel oder durch Verändern der Saitenlänge beeinflusst werden. Diese Änderung des Tons durch Verkürzen der Saite wird auch bei Saiteninstrumenten wie der Gitarre oder der Geige benutzt. Hier wird die Saite durch Auflegen eines Fingers verkürzt. Mit Änderung der Saitenspannung werden diese Instrumente gestimmt.

ANREGUNG
Im Kindergarten lässt sich die häufig zur Liedbegleitung eingesetzte Gitarre als Saiteninstrument mal in den Mittelpunkt rücken: Dicke und dünne Saiten, tiefe und hohe Töne, Stimmen und Melodien spielen. Auch ein Blick in ein aufgeklapptes Klavier zeigt verschieden lange und verschieden dicke Saiten.

MATERIAL: Die Abbildung zeigt den so genannten Teekisten- oder Besenbass. Er besteht aus einer Holzkiste (stabiler Innenrahmen mit Sperrholz beplankt), einem Besenstiel und einer stabilen Schnur. Ein Ende der Schnur wird auf der Oberseite der Holzkiste angeknotet, das andere am oberen Ende des Besenstiels. Man stellt den Besenstiel auf die Kiste und spannt die Schnur: Schon kann es losgehen.

So etwas kann man auch in kleiner Ausfertigung bauen: Mit einer Keksdose und einem Bindfaden, mit einem leeren Joghurtbecher und einem darüber gespannten Gummiband. Zwar entstehen so keine richtigen Instrumente, aber zumindest schnarrende Geräusche, an denen man seinen Spaß haben kann, sind damit zu erzeugen.



© 2017, Phänomenta Lüdenscheid e.V. · Phänomenta-Weg 1 · 58507 Lüdenscheid
E-Mail: verein@phaenomenta-luedenscheid.de · Alle Rechte vorbehalten. All rights reserved.

Resonanzröhren

Lege ein Ohr an die Öffnungen der verschieden langen Rohre!

Hörst du einen Unterschied?

WORUM GEHT ES?
An einer Wand hängen Röhren in unterschiedlichen Längen. Mit seinem Ohr verschließt man das eine Ende einer Röhre und hört dann mit dem anderen offenen Ende in den Raum hinein.

Man hört in den Röhren ein Rauschen, ähnlich wie das Rauschen in großen Muscheln, und stellt fest: Je länger die Röhren sind, desto tiefer klingt das Rauschen.

WESHALB IST DAS SO?
In dem Raum, in dem die Resonanzröhren angebracht sind, entstehen viele verschiedene Geräusche. Sogar von draußen dringt Straßenlärm herein. All diese Geräusche bestehen aus hohen und tiefen Tönen, die sich dementsprechend in ihrer Wellenlänge unterscheiden.

Die tiefen Töne bestehen z.B. aus Schallwellen mit großen Wellenlängen. Man sagt, sie haben niedrige Frequenzen. Bei hohen Tönen ist es genau umgekehrt. Durch die Überlagerung entsteht ein Ton-Klang-Geräusch-Gemisch, ein so genanntes Klangspektrum.

Die Schallwellen der verschiedenen Geräusche breiten sich im Raum aus und bringen auch die Luft in den Röhren zum Schwingen. Je nach Länge der Röhren passen bestimmte Wellenlängen besonders gut hinein – je länger das Rohr, desto länger die passende Wellenlänge und desto tiefer der Ton. Die Schwingung der Luft für diese Töne überlagert sich mit der Reflexion am Ende des Rohrs. Die Lautstärke wird verstärkt und schaukelt sich so auf, dass die anderen Geräusche davon übertönt werden. Zu jeder Rohrlänge gehört ein typischer Ton. Die Frequenz dieses Tons nennt man Eigenfrequenz oder Resonanzfrequenz.

Auch Töne mit doppelter, dreifacher usw. Frequenz werden verstärkt und bilden zu-

© 2017, Phänomenta Lüdenscheid e.V. · Phänomenta-Weg 1 · 58507 Lüdenscheid
E-Mail: verein@phaenomenta-luedenscheid.de · Alle Rechte vorbehalten. All rights reserved.

sammen mit dem Grundton einen gemeinsamen Klang.

ANREGUNG
Man kann diese Station sehr leicht nachbauen und – wenn man will – im Kindergarten zu einer ständigen Einrichtung machen. Die Rohre (40 mm Durchmesser) und Befestigungsschellen sind für wenig Geld in einem Baumarkt zu kaufen. Rohrlängen von 1 m bis 3 m haben sich bewährt. Eine senkrechte Montage ist empfehlenswert, weil sich anderenfalls Kinder bemüßigt sehen, vom zweiten offenen Ende her einem lauschenden Kind ins Ohr zu brüllen. Wegen des Kunststoffmaterials ist auch ein Aufbau im Außenbereich möglich.

Einen ähnlichen Effekt („Meeresrauschen") erhält man auch bei einer Muschel, ersatzweise kann man auch die Hände zu einer Muschel formen.

MATERIAL: Kunststoffrohr gerade (DN 40), Stücke zu 1m und 2 m kombinierbar, Bögen 90 Grad für das untere Ende, Befestigungsschellen, Schrauben, Dübel, Bohrmaschine, Schraubendreher.

© 2017, Phänomenta Lüdenscheid e.V. · Phänomenta-Weg 1 · 58507 Lüdenscheid
E-Mail: verein@phaenomenta-luedenscheid.de · Alle Rechte vorbehalten. All rights reserved.

Spiegelflieger

Stelle dich dicht vor die Kante des großen Spiegels, so dass dein Körper „halbiert“ wird, und bewege dein rechtes Bein! Beobachte dich dabei!

WORUM GEHT ES?

Ein junger Mann bereitet sich zum Abheben vor: Er breitet die Arme aus, hebt beide Beine an und – fliegt! Dass ein Spiegeltrick hinter diesem Phänomen steckt, ist offensichtlich, doch wie funktioniert er?

Man stellt sich dazu seitlich an den Rand des großen Spiegels und zwar so, dass dieser den Körper zur Hälfte verdeckt. Man hält sich am Griff hinter dem Spiegel fest, damit man genügend Standsicherheit hat. Dann hebt man das Bein, das vor den Spiegel steht... und hebt im Spiegelbild ab!

WESHALB IST DAS SO?

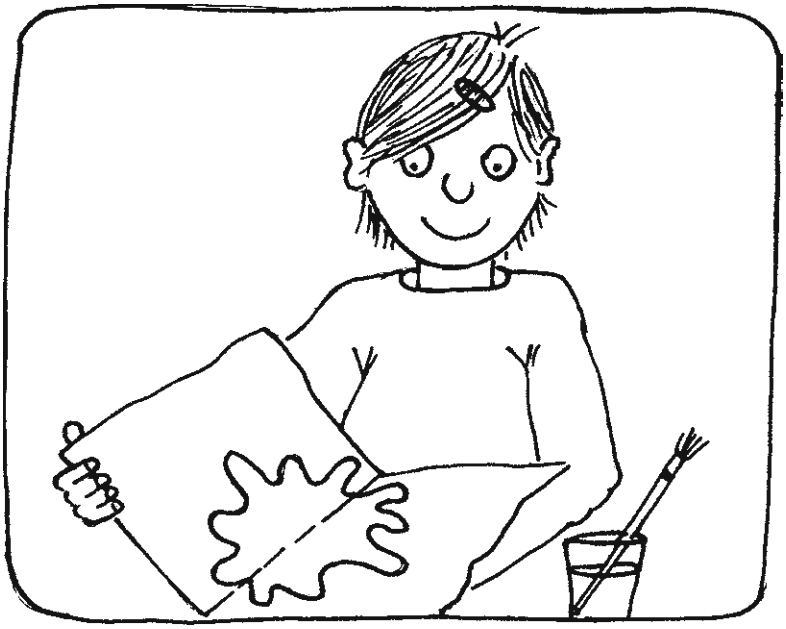
Wie man bereits im Kindesalter lernt, liefert ein ebener Spiegel ein gleich großes, seitenrichtiges und aufrechtes Bild von Personen oder Gegenständen, die sich vor dem Spiegel befinden. Stellt man sich aber nicht wie gewohnt mitten vor den Spiegel, sondern seitlich an den Rand, und zwar so, dass dieser den Körper zur Hälfte verdeckt, entsteht ein Spiegelbild des halben Körpers. In einem zweiten Spiegel, der in einem Winkel von 90 Grad zum ersten steht, kann man seine eigene Gestalt scheinbar komplett sehen – in Wahrheit jedoch ist sie zusammengesetzt aus zwei Spiegelungen derselben unverdeckten Körperhälfte. Diese wird nämlich einmal direkt im Spiegel gegenüber gespiegelt und einmal zuerst im Spiegel, vor dem man mit halbem Körper steht, und dann im Spiegel gegenüber. Weil der Mensch daran gewöhnt ist, dass ein Körper aus Kopf, Rumpf, zwei Armen und zwei Beinen besteht, sieht der zusammengesetzte Körper insofern nicht weiter ungewöhnlich aus. Seltsam für den Betrachter wirkt nur, dass man scheinbar den Boden unter den Füßen verliert, sobald man das vom Spiegel unverdeckte Bein anhebt.

Man kann hier nicht nur scheinbar fliegen, sondern auch „den Hampelmann machen“, also einen Arm und ein Bein wie von Fäden gezogen gleichzeitig heben und senken. Im Spiegelbild machen es beide Seiten des Hampelmanns synchron.

© 2017, Phänomenta Lüdenscheid e.V. · Phänomenta-Weg 1 · 58507 Lüdenscheid
E-Mail: verein@phaenomenta-luedenscheid.de · Alle Rechte vorbehalten. All rights reserved.

ANREGUNG
Spiegelsymmetrische Figuren lassen sich mithilfe der Kleksographie-Technik erstellen. Dafür bemalt oder bekleckst man ein Zeichenblatt mit Wasserfarben und faltet es dann in der Mitte, solange die Farben noch nass sind. Es entstehen wunderbare spiegelsymmetrische Bilder, die zur phantasievollen Deutung einladen. Sie sind auch zur Wanddekoration geeignet.

MATERIAL: Zeichenpapier, Wasserfarbe, dicke, weiche Pinsel, Glas für Wasser, Zeitungen zum Unterlegen, Schürzen.



© 2017, Phänomenta Lüdenscheid e.V. · Phänomenta-Weg 1 · 58507 Lüdenscheid
E-Mail: verein@phaenomenta-luedenscheid.de · Alle Rechte vorbehalten. All rights reserved.

Spiegelzeichner

Schaue in den Spiegel und zeichne den Stern nach! Bleibe zwischen den vorgezeichneten Linien!

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 kann der Besucher in den sogenannten Spiegelzeichner hineinfassen, um mit dem Stift die Konturen des dort ausgelegten Sterns nachzuzeichnen. Die einzige Möglichkeit, die Handbewegungen zu kontrollieren, bietet ein schräg stehender Spiegel, der in die Box eingelassen ist. Die Aufgabe sieht eigentlich ganz einfach aus: Man soll einen bereits vorgezeichneten Stern nachzeichnen, aber manche Besucher geraten mit dieser Aufgabe ganz schön ins Schleudern. Wie schafft man es also?

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.

© 2017, Phänomenta Lüdenscheid e.V. · Phänomenta-Weg 1 · 58507 Lüdenscheid
E-Mail: verein@phaenomenta-luedenscheid.de · Alle Rechte vorbehalten. All rights reserved.

Besonders schwierig wird es für die meisten 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.

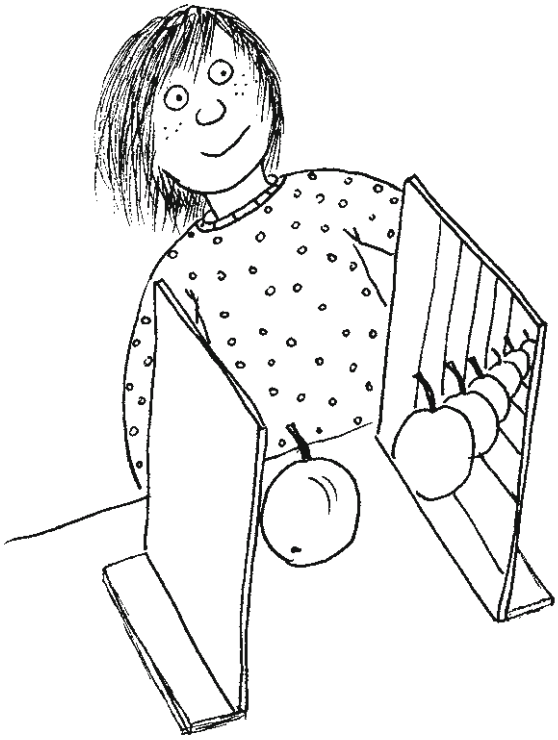
ANREGUNG
Die Abbildung zeigt, wie man mit einfachen Mitteln einen Spiegelzeichner nachbauen kann: Ein Pappkarton oder ein größerer Schuhkarton erhält in Deckel und Vorderseite einen Ausschnitt. Dies gelingt gut mit einem Cutter auf fester Unterlage. Der vordere Ausschnitt muss bis zum Boden reichen,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

© 2017, Phänomenta Lüdenscheid e.V. · Phänomenta-Weg 1 · 58507 Lüdenscheid
E-Mail: verein@phaenomenta-luedenscheid.de · Alle Rechte vorbehalten. All rights reserved.

Unendlicher Spiegel

Schaue in die Unendlichkeit!



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 Gesamtbilds 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 Spiegelbilds, dann das Bild vom Bild des Spiegelbilds, das Bild

© 2017, Phänomenta Lüdenscheid e.V. · Phänomenta-Weg 1 · 58507 Lüdenscheid
E-Mail: verein@phaenomenta-luedenscheid.de · Alle Rechte vorbehalten. All rights reserved.

vom Bild vom Bild des Spiegelbilds. 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 zurücklegen 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.

Den „Unendlichen Spiegel" kann man mit einfachen Mitteln im Kleinen nachbauen: 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 den 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.

© 2017, Phänomenta Lüdenscheid e.V. · Phänomenta-Weg 1 · 58507 Lüdenscheid
E-Mail: verein@phaenomenta-luedenscheid.de · Alle Rechte vorbehalten. All rights reserved.

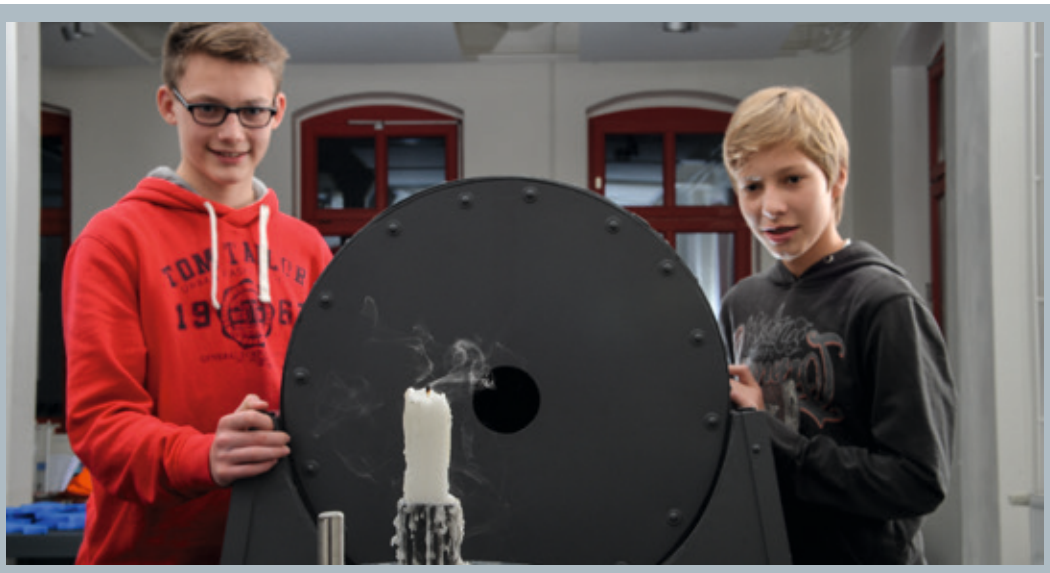
Zielwirbel

Zünde die Kerze an! Wenn du mit der flachen Hand auf das Gummi klopfst, entsteht ein Luftwirbel. Du kannst damit die Kerze ausblasen.

WORUM GEHT ES?
Eine Kerze auslöschen kann jeder, aber auch aus einer Entfernung von mehreren Metern? An dieser Station ist das kinderleicht, man muss nur auf das Fell der Trommel schlagen. Vorher muss aber die Flamme auf die Höhe des Lochs in der Trommel gebracht werden. Wenn man richtig zielt, genügt schon ein ganz kleiner Stups gegen das Trommelfell.

WESHALB IST DAS SO?
Die Kerze wird nicht, wie häufig vermutet, durch die Schallwelle gelöscht, die durch den Trommelschlag ausgelöst wird. Dann müsste sie bereits nach wenigen hundertstel Sekunden aus sein. Tatsächlich erlischt die Kerze erst einige Zeit nach dem dumpfen Geräusch des Gummifells. Es ist der Luftstrom, der an der Öffnung der Trommel entsteht, wenn man auf die andere Seite schlägt, der die Kerze auspustet. Die Luft, die sich am Rand dieses Stroms befindet, hat viel Platz und kann sich nach außen ausbreiten. Dadurch wird sie langsamer. Die Luft im Inneren des Stroms bewegt sich dagegen sehr schnell; es entsteht ein ringförmiger Wirbel, der für lange Zeit stabil bleibt. Er bewegt sich durch den Raum und pustet schließlich die Kerze aus.
Manche Raucher können einen solchen Rauchring mit dem Mund erzeugen. Dieser ist dann sehr schön zu beobachten. Auch beim Zielwirbel könnte man die Luftbewegung sichtbar machen, indem man die Trommel vorher mit Rauch füllt.

ANREGUNG
Diese Station lässt sich leicht nachbauen. Im einfachsten Fall verwendet man einen Schuhkarton, schneidet mittig aus dem kurzen Seitenteil ein rundes Loch und klebt

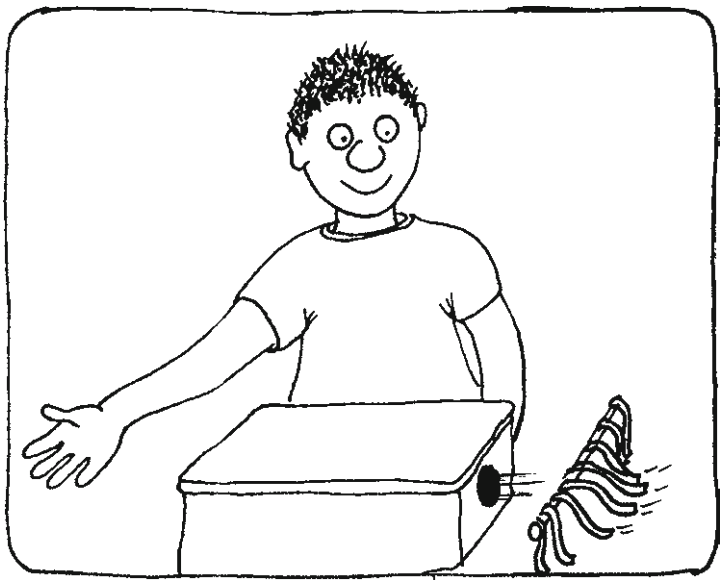


© 2017, Phänomenta Lüdenscheid e.V. · Phänomenta-Weg 1 · 58507 Lüdenscheid
E-Mail: verein@phaenomenta-luedenscheid.de · Alle Rechte vorbehalten. All rights reserved.

den Karton rundherum luftdicht mit Klebeband ab. Schläge auf den Karton lassen im Loch die Zielwirbel entstehen.

Natürlich kann man als Ziel auch im Kleinen eine Kerze verwenden, deutlich sicherer wird es aber folgendermaßen: An einen Pappstreifen klebt man ein Stück Seidenpapier und schneidet es in schmale Streifen, die dann vorhangartig herunter hängen. Bringt man diesen „Vorhang" ins Zielgebiet, flattern die Papierstreifen, wenn sie vom Zielwirbel getroffen werden.

MATERIAL: Pappkarton oder größerer Schuhkarton, Pappstreifen, Seidenpapier, Klebeband, Schere oder Cutter mit fester Unterlage.



© 2017, Phänomenta Lüdenscheid e.V. · Phänomenta-Weg 1 · 58507 Lüdenscheid
E-Mail: verein@phaenomenta-luedenscheid.de · Alle Rechte vorbehalten. All rights reserved.