

Physik für  
Flüchtlinge  
Physics for all

## Experimentierideen zur Abenteuerkiste

In dieser Dokumentation stellen wir insgesamt 18 Experimentierideen zur Abenteuerkiste vor. Wir empfehlen euch, alle vorgestellten Experimente vor dem Einsatz in der Lehr-Lern-Situation gründlich selbst auszuprobieren. Beim Selbst-Experimentieren lernt man mögliche technische und didaktische Probleme kennen. Die benötigten Materialien stellen wir euch in der Experimentier-Abenteuerkiste zur Verfügung.

Zu jeder Experimentieridee stellen wir euch in dieser Dokumentation zunächst eine Übersicht zur thematischen Einordnung, dem benötigten Material und der Durchführung vor. Die tabellarische Übersicht gibt euch folgende Angaben zum Experiment:

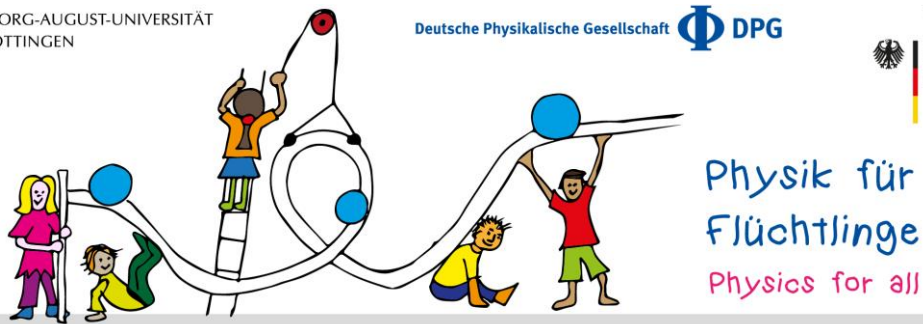
- ✓ Fachlicher Inhalt
- ✓ Benötigtes Material, ggf. noch Material zum selbst besorgen
- ✓ Kontext/Assoziation aus dem Leben/Alltag
- ✓ Dauer des Experiments
- ✓ Empfohlene Umgebung zur Durchführung
- ✓ Variationsvorschläge zum Experiment
- ✓ Tipps/Anmerkungen

Alle Experimente sind in unterschiedlichen Varianten durchführbar und können je nach Alter, Lernumgebung und Wissensstand der Kinder und Jugendlichen ergänzt, abgewandelt oder ausgebaut werden. Ob es sich beispielsweise um Unterrichtssituationen im engeren Sinne, eher um ein spielerisches Angebot oder um eine informelle Intervention handelt, könnt ihr HelferInnen bzw. Lehrkräfte vor Ort am besten selbst entscheiden.

Darüber hinaus bieten wir euch weiteres Lernmaterial zur Abenteuerkiste an:

- ✓ Lese- und Experimentierbuch: Die Abenteuerreise
- ✓ Poster: Weltkarte mit Flugroute der Zugvögel
- ✓ Entdeckerpass
- ✓ Projektor zum Selberbauen und dazugehöriges Kartenmaterial

Lernen soll Spaß machen, spielerisch erfahrbar sein und Raum für Kreativität und Entfaltung lassen, Zeit und Ruhe ermöglichen und die natürliche Neugier der Kinder wecken. Deutsch ist für die Kinder und Jugendlichen, mit denen wir arbeiten, eine neue Sprache. Einer



Fremdsprache zu begegnen – das heißt: sich öffnen für Fremdes, Grenzen überwinden, zusammenwachsen.

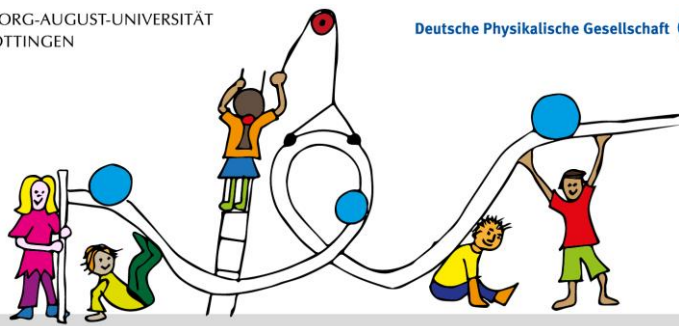
Zur Experimentier-Abenteuerkiste gehört ein Lese- und Experimentierbuch. Die Mischung aus Geschichte und Experimentieranleitung soll die Phantasie der Kinder und Jugendlichen anregen und einen Bezug zum später durchzuführenden Experiment herstellen. Die Geschichte erzählt von den beiden Störchen Yara und Kalle, die von Südafrika nach Deutschland fliegen und auf ihrer Flugroute allerlei spannende Phänomene beobachten.

Das Poster zeigt die skizzierte Weltkarte und dient der Veranschaulichung der Flugroute. Mit dem selbstgebauten Projektor kann jede Etappe mit Hilfe eines Smartphones projiziert werden – die entsprechende Datei könnt ihr auf der Pff-Homepage<sup>1</sup> herunterladen. Die jungen ForscherInnen erhalten alle einen Entdeckerpass – für die Teilnahme an jedem Experiment gibt es einen Stempel.

Hinweise zur Kiste: Da die komplette Kiste sehr umfangreich ist, schlagen wir vor, einige Experimente auszuwählen und das benötigte Material in einen Beutel zu packen, damit nicht die ganze Kiste getragen werden muss.

Viel Freude beim Experimentieren wünscht euch das "Physik für Flüchtlinge"-Team!

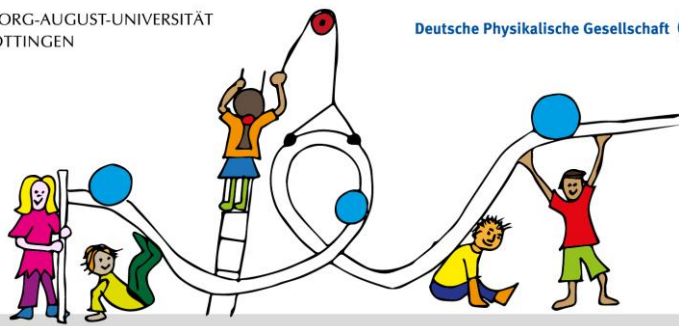
<sup>1</sup> <https://www.dpg-physik.de/pff/downloads/index.html>



Physik für  
Flüchtlinge  
Physics for all

## Inhaltsverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| 1. Die Abenteuerreise beginnt: Sonnenuhr bauen .....             | 4  |
| 2. Wir fliegen über Berge: Roter Vulkan .....                    | 7  |
| 3. Von großen Löchern: Unterschiedliche Krater auf der Erde..... | 9  |
| 4. Die Regenbogen-Station: CD-Spektroskop .....                  | 11 |
| 5. Spuren im Sand: Riesel-Räder.....                             | 14 |
| 6. Sausen und Brausen: Windrad bauen .....                       | 16 |
| 7. Hören und Staunen: Der singende Löffel.....                   | 18 |
| 8. Vom Schreiben mit Farben: Papierchromatografie .....          | 19 |
| 9. Pendelei: Klick-Klack-Pendel.....                             | 21 |
| 10. Die Welt steht Kopf: Hohlspiegel.....                        | 24 |
| 11. Ab durch die Luft: Raketenballon .....                       | 26 |
| 12. Jetzt wird gewirbelt: Flaschentornado .....                  | 27 |
| 13. Blick in die Röhre: Klebefilm-Kaleidoskop .....              | 29 |
| 14. Zauberschlamm: Zaubern mit Speisestärke .....                | 31 |
| 15. Blumen als Lehrmeister: Seerose und Lotuseffekt.....         | 33 |
| 16. Ich sehe dich– aber auf dem Kopf: Camera obscura .....       | 35 |
| 17. Abgetaucht: Flaschentaucher.....                             | 38 |
| 18. Ziel erreicht: Die Landung .....                             | 40 |
| Ergänzung A: Marmorbahn.....                                     | 42 |
| Ergänzung B: CD-Luftkissengleiter .....                          | 43 |
| Ergänzung C: Aufwindkraftwerk .....                              | 45 |
| Ergänzung D: Gasballon .....                                     | 48 |
| Ergänzung E: Hand-Anemometer .....                               | 50 |



Physik für  
Flüchtlinge  
Physics for all

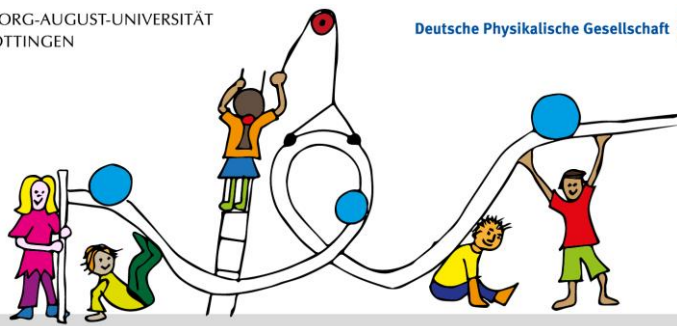
## 1. Die Abenteuerreise beginnt: Sonnenuhr bauen

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Fachliche Inhalte</b>    | Bewegung der Erde um die Sonne, Licht und Schatten  |
| <b>Material</b>             | 3 DIN A4 Seiten Tonkarton (gelb), Lineal, Geodreieck, Cuttermesser, Stift und Zirkel, Kompass, Schere, Schneidunterlage                             |
| <b>Kontext/Assoziation</b>  | Schatten, Veränderung des Schattens im Laufe des Tages  |
| <b>Dauer</b>                | Ca. 45-60 Min., da viele Details  |
| <b>Umgebung</b>             | Sonne notwendig, Basteltisch  |
| <b>Variationsvorschläge</b> | Keine   |
| <b>Tipp/Anmerkung</b>       | Vorbereitung der Winkelabmessungen zur Erleichterung oder fertige Vorlage auf gelbes Papier kopieren/übertragen, damit entfällt das Winkelabmessen. |

### Durchführung ohne Vorlage:

1. Ein Blatt des Tonkartons wird zu einem Quadrat von der Größe 20 cm x 20 cm geschnitten (Skizze 1).
2. Mithilfe des Zirkels wird ein Kreis mit einem Durchmesser von  $d = 20$  cm aufgetragen. Dazu wird ein Bein des Zirkels um 10 cm geöffnet. Um den Mittelpunkt zu finden, zeichnet man mithilfe des Geodreiecks zwei Diagonalen über das Quadrat. Der Schnittpunkt dieser Diagonalen ist der Mittelpunkt des Kreises.
3. Entlang einer Linie wird nun mit dem Geodreieck ein Winkel von  $15^\circ$  abgemessen und eingezeichnet. So wird der komplette Kreis gleichmäßig in insgesamt 24 Tortenstücke unterteilt. Alle Stücke sollten einen Winkel von  $15^\circ$  haben.

Autorin: Jessica Oertel, MExLab Physik



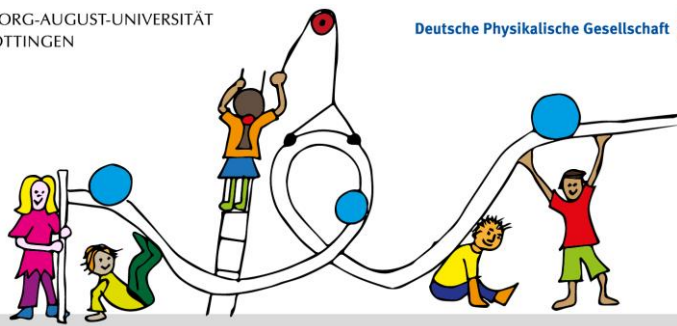
Physik für  
Flüchtlinge  
Physics for all

4. Die Tortenstücke werden von 0 bis 23 beschriftet. Damit ist das Ziffernblatt der Sonnenuhr fertig.
5. Nun geht es an den sogenannten Schattenwerfer, der später einen Schatten auf das Ziffernblatt werfen soll und damit die Uhrzeit anzeigt. Damit das auch funktioniert, muss der Schattenwerfer parallel zur Erdachse ausgerichtet sein. Möchte man sehr genau arbeiten, muss man zunächst den Breitengrad seines Heimatortes herausfinden. Das geht zum Beispiel über die Positionsbestimmung von Google Maps oder klassisch über das Nachschlagen im Atlas (kann man auch mit den Kindern gemeinsam machen). Wer sich an dieser Stelle Zeit ersparen möchte, kann mit folgenden gemittelten Werten für den Breitengrad in der Tabelle arbeiten:

**Tabelle 1: Gemittelte Breitengrade für Deutschland**

| Region in Deutschland | Gemittelter Breitengrad |
|-----------------------|-------------------------|
| Norden                | 53°                     |
| Mitte                 | 51°                     |
| Süden                 | 49°                     |

6. Nach der Wahl eines Breitengrades nimmt man ein zweites Blatt des Tonkartons und konstruiert folgendermaßen ein rechtwinkeliges Dreieck: Man legt das Blatt quer vor sich hin und misst an der linken unteren Ecke den gewählten Breitengrad als Winkel zur Unterseite des Blatts ab und zeichnet die Linie über das ganze Blatt. Skizze mit Beispielwinkel.
7. Von dieser ersten Linie soll senkrecht eine zweite Linie mit der Länge von 10 cm zum unteren Blattrand führen. Dazu wird die passende Stelle auf der ersten Linie durch Ausprobieren mit dem Geodreieck gesucht.
8. Die dritte Seite des Dreiecks beginnt im Schnittpunkt der zweiten Linie mit der Blattunterseite und führt senkrecht nach oben zur Blattoberseite und schneidet die erste Seite des Dreiecks (Skizze 4). Das so entstandene Dreieck (rot umrandet) wird ausgeschnitten.
9. Der so entstandene Schattenwerfer wird entlang der inneren Linie mit dem Cuttermesser 5 cm weit von der Unterseite aus eingeschnitten (rot markiert in Skizze 5), so dass Schattenwerfer und Zifferblatt zusammengesteckt werden können. Nun



Physik für  
Flüchtlinge  
Physics for all

richtet man den Schattenwerfer der Sonnenuhr mit Hilfe eines Kompasses oder einer Kompass-App mit dem Handy nach Norden aus.

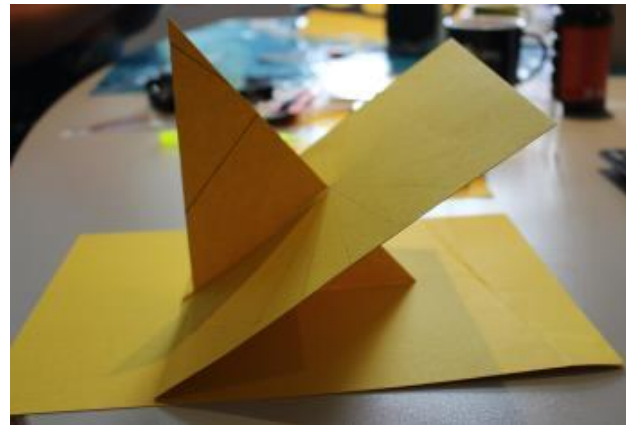


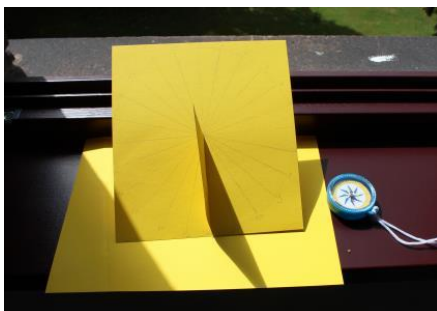
Abb.1 und 2: Sonnenuhr/DPG Schulz

### Beobachtung:

Bei Sonnenlicht entsteht durch den Schattenwerfer ein Schatten auf dem Zifferblatt. Die Grenze des Schattens zeigt die so genannte "Sonnenszeit" bzw. "wahre Ortszeit" an, die etwas von der gewöhnlichen Uhrzeit (der so genannten "Zonenzeit") abweichen kann. Hinweis: Die Sonnenuhr zeigt keine „Sommerzeit“ an und geht daher ausgerechnet im Sommer, in dem es viel Sonnenlicht gibt, eine Stunde nach.

### Erklärung:

Eine Sonnenuhr zeigt die Tageszeit anhand eines Schattens an; wobei als Schattenwerfer meist ein Stab dient, der sogenannte Polstab. Der Schattenwerfer ist parallel zur Erdachse

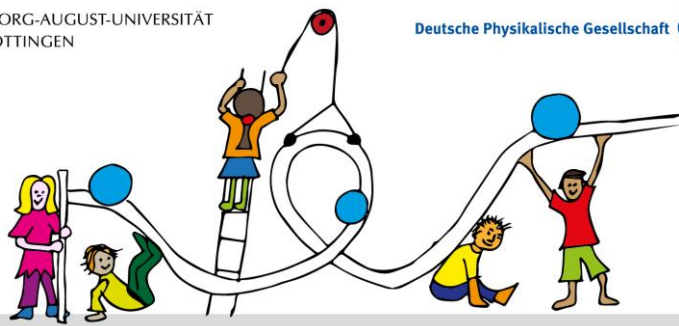


ausgerichtet – das bedeutet, dass sein Neigungswinkel zur Erdoberfläche von dem Breitengrad des Ortes abhängig ist, an dem sich die Sonnenuhr befindet. Während die Sonne von Ost nach West über den Himmel wandert, wandert auch der Schatten des Schattenwerfers auf dem Zifferblatt. Da die Erde in 24 Zeitzonen unterteilt

Abb. 3 Sonnenuhr/DPG Schulz

Autorin: Jessica Oertel, MExLab Physik



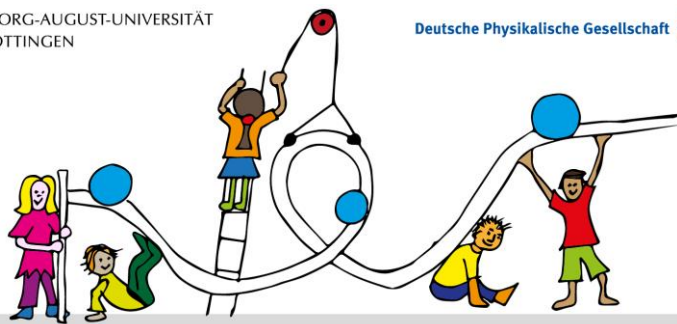


Physik für  
Flüchtlinge  
Physics for all

ist, in denen jeweils dieselbe Zeit festgelegt wurde, stimmt die angezeigte Sonnenuhrzeit nicht immer mit der tatsächlichen Uhrzeit auf unseren Uhren überein. Auch die Zeitumstellung zwischen Winter- und Sommerzeit kann die Sonnenuhr nicht anzeigen. Sonnenuhren werden heute nur noch zu Dekorationszwecken benutzt. Um die Zeit zu bestimmen, benutzen wir nicht mehr die Sonne, sondern andere periodische Vorgänge, wie Pendel, Schwingquarze oder die Frequenzen elektromagnetischer Wellen in Atomuhren.

## 2. Wir fliegen über Berge: Roter Vulkan

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Fachliche Inhalte</b>    | Warme und kalte Flüssigkeiten  |
| <b>Material</b>             | Erlenmeyerkolben klein (100 ml), Becherglas (1000 ml), Liquitex dunkelviolette Tinte, Paketschnur, Pipette<br>Selbst besorgen: Wasser (warm und kalt)  |
| <b>Kontext/Assoziation</b>  | Vulkan, Ozean, Strömung  |
| <b>Dauer</b>                | Wenn sich die Temperaturen angeglichen haben, ist die Farbe komplett verteilt, ca. 30 Minuten  |
| <b>Umgebung</b>             | drinnen und draußen möglich  |
| <b>Variationsvorschläge</b> | Falls zur Hand kann auch eine Plastikflasche (1 – 1,5 l) mit kaltem Wasser gefüllt werden und das warme gefärbte Wasser kann in einen kleinen Behälter (z.B. Backaroma-Fläschchen o.ä.) gefüllt werden;<br>Auch das kalte Wasser kann eingefärbt werden (z.B. mit Lebensmittelfarbe oder anderer Tinte), damit der Effekt nicht auf die Färbung des warmen Wasser zurückgeführt wird |
| <b>Tipp/Anmerkung</b>       | Bereits warmes Wasser aus der Leitung genügt, falls nicht vorhanden, kann warmes Wasser auch in einer Thermoskanne mitgebracht werden<br>Vorsicht: Beim Umgang mit heißem Wasser kann es zu Verbrühungen kommen und die Tinte hinterlässt Flecken, am  |



Physik für  
Flüchtlinge  
Physics for all

besten schützt man den Untergrund mit Folie oder Mülltüte o.ä.

### Durchführung:

Ein 30 cm langes Stück Paketschnur wird abgeschnitten und um den Hals des kleinen Erlenmeyerkolbens befestigt, so dass die Schnur einen Tragehenkel ergibt. In das große Gefäß werden ca. 850 ml kaltes Wasser gegeben. Der kleine Erlenmeyerkolben wird mit warmem Wasser und mithilfe der Pipette mit einigen Tropfen Tinte gefüllt und der Inhalt verrührt. Dann wird der kleine Kolben langsam in das große Gefäß abgesenkt.



Abb. 4: Roter Vulkan/DPG Schulz

### Beobachtung:

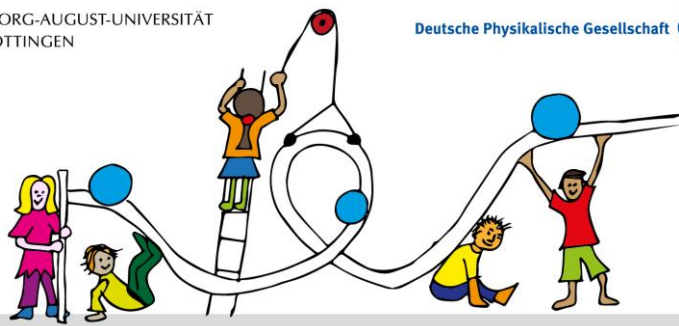
Während der kleine Kolben in das kalte Wasser getaucht wird, steigt das heiße, gefärbte Wasser wie Magma aus einem Vulkan im kalten Wasser in die Höhe. Das heiße, gefärbte Wasser sammelt sich zunächst im oberen Teil des großen Gefäßes. Sobald sich die Temperaturen angeglichen haben, ist das gefärbte Wasser komplett verteilt.

### Erklärung:

Wärme beschleunigt die Bewegung der Wasserteilchen, sodass sie sich voneinander wegbewegen. Das gefärbte, heiße Wasser hat dadurch eine geringe Dichte und deshalb einen

Autorin: Jessica Oertel, MExLab Physik





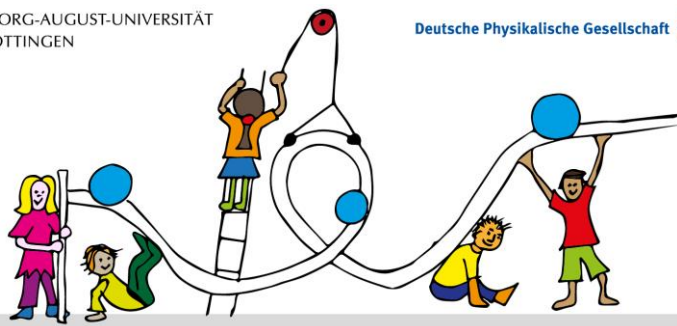
Physik für  
Flüchtlinge  
Physics for all

größeren Auftrieb und steigt nach oben auf. Das frei werdende Volumen im Kolben wird durch kaltes Wasser ersetzt. Erst wenn sich die Temperatur des warmen Wassers herabgesenkt hat und die gleiche Temperatur wie das restliche Wasser hat, sinkt es ab und vermischt sich mit dem kalten Wasser. Ähnliches kann man auch beim Erwärmen von Wasser in einem Topf beobachten. Töpfe aus Metall sind gute Wärmeleiter, die das Wasser am Boden des Topfes erwärmen. Das erwärmte Wasser steigt nach oben, kaltes Wasser ist nun am Boden, erwärmt sich und steigt nach oben. Durch diese Auf- und Abbewegung des Wassers (Konvektion), wird die Wärme im ganzen Wasser verteilt. Auch bei Meeren und Ozeanen spielt die Einwirkung von Wärme eine große Rolle. Dort strömen warme und kalte Wassermassen, die das Leben im Meer und das Klima der Erde beeinflussen. Sie entstehen aufgrund von Winden und Unterschieden in Temperatur und Salzgehalt des Wassers. Kaltes Wasser (dichter), das von den Polarmeeren kommt, fließt am Grund der Ozeane; warmes Wasser (weniger dicht) aus den tropischen Meeren und vom Äquator fließt dagegen an der Oberfläche.

### 3. Von großen Löchern: Unterschiedliche Krater auf der Erde

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Fachliche Inhalte</b>    | Vulkane, Krater, Materialeigenschaften, Weltraum  |
| <b>Material</b>             | Schale, Mischbecher (1000ml), Luftballons, Holzspieße, Murmeln, Unterlage (Müllsack), Mehl, Kakao<br>Selbst besorgen: Sand (Vogelsand)  |
| <b>Kontext/Assoziation</b>  | Wie entstehen Krater?   |
| <b>Dauer</b>                | Vorbereitungszeit nötig, Durchführung kurz  |
| <b>Umgebung</b>             | draußen oder drinnen möglich  |
| <b>Variationsvorschläge</b> | keine   |
| <b>Tipp/Anmerkung</b>       | Kinder zurücktreten lassen, da Sand herumspritzen kann, Untergrund am besten mit Folie oder Mülltüte abdecken; Platzen verursacht Geräusch, aber nicht laut, eher ein Ploppen |

Autorin: Jessica Oertel, MExLab Physik



Physik für  
Flüchtlinge  
Physics for all

Durchführung:

Ein Luftballon wird ein wenig aufgepustet, sodass dieser die Außenwände des Mischbechers nicht berührt und leicht im Mischbecher mit Sand bedeckt werden kann. Der Luftballon sollte nicht mehr sichtbar sein; dann bringt man ihn mit einem Holzspieß zum Platzen. Dabei entsteht ein Krater, wie er auch auf der Erde bei Gasblasen unter einer Oberfläche oder bei Vulkanen zu beobachten ist.



Abb. 5: Krater/DPG Schulz

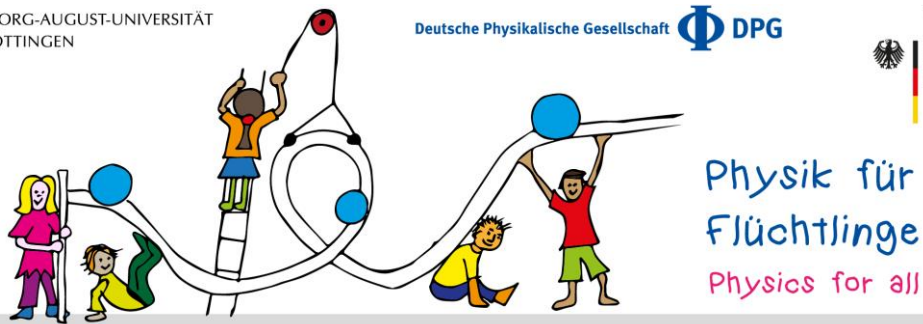
Im zweiten Teil wird zunächst Mehl in die Schale gefüllt. Anschließend wird Kakao dazu gemischt; dies verbessert die Sichtbarkeit der gleich folgenden Kraterbildung. Aus verschiedenen Höhen und aus verschiedenen Winkeln werden Murmeln oder andere Gegenstände unterschiedlichen Gewichts auf die Oberfläche geworfen. Die dabei



Abb. 6: Krater /DPG Schulz



Abb. 7: Krater /DPG Schulz



entstehenden Krater werden mit dem ersten Krater verglichen.

#### Beobachtung:

Beim Platzen des Luftballons entsteht ein Krater in der Schale. Beim Werfen der Murmeln auf die Oberfläche entstehen ebenfalls Krater, die von der Abwurfhöhe und vom Abwurfwinkel abhängen. Beide Entstehungsformen zeigen unterschiedliche Kraterformen.

#### Erklärung:

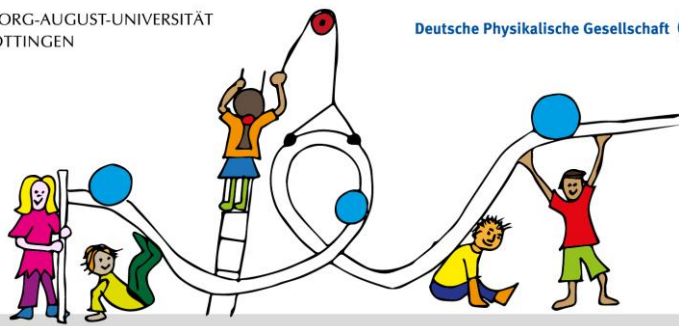
Bei einem Vulkanausbruch entweichen das darunterliegende Gas und flüssiges Gestein meist abrupt. Während das Gas ausströmt, bricht die Oberfläche ein und es entsteht ein Krater. Auf der Erde sind durch vulkanische Aktivitäten auch solche Krater entstanden, z. B. in Deutschland in der Eifel (Laacher See), dort haben sich die entstandenen Krater mittlerweile mit Wasser gefüllt.

Die zweite Entstehungsform entspricht dem Einschlag von Meteoriten oder dem Einschlag von größeren Gesteinsbrocken, die aus einem Vulkan geschleudert werden (z. B. Nördlinger Ries). Der Einschlag einer schweren Masse schleudert leichteres Material hoch.

## 4. Die Regenbogen-Station: CD-Spektroskop

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Fachliche Inhalte</b>    | Zerlegung von Licht, Licht und Farben  |
| <b>Material</b>             | Kopiervorlage (Anlage 1: Spektroskop), 1 Din A4 Seite Papier, Schere, Cuttermesser, Bastelkleber, CD-Stück, Schneidunterlage |
| <b>Kontext/Assoziation</b>  | Wie entsteht ein Regenbogen?<br>Welche Farbe hat das Licht?  |
| <b>Dauer</b>                | 30-45 Min.   |
| <b>Umgebung</b>             | Beliebiger Raum, Lichtquellen nötig, Tische als Bastelunterlage  |
| <b>Variationsvorschläge</b> | Verschiedene Lichtquellen miteinander vergleichen<br>Spektrum abzeichnen, dokumentieren                                      |

Autorin: Jessica Oertel, MExLab Physik



Physik für  
Flüchtlinge  
Physics for all

|                       |  |
|-----------------------|--|
|                       | Über unterschiedliche Märchen und Sagen zur Entstehung des Regenbogens reden   |
| <b>Tipp/Anmerkung</b> | <p>Für jüngere Kinder ist beim Schneiden und Kleben Unterstützung nötig.</p> <p>Vorsicht: Beim Zerschneiden der CD in kleinere Stücke können kleine Splitter herumfliegen. Einfacher ist das Zerschneiden mit einer Blechschere (falls vorhanden).</p> <p>Eine optimierte Vorlage des CD-Spektroskops ist im Anhang vorhanden.</p> |

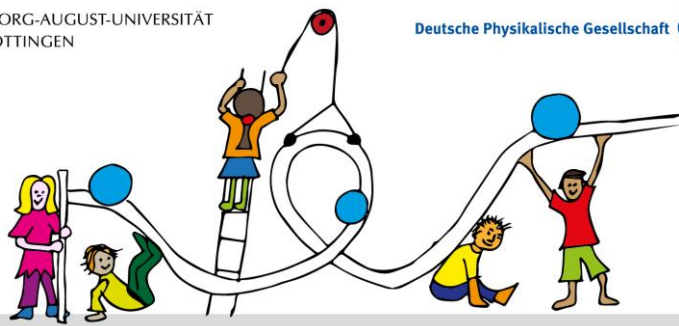
Durchführung:

Die Kopiervorlage wird ausgeschnitten (auf einem DIN-A 4-Blatt sind zwei Vorlagen zum selbst ausdrucken vorbereitet). Die kurzen Striche an den Klebelaschen werden bis zur gestrichelten Linie eingeschnitten.

Mit einem Cuttermesser werden das Sichtfenster (Rechteck) und der schmale Lichtschlitz ausgeschnitten. Tipp: Mit Hilfe eines Lineals als Schnittkante wird das Schnittfenster akkurater. Entlang der gestrichelten Linien wird das Spektroskop vorgefaltet, sodass die beschriftete Seite nach innen zeigt.

Anschließend wird das CD-Stück mit der reflektierenden Seite nach oben eingeklebt. Sobald der Kleber getrocknet ist, wird Segment für Segment mithilfe der Klebelaschen zusammengeklebt. Den Lichtschlitz richtet man in Richtung verschiedener Lichtquellen (z. B. Glühlampe, Sonnenlicht, Leuchtstoffröhre) und schaut durch das Sichtfenster auf das CD-Stück.





Physik für  
Flüchtlinge  
Physics for all

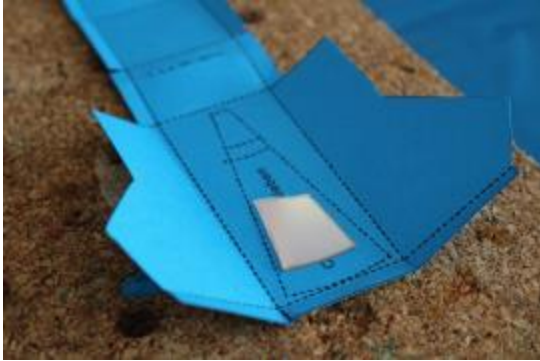


Abb. 8: CD-Spektroskop/DPG Schulz



Abb. 9: CD-Spektroskop/DPG Schulz

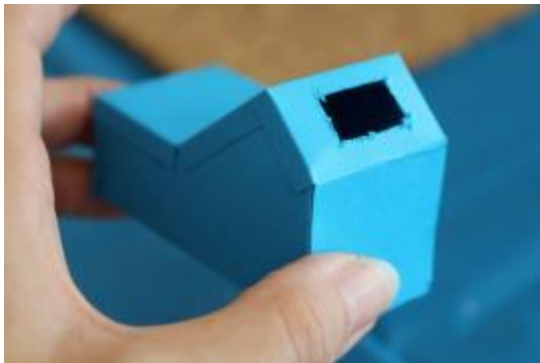


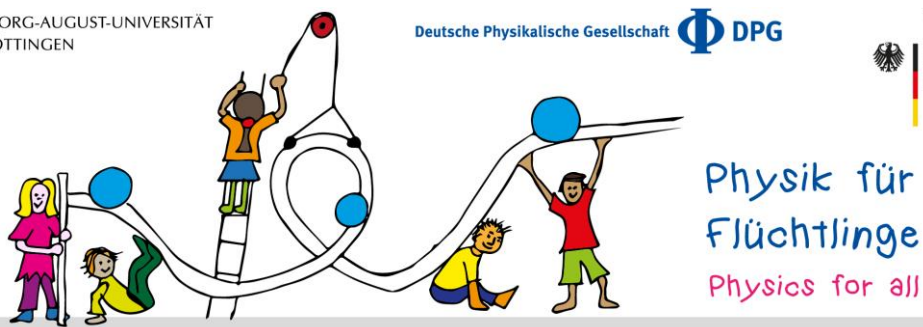
Abb. 10: CD-Spektroskop/DPG Schulz



Abb. 11: CD-Spektroskop/DPG Schulz

### Beobachtung:

Auf dem CD-Stück sind farbige Streifen zu erkennen. Für Sonnenlicht, Leuchtstoffröhren oder Leuchtdioden zeigt sich eine Farbfolge von blau über grün, gelb nach rot. Blaues Licht wird in Bezug auf die einfallenden Lichtstrahlen am wenigsten stark am Gitter der CD gebeugt, rotes Licht am stärksten. Bei Sonnenlicht oder einer herkömmlichen Glühlampe ist zudem ein fließender Übergang zwischen den Farben zu erkennen (sogenanntes kontinuierliches Spektrum). Lichtquellen wie Leuchtstoffröhren oder Leuchtdioden zeigen im Spektrum deutlich voneinander abgegrenzte Farblinien (sogenanntes Linienspektrum oder diskretes Spektrum).



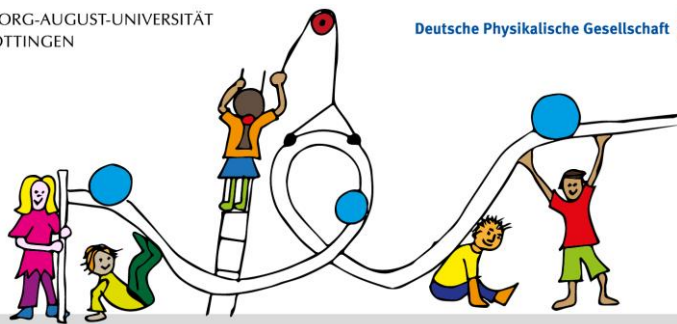
### Erklärung:

Die Zerlegung des weißen Lichts in die Spektralfarben gelingt bei diesem Versuch an einem Gitter (auf der CD), nicht mit einem Prisma (wie beim Regenbogen). Diese Zerlegung des weißen Lichtes in die Spektralfarben beruht auf wellenlängenabhängigen Interferenzen bei der Reflexion am Gitter auf der Oberfläche der CD. Es kommt dabei zu einer Verstärkung oder zu einer Auslöschung verschiedener Wellenlängen (Farben). Für jede Wellenlänge ergibt sich ein optimaler Reflexionswinkel. Je breiter der Lichtschlitz ist, desto mehr Licht fängt das Spektroskop ein, folglich können auch schwache Lichtquellen untersucht werden, aber die Spektrallinien werden unschärfer. Interferenzphänomene, die im Alltag mit bloßem Auge zu beobachten sind, sind häufig auf die Wirkung von optischen Gittern zurückzuführen. Solche gitterartigen Strukturen besitzen z. B. die Federn mancher Vögel oder die Flügel einiger Schmetterlinge. Erkennbar sind diese Strukturen daran, dass sich der Farbeindruck mit dem Blickwinkel ändert.

## 5. Spuren im Sand: Riesel-Räder

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Fachliche Inhalte</b>    | Strukturbildung, Granulare Materie, Selbstorganisation                            |
| <b>Material</b>             | Petrischale und Deckel, Bastelkleber, Salz und Mohn<br>Selbst besorgen: Teelöffel |
| <b>Kontext/Assoziation</b>  | Strukturbildung in der Natur, z.B. Sandrippel, Müslieffekt                        |
| <b>Dauer</b>                | längere Trocknungszeit  |
| <b>Umgebung</b>             | Beliebiger Raum, draußen oder drinnen möglich                                     |
| <b>Variationsvorschläge</b> | verschiedene Geschwindigkeiten beim Drehen<br>Lawinen beobachten                  |
| <b>Tipp/Anmerkung</b>       | Ein Anschauungsexemplar des Rieselrads im Vorhinein vorbereiten                   |





## Physik für Flüchtlinge

Physics for all

### Durchführung:

Der Deckel der Petrischale wird am äußeren Rand der Innenseite rundum mit ausreichend Bastelkleber versehen. In die Petrischale füllt man drei gestrichene TL Salz und einen gestrichenen TL Mohn. Der Deckel wird auf die Schale gebracht und es wird so lange gewartet bis der Kleber völlig getrocknet ist. Dabei darf das Rieselrad nicht bewegt werden, da sonst der Inhalt in den noch flüssigen Kleber gelangt.



Abb. 12: Riesel-Räder/DPG Schulz



Abb. 13: Riesel-Räder/DPG Schulz



Abb. 14: Riesel-Räder/DPG Schulz



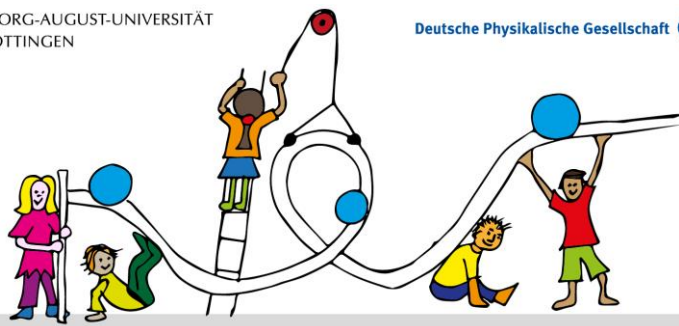
Abb. 15: Riesel-Räder/DPG Schulz

### Beobachtung:

Durch Drehen des Rieselrades entstehen verschiedene Muster bzw. Strukturen. Salz und Mohn wechseln sich ab.

### Erklärung:

Das selbständige Herausbilden eines Ordnungszustandes ist in der Natur immer wieder mit Staunen zu beobachten. Diese Mechanismen zur Strukturbildung findet man in Ameisen- und Bakterienkolonien, Zellmembranen, Kalksandsteingebirgen, Vogel- und Fischschwärmen und



Physik für  
Flüchtlinge  
Physics for all

auf Tiger- und Zebrafellern. Dreht man das Rieselrad schnell, vermischen sich die beiden Materialien. Dreht man aber das Rad langsam, sodass das Gemisch fließen kann, stellt man fest, dass sich die Substanzen von selbst ordnen. Auf der Abbildung 16 erkennt man deutlich helle und dunkle Bereiche. Diese sind auf die unterschiedliche Struktur und Größe der beiden körnigen Substanzen zurückzuführen. Das Salz ist kleiner und kantiger als der große, runde Mohn. Dieser setzt sich in die Hohlräume des Salzes und bildet somit eine glatte Oberfläche für die Salzkörner, so dass diese leicht den Hang herunterrutschen können. Anschließend rutscht der Mohn hinunter und füllt die Hohlräume aus und der Entmischungsprozess nimmt seinen Lauf.

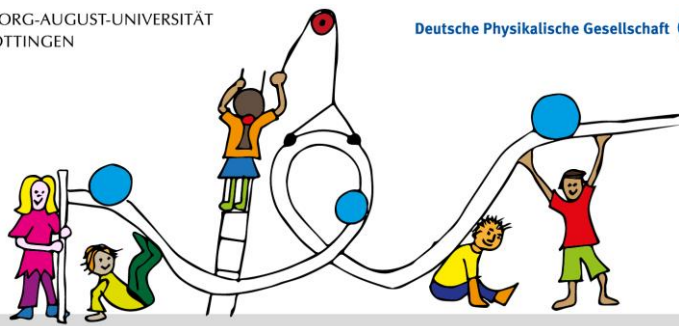
## 6. Sausen und Brausen: Windrad bauen

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Fachliche Inhalte</b>    | Wind, Energie  |
| <b>Material</b>             | Dickeres Papier (160g/m <sup>2</sup> ), Draht, bunte Perlen, Weichholz-Rundstab, Bastelkleber, Klebefilm, Schere   |
| <b>Kontext/Assoziation</b>  | Wo stehen viele Windräder? Holland, Dänemark, Norwegen, Deutschland/Nordsee (Offshore-Park)  |
| <b>Dauer</b>                | ca. 15 Min.  |
| <b>Umgebung</b>             | draußen oder drinnen   |
| <b>Variationsvorschläge</b> | Papier vorher oder nachher bunt ausmalen   |
| <b>Tipp/Anmerkung</b>       | Für kleinere Windräder können aus einem Bogen DIN A4 zwei Quadrate geschnitten werden. Das spart Papier.<br>Der vorhandene Draht ist sehr fest und nicht leicht zu verbiegen, am besten durch weicheren Draht ersetzen oder entsprechendes Werkzeug mitnehmen. |

### Durchführung:

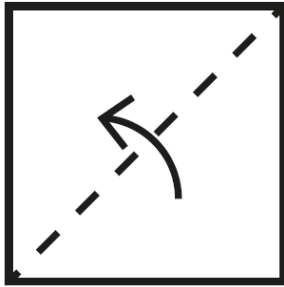
Ein quadratisches Stück des dickeren Papiers wird jeweils in den beiden Diagonalen zu Dreiecken gefaltet und wieder geöffnet (Skizze 4).

Autorin: Jessica Oertel, MExLab Physik

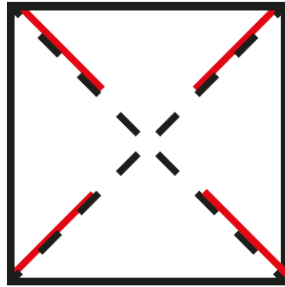


Physik für  
Flüchtlinge  
Physics for all

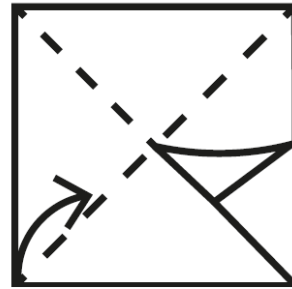
An den Faltlinien werden ca. 12 cm abgemessen und eingeschnitten (rot markiert/Skizze 5). Bei der Papiersparvariante entsprechend weniger. Jede zweite Ecke wird in die Mitte gelegt und entweder mit Bastelkleber oder Klebeband fixiert (Skizze 6).



Skizze 4



Skizze 5



Skizze 6

Mit einer Schere wird nach dem Trocknen vorsichtig ein Loch in die Mitte gebohrt. Ein ca. 10 cm langes Stück des Drahtes wird durch das Loch geführt und vorne mit einer Holzperle verschlossen. Auch hinter dem Windrad wird eine Holzperle zum Verschließen angebracht. Der restliche Draht wird um den Rundstab gewickelt, sodass das Windrad sich frei bewegen kann.



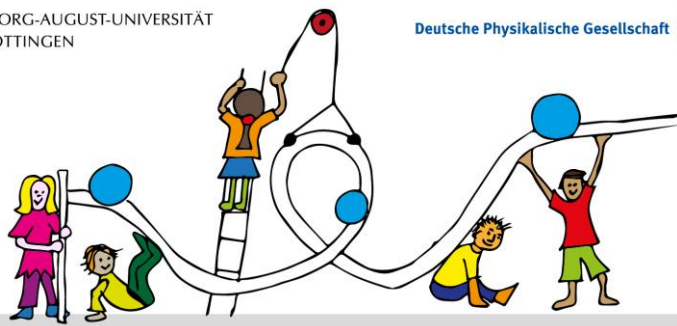
Abb. 16: Windrad/DPG Schulz



Abb. 17: Windrad/DPG Schulz

Beobachtung:

Die Flügel des Windrades drehen sich bei Wind, bei Pusten gegen die Flügel oder bei gleichmäßiger Bewegung.



Physik für  
Flüchtlinge  
Physics for all

Erklärung:

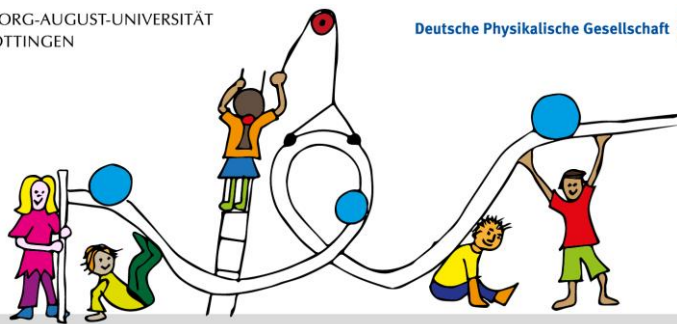
Ein klassisches Windrad wird dazu genutzt, Bewegungsenergie als mechanische Energie nutzbar zu machen. Die Flügel wandeln die Energie aus dem einströmenden Wind in Rotationsenergie um.

## 7. Hören und Staunen: Der singende Löffel

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Fachliche Inhalte</b>    | Schwingungen, Akustik  |
| <b>Material</b>             | Paketschnur<br>Selbst besorgen: Esslöffel  |
| <b>Kontext/Assoziation</b>  | das menschliche Ohr, Töne, Musik   |
| <b>Dauer</b>                | kurz   |
| <b>Umgebung</b>             | Beliebiger Raum  |
| <b>Variationsvorschläge</b> | Verschiedene Materialien zum Anschlagen testen<br>Ohr beim Anschlagen an Tischkante auf den Tisch legen<br>Unterschiedliche Schnurlängen und Löffelgrößen ausprobieren |
| <b>Tipp/Anmerkung</b>       | Auf Material des Löffels achten, vorher testen   |

Durchführung:

An einem Löffel wird ein ca. 1 m langes Stück Paketschnur so befestigt, dass der Löffel mittig hängen kann. Die beiden Enden der Schnur werden möglichst nah an der Fingerspitze um die Zeigefinger gewickelt und ins Ohr gehalten. Der Löffel kann entweder selbstständig an einer Tischkante o. ä. angeschlagen werden oder mit einem anderen Gegenstand von einer zweiten Person angeschlagen werden.



Physik für  
Flüchtlinge  
Physics for all



Abb. 18: Singender Löffel/DPG Schulz



Abb. 19: Singender Löffel/DPG Schulz

### Beobachtung:

Es erklingt ein glockenähnlicher, lauter Ton im Ohr.

### Erklärung:

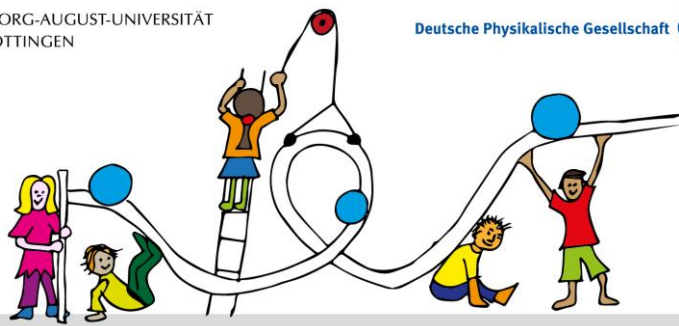
Durch das Anschlagen des Löffels wird dieser in Schwingungen (Eigenschwingung) versetzt. Die Schwingungen breiten sich über die Paketschnur bis ins Ohr fort, sodass der Ton dort als Körperschwingung wahrgenommen wird und an eine Glocke erinnert.

## 8. Vom Schreiben mit Farben: Papierchromatografie

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Fachliche Inhalte</b>    | Trennung von Stoffen, Farbmischung   |
| <b>Material</b>             | Mischbecher (1000 ml), Filzstifte, Filterpapier<br>Selbst besorgen: Wasser   |
| <b>Kontext/Assoziation</b>  | Welche Farben stecken im schwarzen Filzstift?  |
| <b>Dauer</b>                | kurz, wenige Minuten   |
| <b>Umgebung</b>             | drinnen (falls es nicht zu windig ist, ist auch eine Durchführung draußen möglich)   |
| <b>Variationsvorschläge</b> | Durch Aufbringen von Wassertropfen mit einer Pipette auf das bemalte Filterpapier kann eine Auftrennung der Farbbestandteile ebenfalls beobachtet werden, zusätzlich wird das Arbeiten mit |

Autorin: Jessica Oertel, MExLab Physik





Physik für  
Flüchtlinge  
Physics for all

|                       |                                  |
|-----------------------|----------------------------------|
|                       | einer Pipette als Werkzeug geübt |
| <b>Tipp/Anmerkung</b> | keine                            |

Durchführung:

Ein Filterpapier wird in der Mitte kreuzweise eingeschnitten. Mit Filzstiften werden Striche rund um den Einschnitt aufgebracht. Ein zweites Filterpapier wird gerollt und durch den Einschnitt des bemalten Filterpapiers gebracht. Ein Plastikbecher wird zur Hälfte mit Wasser gefüllt und das zusammengesteckte Papier so auf den Becher gelegt, dass das gerollte Filterpapier im Wasser hängt.

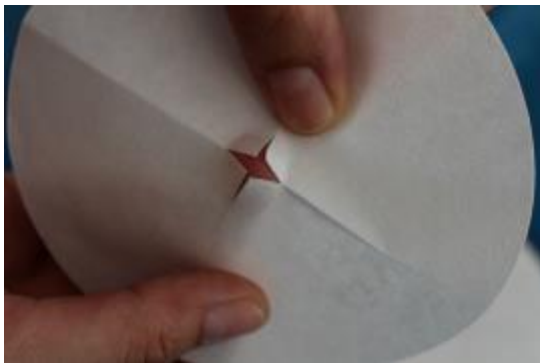


Abb. 20: Papierchromatographie/DPG Schulz

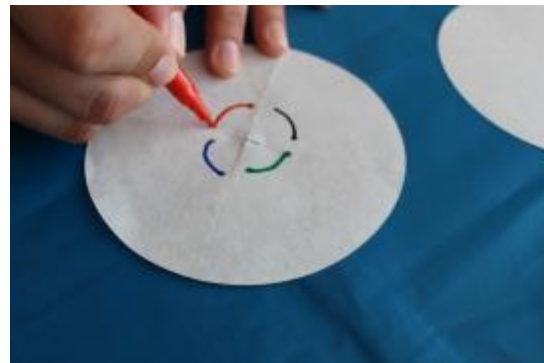


Abb. 21: Papierchromatographie/DPG Schulz

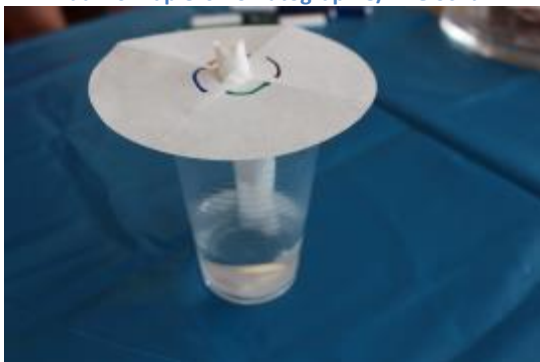


Abb. 22: Papierchromatographie/DPG Schulz

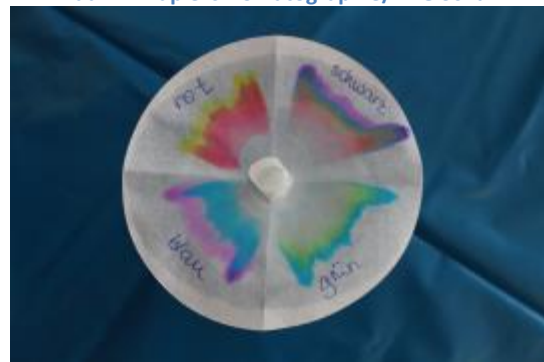


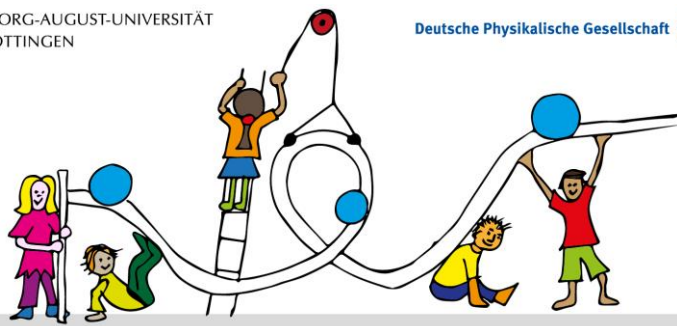
Abb. 23: Papierchromatographie/DPG Schulz

Beobachtung:

Das Filterpapier saugt sich mit Wasser voll. Das Wasser breitet sich langsam von der Mitte über das bemalte Papier bis zum Rand hin aus. Auf dem bemalten Filterpapier entsteht ein farbiges Muster.

Autorin: Jessica Oertel, MExLab Physik





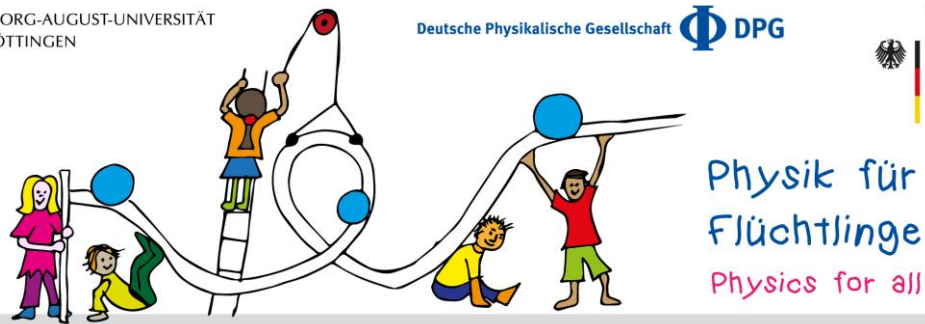
Physik für  
Flüchtlinge  
Physics for all

### Erklärung:

Bei der Papierchromatografie werden die einzelnen Farbkomponenten der Filzstifte durch das Wasser aufgetrennt, da diese sich je nach Farbe unterschiedlich gut im Wasser lösen bzw. die Farbpigmente unterschiedlich gut über das Filterpapier transportiert werden. Man erkennt, dass die Farbe eines Filzstiftes aus mehreren Farbstoffen zusammengesetzt ist, die mit der Chromatographie wieder getrennt werden.

## 9. Pendelei: Klick-Klack-Pendel

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Fachliche Inhalte</b>    | Fadenpendel, Kugelstoßpendel, Energieübertragung   |
| <b>Material</b>             | Trinkhalme, Schere, Holzperlen, Nylonfaden, Klebefilm  |
| <b>Kontext/Assoziation</b>  | Was passiert, wenn eine Perle gegen die anderen prallt?<br>Bewegt sich die Perle in der Mitte?<br>Was passiert, wenn zwei oder mehr Perlen ausgelenkt werden?  |
| <b>Dauer</b>                | ca. 30 Min.  |
| <b>Umgebung</b>             | drinnen, Bastelunterlage nötig   |
| <b>Variationsvorschläge</b> | keine  |
| <b>Tipp/Anmerkung</b>       | Aufbau des Pendels nur in Partnerarbeit möglich; dieser Aufbau eines Newton-Pendels ist keinesfalls gleichzusetzen mit einem stabilen Newton-Pendel aus Metall: die Strohhalme sowie die Länge der Fäden sind nur mäßig exakt auszurichten, im Gegensatz zum stabilen Newton-Pendel schwingen die Holzperlen nur wenige Male hin und her; die Unterschiede zwischen diesen beiden Pendeln können mit älteren Kindern diskutiert werden, indem bspw. ein Video eines originalen Newton-Pendels gezeigt wird |



### Durchführung:

Acht Strohhalm werden so gekürzt, dass beide Stücke neben der Knickstelle gleich lang sind.

Je zwei Strohhalm werden zusammengesteckt, indem ein Strohhalmende zusammengedrückt wird und in das jeweils andere Endstück des zweiten Strohhalms geschoben wird.

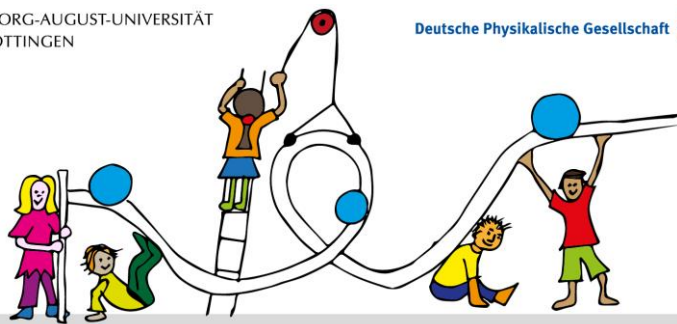
Die so verbundenen Strohhalmstücke werden zu U-Rohren verbogen, sodass vier U-Rohre derselben Größe entstehen (vgl. Abbildung 25).

Die U-Rohre werden so zusammengesteckt, dass sie ein Gerüst wie in Abbildung 26 und 27 ergeben. Dabei sollten die Strohhalm gleich weit ineinandergeschoben werden.

Um die Konstruktion zu stabilisieren, werden aus zwei Strohhalmenden zwei Stücke passend geschnitten, sodass sie der Breite der Konstruktion entsprechen. Mit Klebeband und einer weiteren helfenden Hand werden die Stützen oben zwischen zwei gegenüberliegenden Seiten angebracht.

Aus dem Nylonfaden werden fünf Stücke mit einer Länge von jeweils 30 cm abgeschnitten. Nachdem die Holzperle aufgefädelt wurde, werden beide Enden des Fadens an die beiden gegenüberliegenden Längsseiten der Konstruktion geknotet. Wichtig ist, dass die Holzperlen alle auf der gleichen Höhe angebracht werden.

Um die ganze Konstruktion zu stabilisieren, kann das Pendel auf ein Blatt Papier oder ein Stück Pappe geklebt werden.



Physik für  
Flüchtlinge  
Physics for all



Abb. 24: Pendel/DPG Schulz



Abb. 25: Pendel/DPG Schulz



Abb. 26: Pendel/DPG Schulz



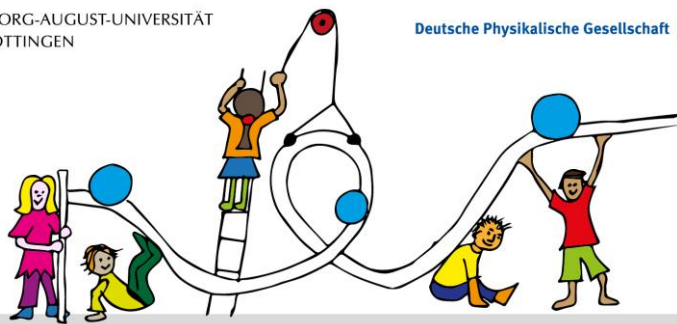
Abb. 27: Pendel/DPG Schulz

### Beobachtung:

Lenkt man eine oder mehrere Holzperlen aus und lässt sie gegen die verbliebenen Perlen prallen, werden die zuvor ruhenden Perlen ebenfalls ausgelenkt und stoßen anschließend die ersten Perlen wieder an. Das Pendel schwingt hin und her.

### Erklärung:

Zum einfachen Verständnis vernachlässigen wir hier äußere Einflüsse wie beispielsweise Reibung und Luftwiderstand. Eine Kugel oder Perle, die sich bewegt, besitzt aufgrund ihrer Masse und ihrer Geschwindigkeit einen Impuls. Dieser bleibt solange erhalten, wie kein Einfluss auf die Kugel oder die Perle ausgeübt wird (Impulserhaltungssatz). Hebt man die am weitesten links hängende Perle an und lässt sie auf die nächste ruhende Perle prallen, so gibt sie ihren Impuls komplett an diese weiter (elastischer Stoß). Das bedeutet, dass der Gesamtimpuls vor und nach dem Stoß erhalten bleibt. Danach wird der Impuls solange unter den ruhenden Perlen weitergegeben, sodass die letzte Perle genauso weit ausgelenkt wird,



Physik für  
Flüchtlinge  
Physics for all

wie man die erste Perle angehoben hat. Dafür ist entscheidend, dass alle Perlen gleich schwer sind. Prallt danach die am weitesten rechts hängende Perle wieder zurück auf ihre benachbarte ruhende Perle, läuft der ganze Prozess in die andere Richtung. Das Ganze funktioniert auch dann, wenn man zu Beginn zwei (oder mehr) Perlen anhebt, denn dann werden am anderen Ende der Gruppe ebenfalls zwei (oder mehr) Perlen ausgelenkt. An dieser Stelle kommt der Energieerhaltungssatz zum Tragen, der dafür sorgt, dass eine Perle am Ende nicht den gesamten Impuls der beiden Perlen am Anfang aufnimmt, da sich die Energie des gesamten Systems in diesem Fall ändern würde. Das Klick-Klack-Pendel wird auch Newton-Pendel oder Newton-Wiege genannt und geht auf den französischen Physiker Edme Mariotte zurück.

## 10. Die Welt steht Kopf: Hohlspiegel

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Fachliche Inhalte</b>    | Weltraum, Spiegelungen, Vergrößerung und Verkleinerung                                 |
| <b>Material</b>             | Hohlspiegel, weißes Papier, Filzstifte oder Bleistifte                                 |
| <b>Kontext/Assoziation</b>  | Wie funktioniert ein Teleskop?<br>Was passiert mit dem Spiegelbild?                    |
| <b>Dauer</b>                | kurz   |
| <b>Umgebung</b>             | Fenster und helle Projektionsfläche notwendig  |
| <b>Variationsvorschläge</b> | Das Abbild kann auch auf ein weißes Blatt Papier projiziert und nachgezeichnet werden. |
| <b>Tipp/Anmerkung</b>       | keine  |

### Durchführung:

Mithilfe des Kosmetikspiegels wird ein Blick durch das Fenster von außen (z. B. gegenüberliegende Gebäude oder Bäume) nach innen auf einer hellen Wand oder auf einem hellen Vorhang abgebildet.

Autorin: Jessica Oertel, MExLab Physik

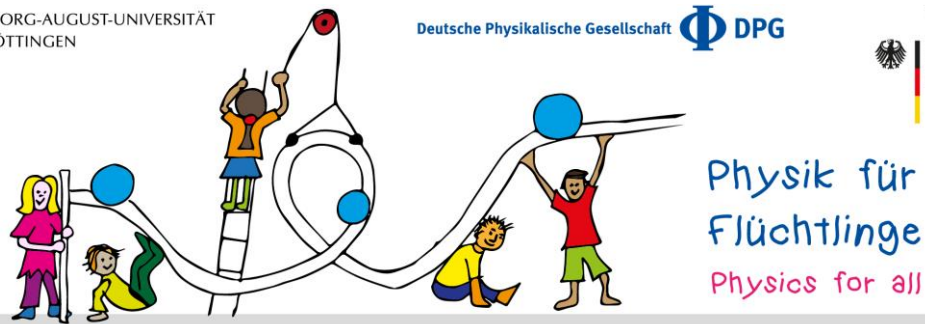


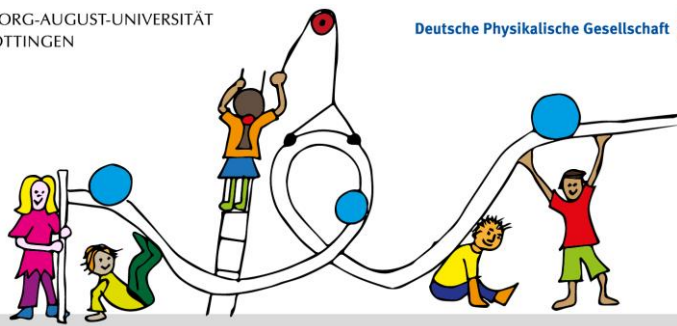
Abb.28: Hohlspiegel/DPG Schulz

### Beobachtung:

Bei der richtigen Entfernung und Neigung des Spiegels zum Fenster kann man auf der Wand eine kleine, auf dem Kopf stehende Abbildung erkennen.

### Erklärung:

Die Oberfläche des Hohlspiegels ist nach innen gewölbt. Lichtstrahlen, die schräg zu seiner Mittelachse einfallen, werden, wie bei einem Spiegel, gemäß dem Einfallswinkel reflektiert. Obwohl das auch bei parallel zur Mittelachse eintreffenden Strahlen der Fall ist, bilden sie dennoch einen Spezialfall. Denn in welchem Winkel sie zurückgeworfen werden, hängt von ihrem Abstand zur Mittelachse ab: Je weiter die Strahlen von ihr entfernt sind, desto größer ist der Reflexionswinkel und umgekehrt. Durch diese unterschiedlichen Ablenkungen wird es möglich, dass sich alle reflektierten Strahlen in einem Punkt, dem Brennpunkt, schneiden. Befindet sich der gespiegelte Gegenstand vor dem Brennpunkt, werden die Strahlen so gespiegelt, dass sie sich alle an einem Ort vor dem Spiegel treffen. Dort entsteht ein kleines auf dem Kopf stehendes Bild (reelles Bild). Ist das Objekt zwischen Brennpunkt und Spiegel positioniert, entsteht hinter der Spiegelebene ein vergrößertes, aufrechtstehendes Bild. Man erhält es durch rückwärtige Verlängerung der reflektierten Lichtstrahlen und spricht in diesem Fall von einem virtuellen Bild, weil man es nicht auf dem Schirm auffangen kann. Befindet sich der Gegenstand genau im Brennpunkt, werden die Strahlen so zurückgeworfen, dass sie sich weder vor dem Spiegel, noch hinter ihm in einem Punkt schneiden. Dadurch



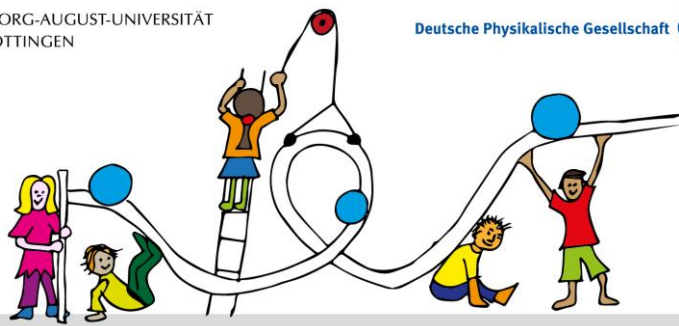
Physik für  
Flüchtlinge  
Physics for all

entsteht ein verschwommenes Bild des Gegenstandes. Auch ein sauberer Suppenlöffel zeigt die Eigenschaften eines Hohlspiegels. Den Vergrößerungseffekt des Hohlspiegels nutzt man beim Schminkspiegel oder beim Rasierspiegel. Auch in Spiegelteleskopen werden Hohlspiegel eingesetzt, um weit entferntes Licht, das von den Sternen zu uns auf die Erde kommt, zu bündeln. Erst dadurch wird es möglich, das weit entfernte Sternenlicht zu untersuchen.

## 11. Ab durch die Luft: Raketenballon

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Fachliche Inhalte</b>    | Rückstoßprinzip, Antrieb   |
| <b>Material</b>             | Luftballons, Klebefilm, Trinkhalm, Nylonschnur oder Bindfaden aus der Naturfaser, Handluftpumpe  |
| <b>Kontext/Assoziation</b>  | Weltraumflug, Flug der Störche zur nächsten Station  |
| <b>Dauer</b>                | Wenige Minuten   |
| <b>Umgebung</b>             | Platz nötig, leerer Raum oder draußen  |
| <b>Variationsvorschläge</b> | Konstruktionswettbewerb: Welche Rakete ist schneller?<br>Eine Seite der Schnur hochhalten als Mond, Countdown abzählen bis zum Start<br>unterschiedliche Reibung zwischen verschiedenen Schnüren untersuchen |
| <b>Tipp/Anmerkung</b>       | Gruppenarbeit, verschiedene Aufgaben verteilen (Luftballon festhalten, Schnur an beiden Enden halten, Luftballon festkleben)<br>Kinder können Luftballon behalten  |





Physik für  
Flüchtlinge  
Physics for all

Durchführung:

Ein 2-3 m langes Stück einer Nylonschnur wird geschnitten bzw. abgerollt. Die Nylonschnur wird durch den Strohhalm gefädelt. Ein Luftballon wird aufgepustet, nicht verschlossen und an der Rundung mit einem Klebestreifen so an den Strohhalm geklebt, dass die Öffnung des Luftballons möglichst parallel zum Strohhalm ausgerichtet ist (vgl. Abbildung 29). Die Schnur wird gespannt (vgl. Abbildung 30).



Abb.29: Raketenballon/DPG Schulz



Abb.30: Raketenballon/ DPG Schulz

Beobachtung:

Lässt man den Luftballon los, entweicht die Luft und versetzt den Strohhalm mit dem Luftballon in eine Vorwärtsbewegung.

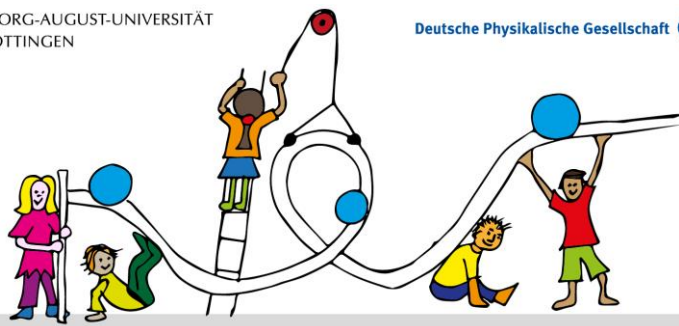
Erklärung:

Der Strohhalm bewegt sich aufgrund des Rückstoßprinzips, welches immer dann wirksam wird, wenn von einem Körper etwas weggeschleudert oder in eine bestimmte Richtung abgegeben wird. Indem die Luft aus dem Luftballon entweicht, erfährt der Raketenballon eine Kraft in die entgegengesetzte Richtung.

## 12. Jetzt wird gewirbelt: Flaschentornado

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>Fachliche Inhalte</b> | Wirbel  |
| <b>Material</b>          | Verbindungsstück (Kunststoff-Adapter)<br>Selbst besorgen: 2 Mehrwegflaschen, Wasser |

Autorin: Jessica Oertel, MExLab Physik



Physik für  
Flüchtlinge  
Physics for all

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Kontext/Assoziation</b>  | Tornados, Hurricanes, Wirbelsturm   |
| <b>Dauer</b>                | kurz  |
| <b>Umgebung</b>             | drinnen und draußen möglich   |
| <b>Variationsvorschläge</b> | keine   |
| <b>Tipp/Anmerkung</b>       | Deckel mit Ring vollständig ablösen<br>Öffnung mit Klebeband abdichten, falls es leckt<br>PET-Flaschen sind ggf. zu weich |

Durchführung:

Eine leere Mehrweg-Flasche wird mit Wasser gefüllt. Mit dem Adapter wird eine zweite leere Flasche angeschlossen.



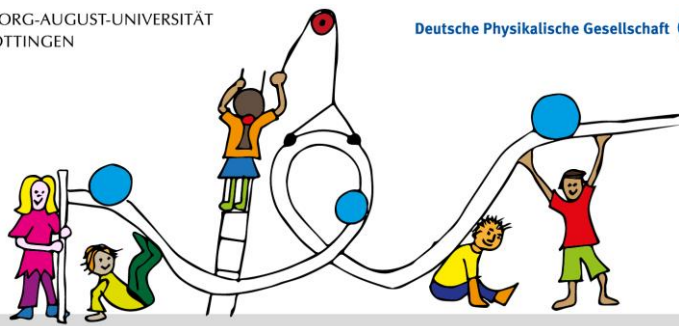
Abb. 31: Flaschentornado/DPG Schulz



Abb. 32: Flaschentornado/DPG Schulz

Beobachtung:

Man versucht, das Wasser in die leere Flasche zu bekommen. Durch reines Kippen ist es nicht oder nur langsam möglich, das Wasser in die leere Flasche zu bringen. Stattdessen dreht man die Flaschen im Kreis, als würde man in einer Schüssel damit rühren. Dadurch entsteht ein Wirbel, der dafür sorgt, dass das Wasser in die leere Flasche fließen kann.



Physik für  
Flüchtlinge  
Physics for all

### Erklärung:

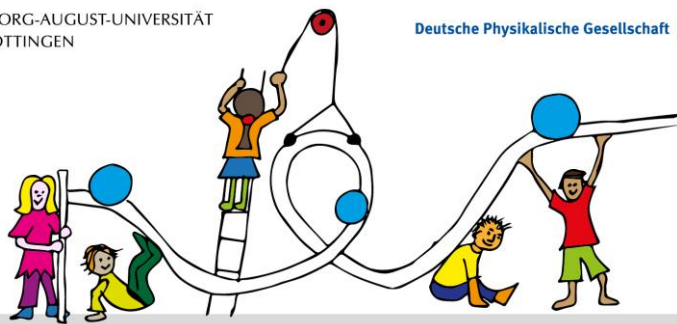
Dreht man die Flaschen nur herum, sodass sich das Wasser in der oberen Flasche befindet, so wird das Wasser nur sehr langsam nach unten abfließen. Die Luft in der unteren Flasche verhindert ein Abfließen des Wassers, das zeigen Luftbläschen, die beim Drücken der unteren Flasche aufsteigen. Versetzt man diese Anordnung in kreisende Bewegung, kann sich in der oberen Flasche ein Wasserwirbel bilden. Im Zentrum des Wirbels kann nun Luft aus der unteren Flasche nach oben entweichen und Platz für das Wasser machen. Das Wasser fließt rotierend in einer Ringform nach unten ab.

Ein Wirbelsturm entsteht, wenn hoch liegende kalte Luft auf tiefere warme Luft trifft. Es bildet sich eine spiralförmige Bewegung der aufsteigenden warmen Luft. Daraus resultieren zwei Bewegungen: eine Bewegung von unten nach oben (warme Luft steigt auf) und eine kreisförmige Bewegung um diese Aufstiegsbewegung herum. Im Flaschentornado-Experiment sind im Prinzip auch beide Bewegungen zu beobachten: Das Wasser, welches aufgrund der Erdanziehung nach unten fließen möchte und die kreisförmige Bewegung des Wirbels. Die Luft, die aus der unteren Flasche aufsteigt, sorgt für den Luftschlauch, um den das Wasser herumwirbelt.

## 13. Blick in die Röhre: Klebefilm-Kaleidoskop

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Fachliche Inhalte</b>    | Doppelbrechung, Polarisation von Licht   |
| <b>Material</b>             | Klebefilm, Tonkarton (gelb), Schere, Polarisationsfolie  |
| <b>Kontext/Assoziation</b>  | Regenbogen, Farben in der Natur, Bildschirm-Beleuchtung,   |
| <b>Dauer</b>                | Trocknungszeit des Klebers beachten, ca. 10 Minuten  |
| <b>Umgebung</b>             | Basteltisch, drinnen   |
| <b>Variationsvorschläge</b> | Nur eine Polarisationsfolie verwenden und verdrehen vor polarisierter Lichtquelle, z. B. Handy-Bildschirm oder Laptop-Bildschirm<br>Mit Klebefilm Geheimbotschaften schreiben, die erst mithilfe |

Autorin: Jessica Oertel, MExLab Physik



Physik für  
Flüchtlinge  
Physics for all

|                       |  |
|-----------------------|--|
|                       | von Polarisationsfolie gelesen werden kann   |
| <b>Tipp/Anmerkung</b> | Sparsam mit Polarisationsfolie umgehen, da teuer; fachlicher Hintergrund ist komplex |

### Durchführung:

Aus zwei DIN-A 4-Bögen Tonpapier werden zwei Röhren gebastelt, die ineinanderpassen. Dazu werden sie einfach gerollt und mit Klebeband fixiert.

Ein rechteckiges Stück aus Polarisationsfolie (ca. 2 cm x 3 cm) wird beliebig und durcheinander mit Klebefilm beklebt. Diese Folie wird mit dem Klebefilm nach innen in die Röhre zeigend an das Ende einer Röhre mit Klebefilm befestigt.

Ein zweites Stück Polarisationsfolie wird an das andere Ende der zweiten Röhre ebenfalls mit Klebefilm befestigt. Dabei ist darauf zu achten, dass der Klebefilm zur Befestigung möglichst nicht zu sehr im Sichtfenster zu sehen ist.



Abb. 33: Kaleidoskop/ DPG Schulz



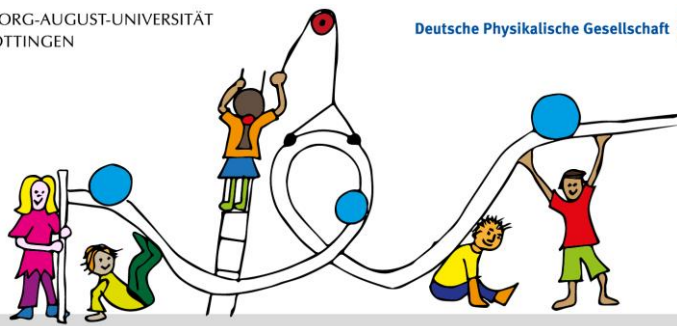
Abb. 34: Kaleidoskop/ DPG Schulz

### Beobachtung:

Hält man das Kaleidoskop vor einen hellen Hintergrund (z. B. Fenster), erscheinen die Klebefilmstücke in verschiedenen bunten Farben. Verdreht man die Röhren relativ zueinander, verändern sich diese Farben.

### Erklärung:

Die erste Polarisationsfolie erzeugt aus dem einfallenden Licht linear polarisiertes Licht. Aufgrund der doppelbrechenden Eigenschaft des Klebebands wird das linear polarisierte



Physik für  
Flüchtlinge  
Physics for all

Licht zu elliptisch polarisiertem Licht (vgl. z. B. Doppelbrechung bei Kalkspat). Die Orientierung der Ellipsenachsen und damit die Stärke der Polarisation sind von der Dicke des Materials und der Wellenlänge des Lichtes abhängig. Die Dicke des Klebebandes variiert, da ein beliebiges Muster aus mehreren Schichten Klebeband erstellt wurde. Die zweite Polarisationsfolie wirkt als Analysator, der nur bestimmte Ausrichtungen (und damit verschiedene Wellenlängen bzw. Farben) des durchfallenden Lichtes hindurchlässt und andere Ausrichtungen unterdrückt. Durch Drehen des Analysators werden andere Farben ausgeblendet und Farbwechsel werden sichtbar.

#### 14. Zauberschlamm: Zaubern mit Speisestärke

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Fachliche Inhalte</b>    | Nicht-newtonsches Fluid                                     |
| <b>Material</b>             | Schale, Speisestärke<br>Selbst besorgen: Wasser, Esslöffel  |
| <b>Kontext/Assoziation</b>  | Strand (Wasserlinie), Treibsand                             |
| <b>Dauer</b>                | kurze Vorbereitung, unendlicher Spaß                        |
| <b>Umgebung</b>             | Untergrund, der verunreinigt werden darf, am besten draußen |
| <b>Variationsvorschläge</b> | Fluid auf eine vibrierende Oberfläche bringen               |
| <b>Tipp/Anmerkung</b>       | keine   |

##### Durchführung:

Man mischt Speisestärke in einer Schüssel im Verhältnis 2:1 mit Wasser (zum Beispiel: ein Glas Wasser und zwei Gläser Speisestärke). Dann vermischt man die Komponenten gut miteinander. Folgendes kann ausprobiert werden: Schnelles und langsames Rühren mit einem Löffel; einen Klumpen in die Hand nehmen und fest drücken, Hand öffnen und beobachten, was mit dem Fluid passiert; fest und schnell auf die Oberfläche drücken, ganz langsam auf die Oberfläche fassen.



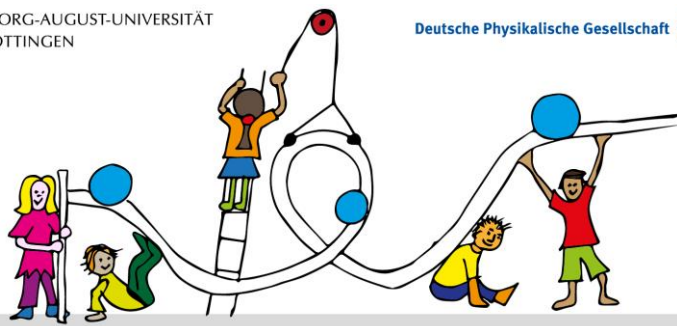


Abb. 35: Speisestärke/ DPG Schulz



Abb. 36: Speisestärke/ DPG Schulz

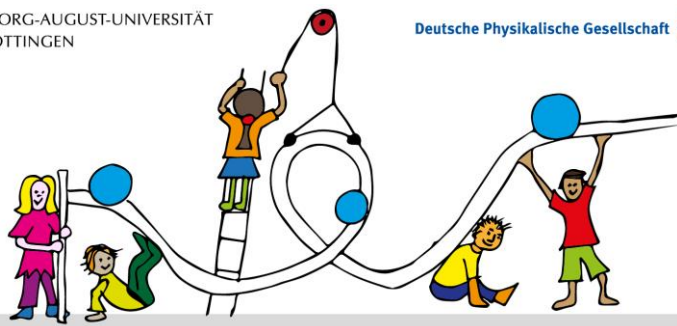
### Beobachtung:

Bei Druck und schnellen Bewegungen scheint das Gemisch wie ein Feststoff zu reagieren, bei langsamem Umgang zeigt es Eigenschaften einer Flüssigkeit.

### Erklärung:

Das Speisestärke-Wasser-Gemisch ist ein sogenanntes nicht-newtonsches Fluid. Solche Gemische haben eine veränderliche Viskosität (Wie zäh bzw. flüssig ist eine Flüssigkeit?). Im Extremfall führt ein hoher und ruckartiger auftretender Druck dazu, dass sich diese Arten von Flüssigkeiten wie ein Feststoff verhalten. Für diesen Effekt verantwortlich ist das Wasser in den Zwischenräumen der Speisestärketeilchen. Bei auftretendem Druck wird das Wasser aus den Zwischenräumen verdrängt und die Speisestärketeilchen rücken näher zusammen und verhaken sich dann ineinander. Lässt man die Finger langsam durch das Gemisch gleiten, wirkt das Wasser wie ein Schmiermittel zwischen den Speisestärketeilchen und das Gemisch verhält sich wie eine Flüssigkeit.

Pudding und Ketchup gehören ebenfalls zu den nicht-newtonschen Fluiden. Deshalb fließt Ketchup am ehesten aus der Flasche, wenn man diese ruhig hält. Schlägt man auf den Flaschenboden oder schüttelt die Flasche, bewegt es sich kaum noch. Die Viskosität von Blut verändert sich ebenfalls je nach Druck. Allerdings wird Blut mit der Zeit immer dünnflüssiger, wenn es unter Druck steht. Dieser Trick der Natur sorgt dafür, dass es auch durch die kleinsten Äderchen fließen kann.



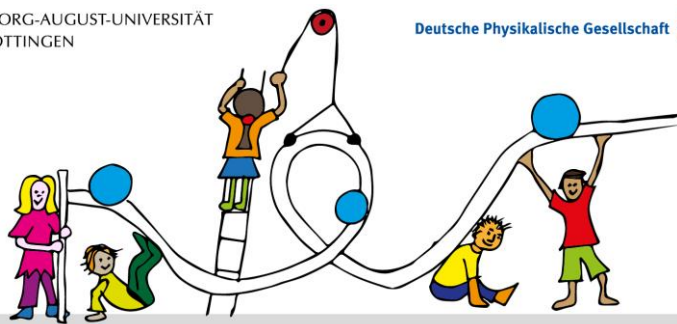
Physik für  
Flüchtlinge  
Physics for all

## 15. Blumen als Lehrmeister: Seerose und Lotuseffekt

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Fachliche Inhalte</b>    | Kapillarkräfte, Oberflächenspannung von Wasser   |
| <b>Material</b>             | Teil 1 (Kapillarkraft): Papier, Petrischale, Kopiervorlage (Anlage 2: Seerose)<br>Teil 2 (Lotuseffekt): Filterpapier, Imprägnierspray, Pipette<br>Selbst besorgen: Wasser  |
| <b>Kontext/Assoziation</b>  | Rose von Jericho<br>Wie kommt das Wasser in die Blätter eines Baumes?<br>Warum schwimmt Papier auf dem Wasser? Warum geht es unter?  |
| <b>Dauer</b>                | Kurz; am Anfang einer Einheit, damit die Blumen trocknen können  |
| <b>Umgebung</b>             | draußen oder drinnen möglich   |
| <b>Variationsvorschläge</b> | Name innen in die Blume mit Kugelschreiber oder Bleistift schreiben<br>Büroklammern auf Oberfläche legen: Oberflächenspannung des Wassers<br>unterschiedliche Reihenfolge beim Falten der Blütenblätter<br>unterschiedliche Papiersorten vergleichen<br>Veranschaulichung der Kapillarkraft: Strohhalm in Wasserglas tauchen<br>unterschiedliche Stoffe/Oberflächen auf Lotuseffekt testen |
| <b>Tipp/Anmerkung</b>       | Imprägnierspray sollte nur von HelferInnen in gut belüfteten Räumen oder draußen benutzt werden  |

Teil 1: Kapillarkraft

Autorin: Jessica Oertel, MExLab Physik



Physik für  
Flüchtlinge  
Physics for all

### Durchführung:

Die Bastelvorlage wird auf buntes Papier kopiert. Die Blumen werden ausgeschnitten und die Blütenblätter bzw. die Ecken der Blumen werden in die Mitte gefaltet (vgl. Abbildung 37). In eine Petrischale wird Wasser gegeben und die Blume wird vorsichtig auf die Oberfläche gelegt (vgl. Abbildung 38).



Abb. 37: Seerose/ DPG Schulz

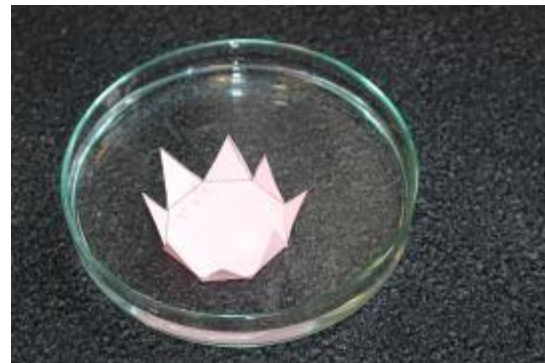


Abb. 38: Seerose/ DPG Schulz

### Beobachtung:

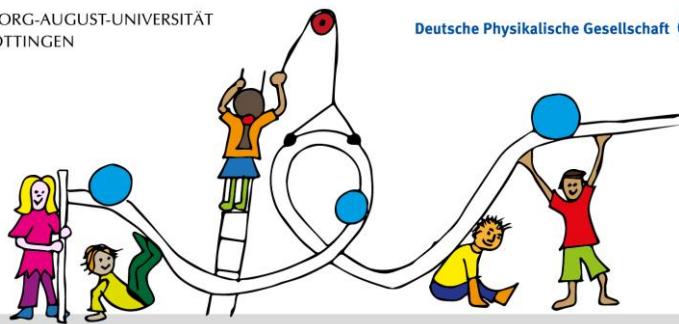
Die Blütenblätter öffnen sich nach kurzer Zeit.

### Erklärung:

Dieses Experiment verdeutlicht den Kapillareffekt. Das Papier saugt das Wasser auf, quillt auf und dehnt sich dabei aus. Dadurch öffnen sich die Blütenblätter der Seerose. Kapillare sind sehr dünne Röhrchen, auch Strohhalm zeigen den Effekt. Taucht man z. B. einen Strohhalm senkrecht in ein Wasserglas, steigt das Wasser im Strohhalm etwas höher als das Wasser, das den Halm umgibt. Die Kapillare im Papier sind viel kleiner als ein Strohhalm. Die vielen kleinen Holzfasern, aus denen das Papier besteht, sind miteinander verbunden. Zwischen den Holzfasern gibt es Hohlräume, die das umliegende Wasser wie ein Strohhalm aufsaugen. Dadurch schwillt das Papier an und sorgt bei der Seerose für das Öffnen der Blütenblätter. Dieser Effekt sorgt auch bei Bäumen u. a. dafür, dass das Wasser aus dem Boden in die Blätter der Baumkrone gelangt.

### Teil 2: Lotuseffekt

Autorin: Jessica Oertel, MExLab Physik



Physik für  
Flüchtlinge  
Physics for all

Durchführung:

Ein Filterpapier wird mit dem Imprägnierspray eingesprüht (Achtung, das sollten nur HelferInnen möglichst draußen machen). Nach einer kurzen Trocknungszeit können mit einer Pipette Wassertropfen auf das behandelte und das unbehandelte Filterpapier getropft werden.

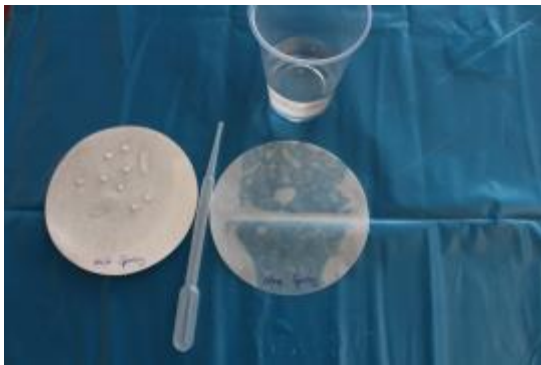


Abb.39: Lotuseffekt/DPG Schulz



Abb. 40: Lotuseffekt/DPG Schulz

Beobachtung:

Auf dem behandelten Filterpapier sind kugelförmige Tropfen sichtbar. Die Wassertropfen auf dem unbehandelten Filterpapier versickern.

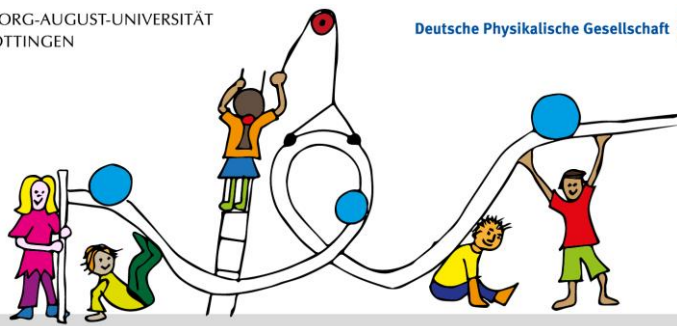
Erklärung:

Durch den sogenannten Lotuseffekt sorgen eine nanostrukturierte Oberfläche (=Wachskügelchenschicht) und die Oberflächenspannung des Wassers für die kugelförmigen Tropfen.

## 16. Ich sehe dich— aber auf dem Kopf: Camera obscura

|                            |   |
|----------------------------|---|
| <b>Fachliche Inhalte</b>   | Abbildungen, Licht, Optik   |
| <b>Material</b>            | 3 Bögen Tonkarton DIN A4 (schwarz), Transparentpapier, Schere, Klebefilm, Bleistift, Lineal, Bastelkleber, Zirkel<br>Selbst besorgen: Nadel |
| <b>Kontext/Assoziation</b> | Bildentstehung auf der Netzhaut   |

Autorin: Jessica Oertel, MExLab Physik



Physik für  
Flüchtlinge  
Physics for all

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Dauer</b>                | ca. 1 Stunde   |
| <b>Umgebung</b>             | Basteltisch notwendig, drinnen   |
| <b>Variationsvorschläge</b> | keine  |
| <b>Tipp/Anmerkung</b>       | ggf. Raum abdunkeln, statt Bastelkleber Klebefilm verwenden, betrachtetes Objekt hell beleuchten oder raus gehen |

Durchführung:

Für das Außenrohr wird ein Bogen des schwarzen Tonkartons zu einem Rohr mit einem Durchmesser von ca. 9 cm gerollt und mit Bastelkleber fixiert.

Aus dem zweiten Bogen Tonkarton wird ein Kreis aufgezeichnet, der genau ins Rohr passt. Um den äußeren Rand des Kreises wird ein weiterer Kreis gezeichnet, der nachher zur Fixierung auf dem Rohr dient (vgl. Abbildung 41).

Der Kreis wird auf Kopierpapier aufgeklebt und in der Mitte wird ein Loch mit einem Durchmesser von ca. 2,5 cm ausgeschnitten.

Der äußere Rand des Kreises wird so eingeschnitten, dass er auf dem Ende des Rohres festgeklebt werden kann. Wichtig ist, dass das Rohr an dieser Stelle lichtdicht ist.

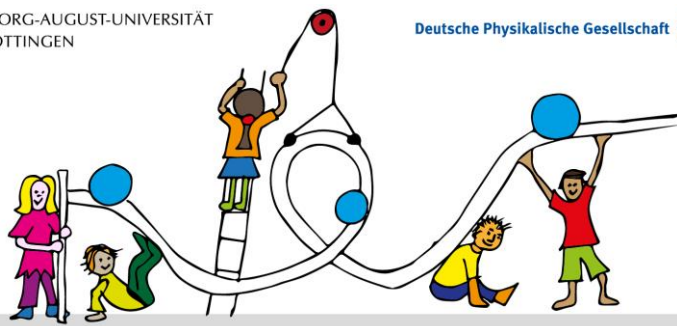
Damit das Innenrohr mit dem Außenrohr möglichst gut abschließt, geht man wie folgt vor: Der Kleberand des dritten Bogens wird mit Bastelkleber bestrichen, der Bogen wird im Außenrohr zu einem Zylinder gebogen und festgeklebt. Wichtig ist an dieser Stelle, dass das Innenrohr nicht mit dem Außenrohr verklebt.

Das Innenrohr wird auf das Transparentpapier gestellt und der Umfang des Innenrohrs wird abgezeichnet. Dieser Kreis wird mit zusätzlichen Klebeecken ausgeschnitten und mit Bastelkleber am Innenrohr befestigt (vgl. Abbildung 42).

Bau des Blendenhalters und der Lochblenden: Aus dem Rest des zweiten Kartons wird ein Halbkreis mit einem Ausschnitt für das Loch ausgeschnitten und der Rand mit Bastelkleber bestrichen. Dieser Halbkreis wird als Blendenhalter vor der Kreisscheibe befestigt. Außerdem werden zwei kreisförmige Blenden ausgeschnitten, die mit einer Nadel oder einem Nagel mit jeweils einem Loch (Durchmesser ca. 1 mm bzw. 4 mm) versehen werden (vgl. Abbildungen 43 und 44).

Autorin: Jessica Oertel, MExLab Physik





Physik für  
Flüchtlinge  
Physics for all

Nun werden mit der Camera obscura hell erleuchtete Gegenstände (z. B. Fenster, Kerze, Lampe usw.) betrachtet. Dabei können die beiden verschiedenen Blenden ausprobiert sowie der Abstand zwischen Transparentpapier und Loch variiert werden, indem das Innenrohr hinein- oder hinausgeschoben wird. Wie verändert sich das Bild auf dem Transparentpapier? Wie ändern sich Helligkeit, Schärfe und Größe des Bildes, wenn die Lochgröße der Blende bzw. der Abstand zwischen Loch und Transparentpapier verändert wird?



Abb. 41: Camera Obscura/ DPG Schulz



Abb. 42: Camera Obscura/ DPG Schulz



Abb. 43: Camera Obscura/ DPG Schulz



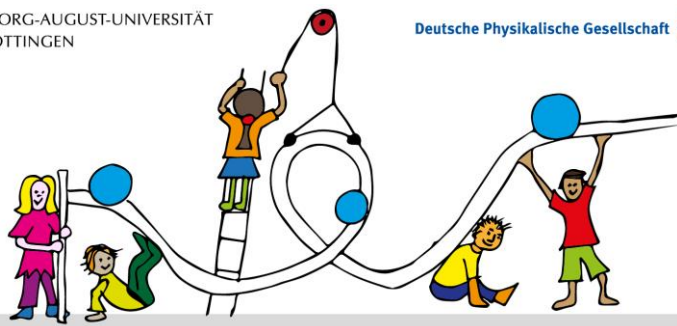
Abb. 44: Camera Obscura/ DPG Schulz

Beobachtung:

Auf dem Transparentpapier entsteht ein umgekehrtes (auf dem Kopf stehendes) Bild des beobachteten Gegenstands.

Erklärung:

Die Entstehung eines Abbilds auf einem Schirm (hier: Transparentpapier) ergibt sich aus der geradlinigen Ausbreitung des Lichts. Das Licht einer Kerzenflamme beispielsweise breitet sich nach allen Seiten geradlinig aus. Ein kleiner Teil des Lichts gelangt von der



Physik für  
Flüchtlinge  
Physics for all

Kerzenflamme durch das Loch bis zum Transparentpapier. Dabei wird der untere Teil der Kerzenflamme oben auf dem Transparentpapier und der obere Teil der Flamme unten auf dem Transparentpapier abgebildet. Das Bild ist umso schärfer, je kleiner die Lochblende ist. Das Bild ist bei einem bestimmten Abstand zwischen Kamera und Gegenstand umso kleiner, je größer der Abstand zwischen Loch und Transparentpapier ist.

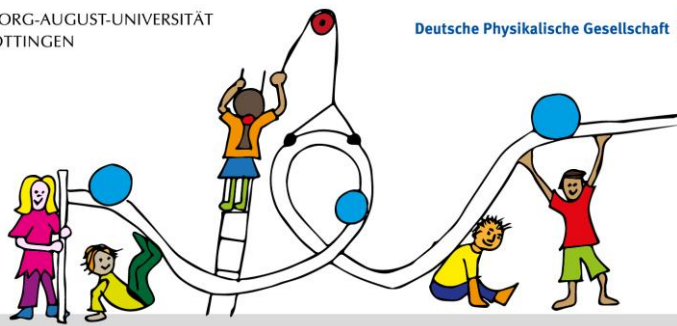
## 17. Abgetaucht: Flaschentaucher

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Fachliche Inhalte</b>    | Mechanik, Schweben und Sinken, Auftrieb   |
| <b>Material</b>             | Trinkhalme, Büroklammern, Schere<br>Selbst besorgen: Mehrwegflaschen, Wasser  |
| <b>Kontext/Assoziation</b>  | Schweben und Sinken, Schwimmen, Tauchen   |
| <b>Dauer</b>                | ca. 15 Min  |
| <b>Umgebung</b>             | Beliebiger Raum, draußen und drinnen möglich  |
| <b>Variationsvorschläge</b> | Material für Variante: Pipette; selbst besorgen: Backaroma-Flasche, Mehrweg-Flasche, Wasser<br>mögliche Fragestellungen: Beobachte genau die Luft in dem Taucher/Strohalm. Wie verändert sich das Volumen der Luft im Taucher wenn die Plastikflasche eingedrückt wird? Was passiert, wenn der Druck auf die Plastikflasche nachlässt?<br>Wasser in Backaroma-Flasche mit Tinte einfärben |
| <b>Tipp/Anmerkung</b>       | keine   |

### Durchführung:

Ein etwa 8 bis 10 cm langes Stück vom Strohhalm wird genau in der Mitte so geknickt, dass die beiden Öffnungen direkt nebeneinanderliegen. Diese Öffnungen werden durch eine Büroklammer zusammengehalten. Eine zweite Büroklammer wird an die erste Klammer als

Autorin: Jessica Oertel, MExLab Physik



Physik für  
Flüchtlinge  
Physics for all

Gewicht gehängt. Den so gebauten Taucher steckt man mit dem Gewicht nach unten in die Flasche, welche vorher bis zum Rand mit Leitungswasser gefüllt und drückt mit den Fingern bläschenweise so viel Luft aus dem Strohhalm heraus, dass der Taucher nur noch gerade eben aufrecht schwimmt. Nachdem die Plastikflasche wieder bis zum Rand mit Leitungswasser gefüllt wurde, wird der Verschluss fest zugeschraubt.



Abb. 45: Flaschentaucher / DPG Schulz



Abb. 46: Flaschentaucher / DPG Schulz

### Beobachtung:

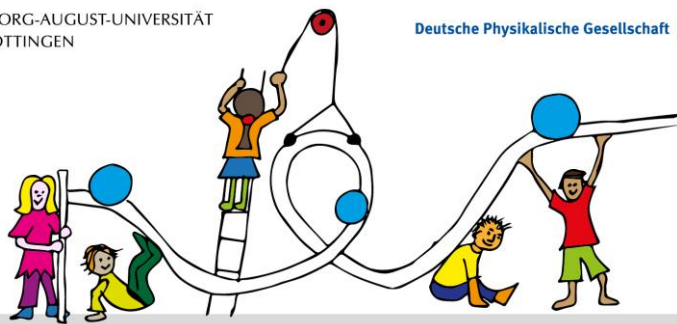
Drückt man mit beiden Händen die Flasche kräftig zusammen, sinkt der Taucher bis zum Boden der Flasche, steigt aber wieder auf, wenn der Druck nachlässt.

### Variante:

Die geleerte und gesäuberte Backaroma-Flasche wird mit ca. 6 Tropfen Wasser aus einer 3 ml Pipette gefüllt und mit der Öffnung nach unten in eine bis zum Rand mit Wasser gefüllte Flasche gegeben. Die Flasche wird verschlossen und durch Druck auf die Flaschenwände wird das Fläschchen zum Sinken und Schweben gebracht.

### Erklärung:

Flaschentaucher kennt man auch als Flaschenteufel, die in verschiedenen Formen und Farben als Dekoration oder Spielerei erhältlich sind. Auch die beiden vorgestellten Varianten des Flaschentauchers sind ähnlich aufgebaut. Durch das Herausdrücken von Luft (oder durch das Hineingeben von wenigen Tropfen Wasser in der Variante) entsteht ein Hohlraum im Strohhalm-Körper. Dieser Hohlraum ist mit Luft gefüllt und sorgt für den nötigen Auftrieb des Körpers im Wasser. Dadurch schwimmt der Strohhalm-Taucher an der Oberfläche und

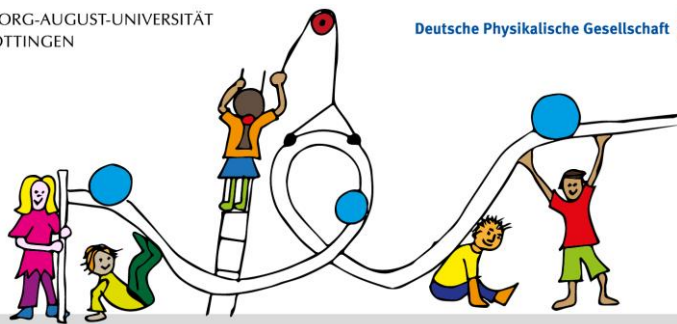


kann nicht untergehen. Damit der Taucher sinkt, muss er weniger Auftrieb haben, dies erreicht man durch Drücken der Flaschenwände. Dadurch wird der Druck im Inneren der Flasche erhöht. Das Wasser kann dem ausgeübten Druck nicht entweichen und auch nicht komprimiert werden. Folglich muss es einen anderen Weg finden, indem es sich in den vorhandenen Hohlraum drückt und damit die Luft im Hohlraum komprimiert. Die Luftblase wird kleiner (verliert an Volumen) und die Auftriebskraft wird verringert. Der Taucher beginnt zu sinken. Verringert man den Druck auf die Flaschenwände, kann die Luftblase wieder an Volumen zunehmen und die Auftriebskraft wird wieder größer, der Flaschentaucher kann wieder aufsteigen.

## 18. Ziel erreicht: Die Landung

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Fachliche Inhalte</b>    | Schweben und Sinken, Fliegen  |
| <b>Material</b>             | Müllsack groß, Paketschnur, Foliestift, Klebeband, Schere, Schraubenmuttern (zum Beschweren)<br>Selbstbesorgen: PET-Flasche   |
| <b>Kontext/Assoziation</b>  | Weltraum, Landung einer Kapsel, Pflanzensamen, Fallschirm<br>Mögliche Fragestellungen: Wie wird eine Landung besonders gut?<br>Was braucht man für eine gute Landung?   |
| <b>Dauer</b>                | ca. 30 Min  |
| <b>Umgebung</b>             | viel Platz nötig, Test des Fallschirms am besten draußen  |
| <b>Variationsvorschläge</b> | Im zweiten Teil wird die Landung des Fallschirms optimiert, indem eine kleine Kapsel gebastelt wird, die das Gewicht beim Fallen trägt. Dazu wird ein Kreis aus Papier ausgeschnitten und an einer Stelle bis zum Mittelpunkt eingeschnitten. Der Kreis kann so zu einem Trichter geformt werden und entweder mit Klebeband oder mit einer Büroklammer fixiert werden. Dabei können verschiedene Formen (z. B. eher flach, eher steil) ausprobiert und anschließend durch Loslassen (mit und ohne |





Physik für  
Flüchtlinge  
Physics for all

|                       |   |
|-----------------------|---|
|                       | Gewicht) getestet werden. Im Anschluss daran wird das Hütchen am Fallschirm befestigt und getestet. |
| <b>Tipp/Anmerkung</b> | keine   |

Durchführung:

Der flach ausgebreitete Müllsack wird an der Seite und am Boden des Sacks mit einem geraden Schnitt versehen. Nun kann der Müllsack aufgeschlagen werden und mithilfe des Folienstifts und einer Schnur von 30 cm Länge werden Kreise aufgezeichnet und anschließend ausgeschnitten. In der Mitte jedes Kreises wird ein kleines, kreisrundes Loch ausgeschnitten, damit der Fallschirm später besser fliegt. An acht Stellen am Rand des Fallschirms müssen kleine Löcher gemacht werden. Aus der Paketschnur werden nun acht Stücke mit einer Länge von 30-40 cm geschnitten, die durch die Löcher am Rand des Kreises eingefädelt und verknotet werden. Alle acht Schnüre werden anschließend zusammengenommen und zu einem Knoten gebunden. Nun kann unten an den Fallschirm noch ein Gewicht (z. B. Schlüsselanhänger, Stein, Mutter) angehängt werden.

Der Fallschirm ist jetzt fertig und kann getestet werden. Dazu wird dieser zu einem Schlauch zusammengelegt und dann vorsichtig zusammengerollt. Dann werden die Schnüre um das Päckchen gewickelt. Draußen wird das Päckchen mit viel Schwung nach oben geworfen.



Abb. 47: Landung / DPG Schulz



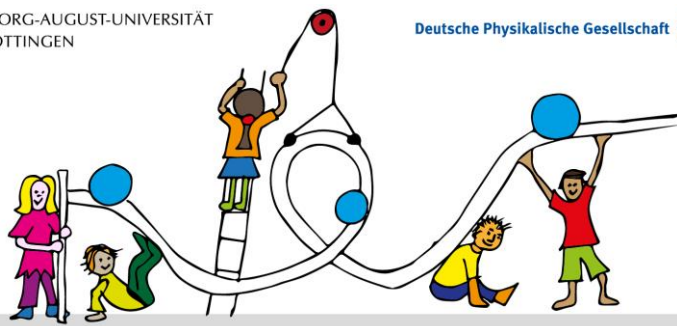
Abb. 48: Landung / DPG Schulz

Beobachtung:

Bei ausreichender Höhe rollt sich das Päckchen automatisch auf und der Fallschirm gleitet langsam zu Boden.

Autorin: Jessica Oertel, MExLab Physik





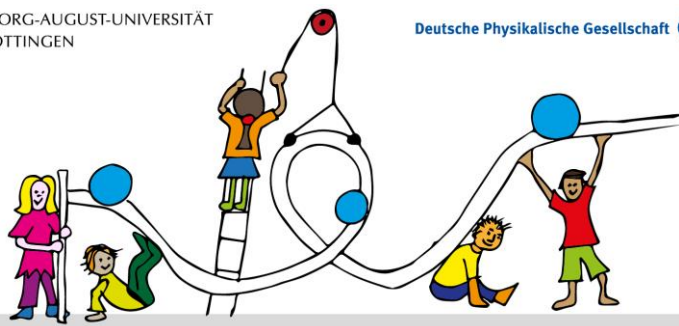
### Erklärung:

Damit der Fallschirm zu Boden gleiten kann, muss die Luft unter dem Schirm entweichen. Der Schirm erhöht den Luftwiderstand, sodass das Gewicht nicht so schnell zur Erde fällt. Durch das kleine Loch im Fallschirm strömt etwas Luft oben durch. Dadurch fällt der Fallschirm ein klein wenig schneller, fliegt aber auch etwas gleichmäßiger.

Die Luft bremst Gegenstände umso stärker ab, je größer sie sind. Mehr Gewicht des Gegenstands kann die umliegende Luft besser zur Seite wegdrücken und der Gegenstand kann schneller fallen.

### Ergänzung A: Murmelbahn

|  |  |
|--|--|
| <b>Fachliche Inhalte</b>                                       | Bewegung, Gravitation, Mechanik, Energie   |
| <b>Material</b>  | Kiste: Murmeln, Schere<br>Zusätzlich: Papierrollen (Toilettenpapier, Küchenpapier), Klebeband  |
| <b>Kontext/Assoziation</b>                                     | Klassische Murmelbahn  |
| <b>Dauer</b>   | Beliebig lang oder kurz  |
| <b>Umgebung</b>  | Eine freie, relativ glatte Wand (draußen oder drinnen)   |
| <b>Variationsvorschläge</b>                                    | Es können zwei Bahnen von zwei Teams konstruiert werden (gleiche Anzahl an Papierrollen) und die Murmeln können im Wettrennen die Bahn herunterrollen. Welche Bahn hält die Murmel am längsten oben? |
| <b>Tipp/Anmerkung</b>  | keine  |
| <b>Als Idee für euer Storytelling (nicht in der Broschüre)</b> | Yara und Kalle beobachten Kinder beim Bau einer Murmelbahn und möchten sie nachbauen.  |



Physik für  
Flüchtlinge  
Physics for all

Durchführung:

Aus den Papierrollen wird mit Klebeband an einer freien Wand eine Murmelbahn konstruiert. Ziel ist es, eine Murmel von oben durch die Bahn nach unten rollen zu lassen.

Beobachtung:

Die Murmeln folgen der erbauten Strecke. Ist eine Lücke zu groß oder haben die Murmeln nicht ausreichend Schwung, fallen sie aus der Bahn oder bleiben stecken.

Erklärung:

Die Murmeln werden in eine Bahn mit Gefälle gelegt. Durch die Neigung der Bahn beginnen die Murmeln die Strecke herunterzurollen.



Abb. 49: Murmelbahn/Albers

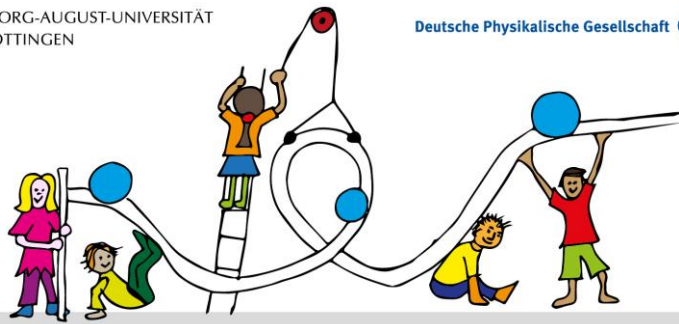


Abb. 50: Murmelbahn/Albers

## Ergänzung B: CD-Luftkissengleiter

|                            |  |
|----------------------------|--|
| <b>Fachliche Inhalte</b>   | Schweben   |
| <b>Material</b>            | Kiste: CD, Luftballons<br>Zusätzlich: Verschluss von Spülmittelflaschen<br>(Ventilverschlusskappe), Heißklebepistole |
| <b>Kontext/Assoziation</b> | Luftkissenfahrzeug   |

Autorin: Jessica Oertel, MExLab Physik



Physik für  
Flüchtlinge  
Physics for all

|  |   |
|--|---|
| <b>Dauer</b>   | Ca. 20 Minuten, Trocknungszeit  |
| <b>Umgebung</b>  | Glatte Oberfläche (Tisch oder Boden)  |
| <b>Variationsvorschläge</b>                                    | keine   |
| <b>Tipp/Anmerkung</b>  | Spülmittelverschlüsse im Vorhinein sammeln  |
| <b>Als Idee für euer Storytelling (nicht in der Broschüre)</b> | Yara und Kalle beobachten ein merkwürdiges Fahrzeug auf dem Wasser und schauen genauer hin. |

Durchführung:

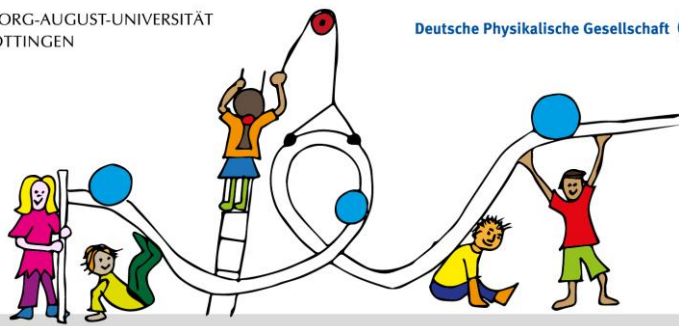
Der gereinigte Verschluss der Spülmittelflasche wird mit Heißkleber über dem Loch der CD befestigt (Abb. 52). Nach dem Trocknen des Klebers wird der Verschluss geschlossen und ein Luftballon wird aufgepustet. Dieser wird über den Verschluss gestülpt (Abb. 53).



Abb. 51: Benötigtes Material/MExLab



Abb. 52: Verschlusskappe auf CD/MExLab



Physik für  
Flüchtlinge  
Physics for all



Abb. 53: Luftkissengleiter/MExLab

#### Beobachtung:

Öffnet man den Verschluss, hört man ein Zischen und der Luftballon wird kleiner. Schubst man die CD ganz leicht an, gleitet es über den Tisch. Ist nicht mehr genügend Luft im Ballon vorhanden, bleibt die CD liegen und bewegt sich nicht mehr.

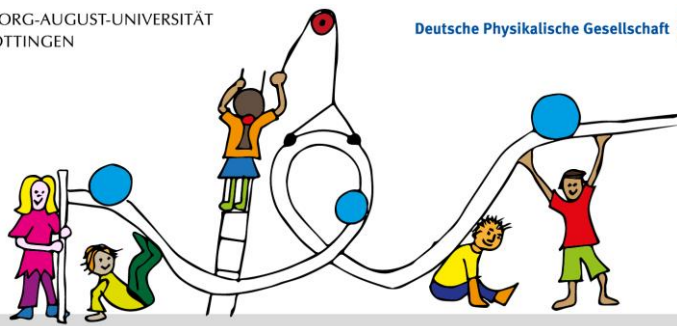
#### Erklärung:

Bei geöffnetem Verschluss entweicht die Luft aus dem Ballon und bewegt sich zum Außenrand der CD. Dabei wird die CD überall gleichzeitig gehoben, es bildet sich ein Luftkissen unter der CD.

### Ergänzung C: Aufwindkraftwerk

|                            |   |
|----------------------------|---|
| <b>Fachliche Inhalte</b>   | Erneuerbare Energie, Umwandlung von Energieformen   |
| <b>Material</b>            | Kiste: schwarzen Tonkarton, Schere, Bastelkleber, Stück Druckerpapier, Bleistift<br>Zusätzlich: Bauleuchte, Heftzwecke, Teelichthülle |
| <b>Kontext/Assoziation</b> | Thermik, Aufwind  |
| <b>Dauer</b>               | Ca. 20-30 Minuten   |

Autorin: Jessica Oertel, MExLab Physik



Physik für  
Flüchtlinge  
Physics for all

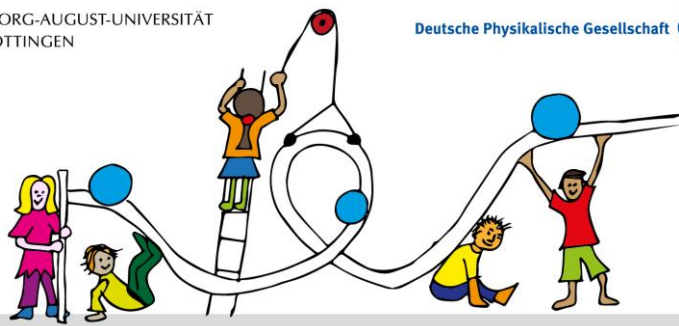
|  |   |
|--|---|
| <b>Umgebung</b>  | Feste Unterlage zum Basteln nötig   |
| <b>Variationsvorschläge</b>                                    | Statt der Bauleuchte kann ein Teelicht in ein Glas gestellt und angezündet werden und das Aufwindkraftwerk kann vorsichtig auf das Glas gestellt werden |
| <b>Tipp/Anmerkung</b>  | Falls es Schwierigkeiten gibt, den Kegel mit Bastelkleber zusammenzukleben, kann auch Klebeband benutzt werden.   |
| <b>Als Idee für euer Storytelling (nicht in der Broschüre)</b> | Yara und Kalle können Kraft sparen und ihre Flügel ausruhen, wenn sie einen warmen Luftstrom nutzen, um durch die Luft zu gleiten.                      |

Durchführung:

1. Aus dem Tonkarton wird ein oben geöffneter Kegel gerollt und zusammengeklebt.
2. Der untere Rand wird mit der Schere begradigt und es werden Lüftungsöffnungen angebracht, indem der unteren Rand des Kegels in Abständen eingeschnitten wird, die eingeschnittenen Stücke werden hochgebogen und abgeschnitten (Abb.55).
3. Die Teelichthülle wird 16-mal mit der Schere eingeschnitten und anschließend plattgedrückt. Die Schnitte werden bis zum innersten sichtbaren Ring mit der Schere verlängert (Abb.56). Vorsicht! Nicht zu weit einschneiden!
4. Mit dem Bleistift wird genau in die Mitte der Teelichthülle eine kleine Vertiefung eingedrückt. Vorsicht! Nicht durchdrücken! Alle Flügel werden in eine Richtung schräg angewinkelt.
5. Aus dem Druckerpapier werden zwei schmale Streifen ausgeschnitten, übereinander geklebt und von unten wird genau in der Mitte eine Heftzwecke gesteckt. Der Streifen wird über die obere Öffnung des Kegels geklebt (Abb.58).
6. Das Flügelrad wird vorsichtig mit der Vertiefung auf die Spitze der Heftzwecke gesetzt. Bei Bedarf können die Flügel zum Ausbalancieren nach unten gebogen werden (Abb. 59). Der Turm sollte einen windstillen Ort in die Sonne gestellt werden oder mit einem Baustrahler bestrahlt werden.

Autorin: Jessica Oertel, MExLab Physik





Physik für  
Flüchtlinge  
Physics for all



Abb. 54: Benötigtes Material/MExLab



Abb. 55: Stücke herausschneiden/MExLab



Abb. 56: Teelichthülle beschneiden/MExLab



Abb. 57: Vertiefung in Teelichthülle/MExLab



Abb. 58: Aufhängung anbringen/MExLab



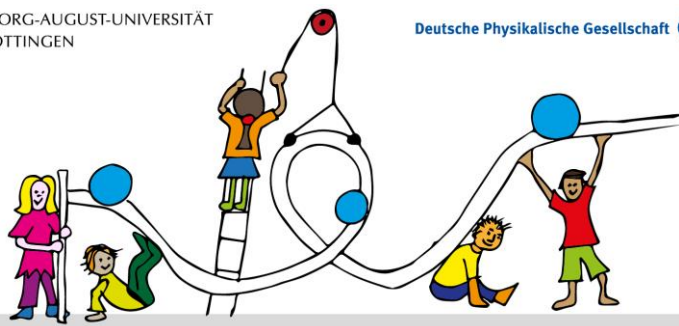
Abb. 59: Rad auf Papprolle/MExLab

Beobachtung:

Nach einiger Zeit beginnt das Flügelrad sich zu drehen.

Erklärung:

Das Modell macht das entscheidende Phänomen eines Aufwindkraftwerks deutlich: Die Sonne heizt den Boden und die Luft vor dem Kraftwerk auf. Die warme Luft strömt zum Kamin (hier: Kegel) und zieht weitere warme Luft nach sich. Es entsteht ein Aufwind: die warme Luft hat im Vergleich zur Außenluft eine geringere Dichte und die damit



Physik für  
Flüchtlinge  
Physics for all

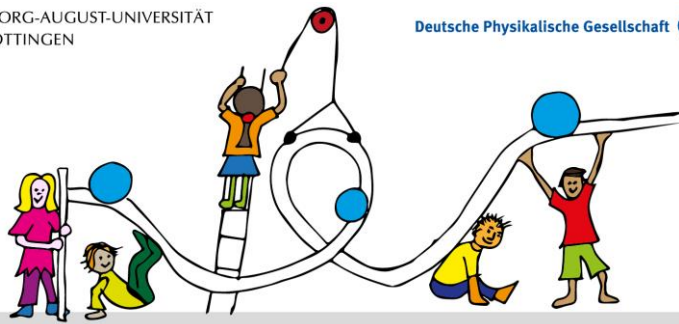
einhergehende Druckdifferenz setzt eine Turbine in Bewegung (hier: Flügelrad). Die Turbinen wandeln über Generatoren die mechanische Energie in elektrische Energie um.

## Ergänzung D: Gasballon

|  |   |
|--|---|
| <b>Fachliche Inhalte</b>                                       | Dynamik von Gasen, Dichte von Gasen   |
| <b>Material</b>  | Kiste: Luftballons, Becherglas<br>Zusätzlich: Kleine Flaschen aus Glas (stabil) oder Plastik, Brausetabletten oder Backpulver und Essig (am besten „einfacher“ Essig, möglichst geruchsneutral, muss noch mit Wasser verdünnt werden), Trichter |
| <b>Kontext/Assoziation</b>                                     | Gasentwicklung  |
| <b>Dauer</b>   | Wenige Minuten  |
| <b>Umgebung</b>  | Unterlage am besten mit Folie oder Tüte abdecken  |
| <b>Variationsvorschläge</b>                                    | Forschungsaufgabe: Wer erzeugt den größten Ballon? Herausfinden, welches Verhältnis von Backpulver und Essig am besten ist.   |
| <b>Tipp/Anmerkung</b>  | Bei diesem Versuch wird mit Lebensmitteln gearbeitet: Gerne können die Kinder auf die Verwendung der Lebensmittel im Haushalt aufmerksam gemacht werden (Backpulver als Triebmittel in Backwaren, Essig als Säure z.B. für Salat).              |
| <b>Als Idee für euer Storytelling (nicht in der Broschüre)</b> | Yara und Kalle treffen auf ihrem Flug einen Heißluftballon und sind erstaunt darüber, dass Menschen auch fliegen können.  |

### Durchführung:

1-2 TL Backpulver werden mithilfe des Trichters in die Glasflasche gefüllt. Das Essig-Wasser-Gemisch (1:1) wird in ein kleines Becherglas gefüllt und ca. 20-30 ml werden durch den



Physik für  
Flüchtlinge  
Physics for all

Trichter zum Backpulver in die Glasflasche gegeben. Jetzt muss der Luftballon schnell über die Flaschenöffnung gestülpt werden.



Abb. 60: Benötigtes Material/MExLab



Abb. 61: Trichter/MExLab



Abb. 62: Backpulver und Wasser-Essig-Gemisch/MExLab



Abb. 63: Luftballon über Flasche/MExLab

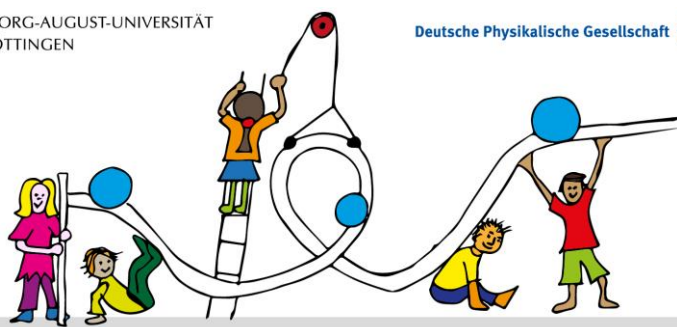


Abb. 64: Variante mit Brausetablette/MExLab



Abb. 65: Luftballon auf Flasche/MExLab

Autorin: Jessica Oertel, MExLab Physik



Physik für  
Flüchtlinge  
Physics for all

Beobachtung:

Es entstehen Blasen in der Flasche und der Luftballon bläst sich auf.

Erklärung:

Das Backpulver (enthält hauptsächlich Natriumcarbonat) geht eine Reaktion mit der Essigsäure ein, dabei entsteht Kohlenstoffdioxid als Reaktionsprodukt. Dieses steigt in der Flasche auf und dehnt den Luftballon aus.

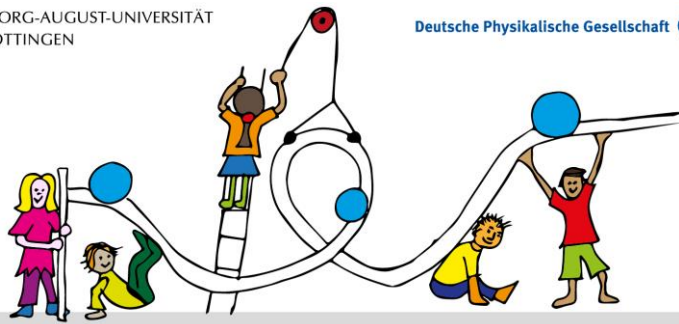
**Ergänzung E: Hand-Anemometer**

|  |   |
|--|---|
| <b>Fachliche Inhalte</b>                                       | Wind  |
| <b>Material</b>  | Kiste: Schere, Trinkhalm, Klebeband, Büroklammer<br>Zusätzlich: Vorlage „Hand-Anemometer“, Tischtennisball, Faden, Heftzwecke   |
| <b>Kontext/Assoziation</b>                                     | Wettervorhersage  |
| <b>Dauer</b>   | Ca. 20-30 Min.  |
| <b>Umgebung</b>  | Tisch als Bastelunterlage notwendig   |
| <b>Variationsvorschläge</b>                                    | Falls vorhanden, kann die Vorlage nach dem Ausschneiden laminiert werden, damit das Anemometer „wetterfest ist“   |
| <b>Tipp/Anmerkung</b>  | Das Anemometer kann auch draußen aufgestellt werden, indem ein passender Stock (z.B. Holzstab aus Windmühlen-Experiment) in die Erde gesteckt wird und der Windmesser mithilfe es Trinkhalm an dem Stock befestigt wird |
| <b>Als Idee für euer Storytelling (nicht in der Broschüre)</b> | Ein Sturm kommt auf, Yara und Kalle müssen ihren Flug unterbrechen. Damit sie abschätzen können, wann sie wieder weiterfliegen können, wollen sie messen, wie stark der Wind ist.                                       |

Durchführung:

Autorin: Jessica Oertel, MExLab Physik





## Physik für Flüchtlinge

Physics for all

1. Die Anemometer-Skala wird auf einen dünnen Karton geklebt und ausgeschnitten (Abb. 66 und 67).
2. Die Skala wird an der Mittellinie gefaltet, sodass beide Seiten deckungsgleich aufeinander liegen und zusammengeklebt.
3. Ein Trinkhalm wird gekürzt und an die Rückseite der Skala mit zwei Klebestreifen befestigt (Abb. 68). In die vorgezeichnete Stelle auf der Skala wird mithilfe einer Heftzwecke ein kleines Loch gestochen und der Faden wird durch dieses Loch hindurchgezogen (Abb. 69). Der Faden wird auf der Rückseite verknotet und mit einem Stück Klebeband fixiert (Abb. 70).
4. Ein weiterer Trinkhalm wird gekürzt und über den Faden an der Skala gestülpt. Mit einer Heftzwecke werden zwei gegenüberliegende Löcher in den Tischtennisball gebracht. Die Büroklammer wird auseinandergefaltet, um mit ihrer Hilfe den Faden durch den Tischtennisball zu fädeln (Abb. 71). Der Faden wird verknotet, sodass der Ball auf dem Faden bleibt. Gegebenenfalls kann auch hier der Faden am Tischtennisball mit einem Stück Klebeband fixiert werden.

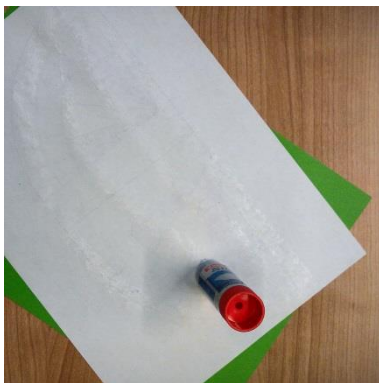


Abb. 66: Skala auf Karton/MExLab

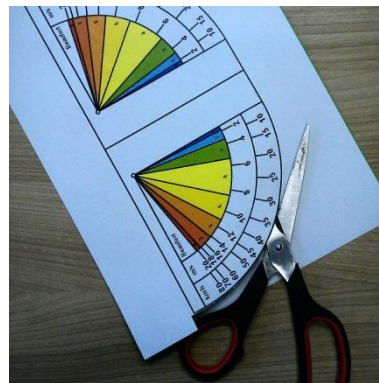
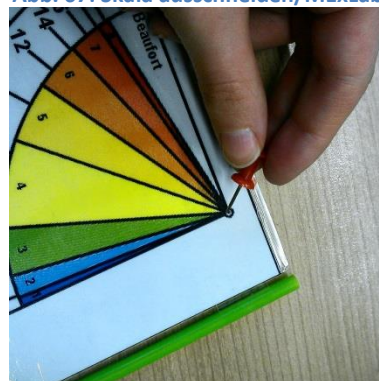
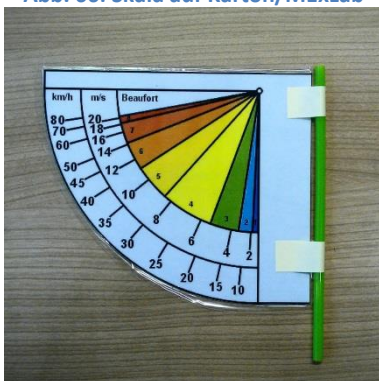
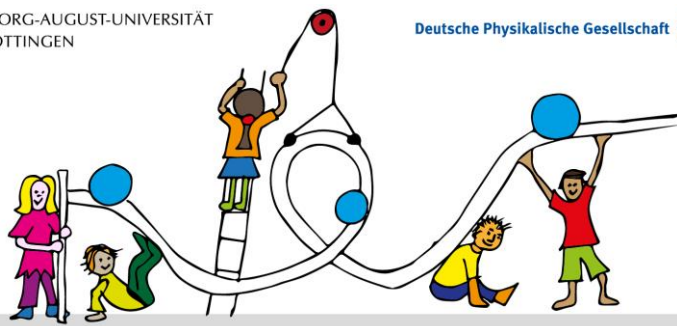


Abb. 67: Skala ausschneiden/MExLab



Autorin: Jessica Oertel, MExLab Physik





Physik für  
Flüchtlinge  
Physics for all

Abb. 68: Trinkhalm befestigen/MExLab



Abb. 70: Faden fixieren/ MExLab

Abb. 69: Loch vorbereiten/MExLab



Abb. 71: Tischtennisball/MExLab

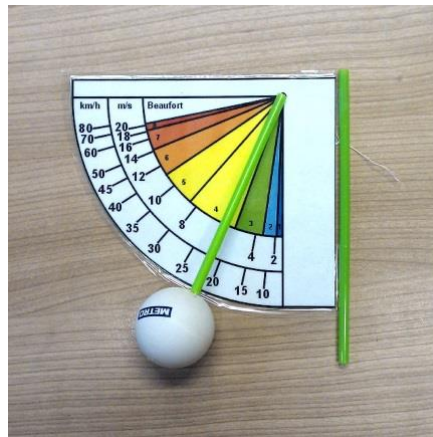


Abb. 72: Hand-Anemometer/MExLab

Beobachtung:

Hält man das Anemometer in den Wind, wird der Tischtennisball ausgelenkt. Je nachdem wie stark der Tischtennisball ausgelenkt wird, kann an der Skala abgelesen werden, mit welcher Stärke der Wind weht.

Erklärung:

Dieses Modell eines Anemometers lehnt sich an die sogenannte Windplatte an, bei der eine Platte drehbar gelagert ist und je nach Windgeschwindigkeit aus ihrer Ruhelage bewegt wird. An einer Skala kann über den Auslenkungswinkel die Windstärke abgelesen werden. Mit dieser Messmethode kann die Windgeschwindigkeit nur ungenau abgemessen werden, da der Wind nicht gleichmäßig strömt und durch die Trägheit der Platte bzw. des Tischtennisballs abweichende Ergebnisse angezeigt werden.

Autorin: Jessica Oertel, MExLab Physik