



# Impressum



Gemeinsam für guten MINT-Unterricht

**Science on Stage Deutschland e.V.**

Am Borsigturm 15

13507 Berlin

Telefon 030 400067-40

info@science-on-stage.de

[science-on-stage.de](http://science-on-stage.de)

 [science-on-stage.de/socialmedia](https://science-on-stage.de/socialmedia)

Melden Sie sich für unseren Newsletter an: [science-on-stage.de/newsletter-abonnieren](https://science-on-stage.de/newsletter-abonnieren)

Hauptförderer Science on Stage Deutschland e.V.

## GESAMT**METALL**

*Die Arbeitgeberverbände der Metall- und Elektro-Industrie*

Koordination & Übersetzung:

Nadine Püschel

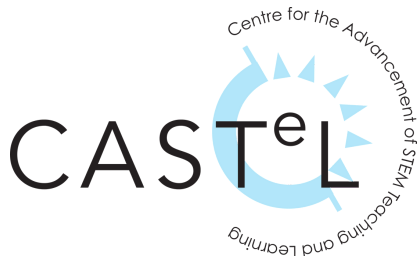
Stefanie Schlunk

Johanna Schwade

**Originaltitel: "Science on Stage 2022 - Demonstrations and Teaching Ideas selected by the Irish Team"**, Science on Stage Irland unter der Leitung von Dr. Eilish McLoughlin

ISBN: 978-1-911669-56-2

Organisator\*innen und Unterstützer\*innen der irischen Originalversion:



# Europaweit voneinander lernen – Unterrichtsideen von und für MINT-Lehrkräfte



Diese Materialsammlung für den MINT-Unterricht enthält Experimente und Unterrichtsideen, die beim 12. europäischen Science on Stage Festival vom 24. bis 27. März 2022 in Prag präsentiert wurden. An der größten europäischen Bildungsmesse für MINT-Lehrkräfte nahmen rund 350 Grund- und Sekundarschullehrkräfte aus über 30 Ländern teil.

Alle zwei Jahre kommen beim internationalen Festival von Science on Stage Europe ([www.science-on-stage.eu/](http://www.science-on-stage.eu/)) Lehrkräfte aus ganz Europa zusammen, um sich zu vernetzen und sich über gelungene Unterrichtskonzepte auszutauschen. Das europäische Festival ist der Höhepunkt der nationalen Veranstaltungen in den Science on Stage-Ländern, von dem zahlreiche Folgeaktivitäten wie Fortbildungen oder die Entwicklung von Unterrichtsmaterialien ausgehen. Die gemeinnützige Initiative Science on Stage Deutschland e.V. ist Mitglied bei Science on Stage Europe und veranstaltet auf nationaler Ebene alle zwei Jahre ein Science on Stage Festival, für das sich Pädagog\*innen aller Schulformen bewerben können.

Wir sind davon überzeugt, dass guter MINT-Unterricht motivierte Lehrkräfte mit innovativen Ideen braucht, um Schüler\*innen zu ermutigen, einen MINT-Beruf zu ergreifen. Und auch Lehrkräfte benötigen neue Impulse für ihren Unterricht und den Austausch mit engagierten Kolleg\*innen, um wieder Energie für den Alltag zu tanken. Gerade über die Ländergrenzen hinweg ist solch ein Austausch inspirierend!

Beim Festival 2022 wählte die irische Delegation, bestehend aus Eilish McLoughlin (Teamleitung), Declan Cathcart, Julia Dolan, Máire Duffy, Jennifer Egan, Michael Kavanagh, Sinéad Kelly, Karen Marry, Paul Nugent und Jane Shimizu, die hier zusammengestellten Experimente für den MINT-Unterricht aus und Science on Stage Deutschland e.V. hat diese Texte übersetzt. Wir danken sehr herzlich den irischen Lehrkräften für die Auswahl der Projekte, Rory Geoghegan für die redaktionelle Bearbeitung sowie dem Forschungszentrum CASTeL der Dublin City University und dem irischen Professional Development Service for Teachers (PDST) für die Unterstützung.

Die Durchsicht der Experimente für diese deutsche Ausgabe wurde von Petra Breuer-Küppers, Helga Fenz, Thomas Gerl und Jenny Schlüpmann vorgenommen. Auch ihnen gilt unser Dank.

Wir hoffen, dass Sie in dieser Broschüre zahlreiche Anregungen für Ihren MINT-Unterricht finden und wünschen Ihnen viel Freude bei der Umsetzung!

Stefanie Schlunk  
Geschäftsführerin Science on Stage Deutschland e.V.  
Vorsitzende Science on Stage Europe e.V.



**Allgemein**



## Allgemein

Das Ei in der Flasche – den Luftdruck demonstrieren.....	1
Märchen, in denen man Probleme mit Physik löst: Jack und die Bohnenranke.....	2
Die Reise des Schmetterlings.....	3
Graphen und Geschichten.....	5
Herstellung farbiger Lacke.....	7
Papierhubschrauber.....	8
Geheime Botschaften mit Zitronensaft.....	9
Tricks mit Zitronen Experiment 1.....	10
Tricks mit Zitronen Experiment 2.....	11
Die perfekten Spaghetti kochen.....	12
Geld von A-Z.....	13

# Das Ei in der Flasche – den Luftdruck demonstrieren

Tschechische Republik

Altersgruppe: 9 bis 12 Jahre

## Hintergrund

Die Luft in einer Flasche wird erwärmt und anschließend abgekühlt, so dass durch die Veränderung des Drucks ein hartgekochtes Ei durch den Hals einer Flasche gelangt.

Umgekehrt wird das Ei wieder herausgedrückt, indem Luft in die Flasche geblasen wird.



## Was wird benötigt?

- ✓ Ein hartgekochtes Ei, ohne Schale
- ✓ Eine Glasflasche (mit nicht zu engem Flaschenhals)
- ✓ Streichhölzer

## Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Eine Flasche aus Glas oder hartem Plastik auf den Tisch stellen. Die Öffnung sollte weit sein, aber kleiner als das Ei, damit es nicht einfach durch den Flaschenhals gedrückt werden kann.
2. Zwei Streichhölzer auf einmal anzünden und in die Flasche fallen lassen.
3. Das Ei schnell auf die Öffnung der Flasche setzen. Die Flammen erlöschen und das Ei wird in die Flasche gezogen.
4. Die Flasche auf den Kopf stellen, so dass das Ei in den Flaschenhals rutscht. In die Flaschenöffnung pusten. Das Ei wird wieder herausgedrückt.

## Was ist passiert?

Durch das Erwärmen dehnt sich die Luft in der Flasche aus. Der unterschiedliche Luftdruck innerhalb und außerhalb der Flasche bewirkt, dass das Ei in die Flasche gedrückt wird, da der Luftdruck außerhalb der Flasche größer ist. Das Ei wird **nicht** in die Flasche "gezogen".

Wenn Luft in die umgedrehte Flasche geblasen wird, während sich das Ei im Flaschenhals befindet, wirkt das Ei wie ein Ventil, das Luft in die Flasche hinein-, aber nicht herauslässt. Jetzt ist der Luftdruck im Innern der Flasche größer als außen: Das Ei wird aus der Flasche gedrückt.

## Wie geht's weiter?

Ein alternativer Ansatz für den ersten Teil der Demonstration besteht darin, eine Geburtstagskerze vorsichtig in das schmale Ende des Eies zu stecken. Das Ei hierzu auf einen kleinen Haufen Salz setzen, damit es aufrecht steht, und die Kerze anzünden. Dem Ei "Happy Birthday" singen.

Die Öffnung der umgedrehten Flasche vorsichtig über die Flamme halten. Einige Sekunden warten, bis sich die Luft in der Flasche erwärmt hat, bevor Sie die Öffnung der Flasche über die Kerze senken. Das Ei wird durch den Flaschenhals gepresst.

Ein weit verbreiteter Irrglaube ist, dass die Flamme den Sauerstoff verbraucht und dadurch der Unterschied im atmosphärischen Druck entsteht. Man kann zeigen, dass dies nicht der Fall ist, indem man, anstatt die Luft zu erwärmen, heißes Wasser verwendet.

Eine kleine Menge kochendes Wasser in die Flasche geben, diese schwenken und das Wasser wieder ausgießen. Dann schnell das Ei auf die Flaschenöffnung legen. Wenn die Luft in der Flasche abkühlt und sich zusammenzieht, sinkt der Druck. Das Ei wird durch den höheren äußeren Druck in die Flasche gedrückt.

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

# Märchen, in denen man Probleme mit Physik löst: Jack und die Bohnenranke

Tschechische Republik

Altersgruppe: 8 bis 12 Jahre

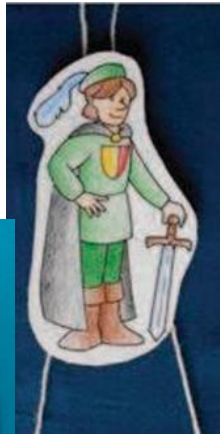
## Hintergrund

Ritter Jack muss eine Bohnenranke hinaufklettern, um die Prinzessin aus den Händen des Riesen zu retten.

Die Schüler\*innen sollen sich einen Weg ausdenken, wie sie den Ritter nur mit Papier, Strohhalmen und einer Schnur sicher auf die Burg des Riesen klettern lassen können.

## Was wird benötigt?

- ✓ dickes Papier (160 g)
- ✓ Stifte
- ✓ Schnur
- ✓ Strohhalme
- ✓ Perlen
- ✓ Klebeband
- ✓ Schere



## Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Ritter Jack auf das Papier zeichnen, ausmalen und ausschneiden.
2. Etwa 1 m Schnur oder dicken Faden abschneiden.
3. Zwei gleich lange Stücke Strohalm abschneiden (etwa 3-4 cm lang).
4. Auf die Rückseite des Ritters die beiden Strohalmstücke etwa auf halber Höhe des Körpers mit Klebeband festkleben.

5. Die Schnur durch einen Strohalm nach oben und dann durch den anderen Strohalm nach unten schieben. Oben entsteht eine Art Schlaufe.
6. An jedem der beiden Schnurenden eine Perle befestigen oder eine Schlaufe machen.
7. Den Ritter mit der Schlaufe oben an einen Fenster- oder Türgriff hängen.
8. Um ihn klettern zu lassen, auf einer Seite nach unten ziehen und die andere Seite loslassen, dann wiederrum auf der anderen Seite nach unten ziehen und die erste Seite loslassen. Das wechselseitige Ziehen wiederholen.
9. Wenn der Ritter bis zum Türknopf geklettert ist, beide Enden der Schnur loslassen.

## Was ist passiert?

Jedes Mal, wenn die Schnur durch einen Strohalm gezogen wird, dreht sich die Figur etwas und die Reibung hält die Schnur am Strohalm fest. Die Reibung entsteht, weil die Schnur gegen die Innenseite des Strohhalms drückt.

Die andere Seite ist lose, und das Spielzeug dreht sich, indem es an der losen Schnur hochgleitet. Wenn diese Seite dann angezogen wird, greift die Schnur wieder, das Spielzeug dreht sich in die entgegengesetzte Richtung und beginnt so seinen Aufstieg.

Sobald die Schnüre losgelassen werden, drücken sie nicht mehr gegen die Strohhalme, so dass die Reibung geringer ist und der Ritter nach unten rutscht. Das Klettern kann von vorne beginnen.

Betrachtet man die Rückseite des Ritters, kann man beobachten, wie dieser Prozess funktioniert.

## Wie geht's weiter?

Durch Hinzufügen eines Drehpunkts wird das Modell vielseitiger.

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

# Die Reise des Schmetterlings

Tschechische Republik

Altersgruppe: 8 bis 12 Jahre

## Hintergrund

Im Mittelpunkt dieses Projekts steht die Zusammenarbeit zwischen Kindern unterschiedlichen Alters und unterschiedlicher Interessen sowie Schüler\*innen mit besonderen Bedürfnissen. Das Projekt umfasst ein breites Spektrum an Aktivitäten und lässt sich in verschiedene Schulfächer und Bildungsbereiche integrieren. Es kann draußen im Garten, im Park oder im Wald stattfinden.

## Was wird benötigt?

- ✓ Raupen
- ✓ Schmetterlingsgarten oder
- ✓ Raupenhaus
- ✓ Bastelmaterial: Papier, Pappe, Klebstoff, Laminiergerät, Filterpapier, Filzstifte, Schere, Pfeifenreiniger, Strohhalme, laminierte Bilder von Schmetterlingen, die in zwei Hälften geschnitten wurden, kariertes Papier, Glas Wasser, Büroklammern, Zahnstocher, Klebeband
- ✓ Kurzes Sanitärrohr mit einem Stopfen für beide Enden, Kork oder Styropor, kleiner Magnet



## Schritt-für-Schritt-Anleitungen

### Wachsende Schmetterlinge:

1. Die Raupen auf Brennnesseln oder Kohlpflanzen suchen und sie vorsichtig mitnehmen.
2. Diese in den Schmetterlingsgarten oder das Raupenhaus legen.

3. Die Raupen mit Kohlblättern oder Brennnesseln füttern, die Blätter hierbei feucht halten und regelmäßig wechseln.
4. Beobachten und notieren, wie sich die Raupen verpuppen und als Schmetterlinge schlüpfen. Täglich die Temperaturen notieren, bis die Schmetterlinge schlüpfen.
5. Die geschlüpften Schmetterlinge auswildern.

### Biologie: Phasen des Lebenszyklus

Zwei Brennnesselblätter, jeweils ein Bild einer Schmetterlingspuppe und eines Schmetterlings sowie vier Pfeile laminieren. Auf ein Brennnesselblatt Schmetterlingseier, auf das andere Raupen malen.

Die Bilder in die richtige Reihenfolge bringen und die Pfeile beilegen, um den Lebenszyklus eines Schmetterlings zu veranschaulichen.

### Kunst: Papiermodelle von Raupen herstellen

1. Eine Blattform ausschneiden und ein ca. 15 cm langes Rechteck aus Papier fest um einen Bleistift wickeln. Dann den Bleistift herausziehen.
2. Ein ca. 2 cm breites Papierrechteck um einen dickeren Stift wickeln. Diese „Brücke“ dann über den entstandenen „Strohalm“ schieben. Ein Stückchen Stoff in Form einer Raupe aufrollen. Ein Ende der Raupe auf die „Brücke“ und das andere Ende auf das Ende des „Strohhalms“ kleben.
3. Die Raupe kann bewegt werden, indem die Strohalmform durch die Brückenform auf dem Blatt geschoben wird.
4. Nun eine Raupe wie im Bild gezeigt basteln, indem aus einem rechteckigen Stück Papier eine Raupe gefaltet und ausgeschnitten wird. Die Raupe kann bewegt werden, indem man sie durch einen Strohalm anpustet.





## Mathematik: Üben der Achsensymmetrie und des logischen Denkens

Die Schüler\*innen ordnen zwei Teile eines Schmetterlings zu, indem sie die Muster der beiden Hälften vergleichen. Können sie jeden Schmetterling richtig zusammensetzen?



Oder können sie einen halben Schmetterling auf kariertem Papier zeichnen und die andere Hälfte des Bildes vervollständigen?

## Chemie: Mit Chromatologie bunte Schmetterlinge herstellen

1. Aus Filterpapier zwei Kreise mit einem Durchmesser von etwa 15 cm ausschneiden.
2. In die Mitte jedes Kreises einen dicken Strich mit einem schwarzen, grünen oder braunen Filzstift zeichnen.
3. Die Kreise zu einer Kegelform falten und in ein Glas stellen, welches mit ca. 2 cm Wasser gefüllt ist. Die dunkle Linie sollte nicht nass werden.
4. Das Wasser, das vom Filterpapier aufgesaugt wird, teilt die Farbe des Filzstifts in seine einzelnen Bestandteile und Farben auf. (Vorher ausprobieren!)
5. Das Papier trocknen.
6. Aus den getrockneten Papierkreisen die Flügel des Schmetterlings falten.
7. Einen Pfeifenreiniger verwenden, um den Körper und die Fühler des Schmetterlings zu gestalten.



## Fliegender Schmetterling

1. Ein Ende eines kurzen Sanitärrohrs mit einem Stopfen verschließen. Ein Stück Kork oder Styropor, das an einem kleinen Magneten befestigt ist, in das Rohr stecken. Das Rohr mit Wasser füllen und das andere Ende des Rohrs mit einem Stopfen verschließen.
2. Einen Schmetterling auf Papier zeichnen und ausschneiden.
3. Eine Büroklammer am Schmetterling befestigen.
4. Nun kann der Schmetterling am Rohr auf und ab fliegen, da der Kork oder das Styropor mit dem Magneten im Inneren auf dem Wasser im Rohr schwimmt und den Schmetterling anzieht.



VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

## Balancierender Schmetterling

1. Einen Schmetterling auf Papier zeichnen und ihn ausschneiden. Falls gewünscht, zusätzlich laminieren.
2. An beiden Flügeln eine Büroklammer befestigen.
3. Einen Zahnstocher mit Klebeband an die Unterseite des Schmetterlings anbringen.
4. Den Schmetterling auf dem Finger oder auf einem Zahnstocher balancieren.



# Graphen und Geschichten

Schweden

Altersgruppe: 11 bis 16 Jahre

## Hintergrund

Eine graphische Geschichte ist eine Unterrichtsroutine, die der amerikanische Mathematiklehrer Dan Meyer eingeführt hat (Anm.: Eine Sammlung an Videos ist im Internet unter „Graphing Stories“ zu finden). Damit können die Schüler\*innen ihr Wissen über Graphen, Beziehungen und mathematische Modelle erweitern.

Die Schüler\*innen sehen kurze Filme von alltäglichen Ereignissen und verwenden anschließend Diagramme, um sie zu beschreiben. Daraus ergeben sich gute Möglichkeiten, in den darauffolgenden Diskussionen mathematische Konzepte wie lineare Beziehungen, Proportionalität, ggf. Exponentialfunktionen und Ableitungen einzuführen.

Die Idee ist simpel. Den Schüler\*innen wird ein kurzer Film über ein alltägliches Ereignis gezeigt, z. B. wird ein Glas mit Wasser gefüllt.

Die Schüler\*innen werden dann aufgefordert, ein Diagramm zu zeichnen, das beschreibt, wie sich ihrer Meinung nach die Höhe des Wassers (oder die Temperatur des Lachses beim Kochen oder die Geschwindigkeit einer Schaukel beim Hin- und Herschwingen) mit der Zeit verändert. Die Skizzen der Schüler\*innen bilden den Ausgangspunkt für eine Diskussion in der Klasse, an deren Ende das richtige Diagramm angezeigt wird.

## Was wird benötigt?

- ✓ Millimeterpapier
- ✓ Kurzer Film: z.B. wird gezeigt, wie ein Glas mit Wasser befüllt wird; dazu passende Koordinatensysteme und Diagramme
- ✓ Tablets (optional)

## Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Den Schüler\*innen wird der erste Teil des Films und das Koordinatensystem gezeigt. Dann soll ein Diagramm gezeichnet werden, das das Ereignis beschreibt. Die Schüler\*innen werden darauf hingewiesen, dass sie nicht alle Informationen haben, die sie zum Zeichnen des Diagramms benötigen. Das bedeutet, dass sie einige Annahmen und Schätzungen machen müssen. In der genannten Geschichte müssen sie zum Beispiel die Höhe des Wassers schätzen.
2. Das Millimeterpapier wird verteilt oder die Schüler\*innen zeichnen ein Koordinatensystem in ihr Heft.
3. Den Film erneut zeigen, damit die Schüler\*innen das Ereignis noch einmal sehen, und anschließend eine Grafik dazu zeichnen können.
4. Einige der Diagramme auswählen, die in der Diskussion in der Klasse verglichen werden sollen.
5. Die ausgewählten Diagramme besprechen. Dies kann geschehen, indem die Schüler\*innen ihre Graphen mündlich beschreiben, während die Lehrkraft sie an die Tafel zeichnet, oder indem die Schüler\*innen ihre Graphen an die Tafel zeichnen oder auch mit ihren Tablets abfotografieren.
6. Die Diagramme vergleichen und den Schüler\*innen bei der Formulierung der Ähnlichkeiten und Unterschiede der Graphen helfen. Zugleich werden wichtige mathematische Konzepte vorgestellt.
7. Das Video erneut starten und das richtige Diagramm zeigen. Die Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen dem korrekten Diagramm und den Vorschlägen der Schüler\*innen diskutieren.

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

## Wie geht's weiter?

Es gibt viele Möglichkeiten, die Arbeit mit graphischen Geschichten zu variieren. Zum Beispiel:

Anstatt das Diagramm zu zeichnen, welches das Ereignis beschreibt, können die Schüler\*innen

zwischen vier Diagrammen wählen und ihre Wahl begründen. Dieser Ansatz kann häufige Fehlvorstellungen sichtbar machen. In der Beschreibung der meisten Diagrammgeschichten finden sich Vorschläge für solche Diagramme.

Die graphischen Geschichten können auch mit Fragen begleitet werden. In dem Beispiel, in dem Wasser in ein Glas gegossen wird, könnten solche Fragen lauten:

Wie lautet die Gleichung des Graphen? Wie muss sich das Diagramm ändern, wenn...

- das Wasser schneller gegossen wird,
- das Wasser für einige Sekunden angehalten wird,
- das Glas höher ist oder
- das Glas einen größeren Durchmesser hat?

Es ist auch möglich, in verschiedenen Jahrgangsstufen mit demselben Schaubild zu arbeiten. Jüngere Schüler\*innen können zum Beispiel beschreiben, wie sich die Geschwindigkeit einer Schaukel im Laufe der Zeit verändert, wenn sie in Bewegung ist.

Ältere Schüler\*innen hingegen kann die Aufgabe gestellt werden, den Ausdruck der trigonometrischen Funktion zu finden, die die Geschwindigkeit in Abhängigkeit von der Zeit beschreibt.

Die Arbeit mit einer graphischen Geschichte kann unterschiedliche Schwerpunkte haben. Manchmal ist es eher von Interesse, dass die Schüler das Diagramm skizzieren, ohne sich um die Skalierung auf der Achse zu kümmern. Man kann aber auch Koordinatensysteme mit einem geeigneten Maßstab auf der Achse verteilen oder die Schüler\*innen selbst einen geeigneten Maßstab festlegen lassen.

Hier können Sie sich zudem das [Projektvideo](#) in englischer Sprache vom Europäischen Science on Stage Festival 2022 auf YouTube ansehen.

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

# Herstellung farbiger Lacke

Finnland

Altersgruppe: 8 bis 10 Jahre

## Bitte beachten:

Fertige Farben oder Bilder nicht in direktem Sonnenlicht oder an einem sonnigen Ort lagern.

Die Farben vor der Verwendung immer gut mischen.

Die Farben sind am besten, wenn sie frisch sind, daher ist es ratsam, sie so bald wie möglich zu verwenden.

## Was wird benötigt?

- ✓ Wasserkocher/Kochplatte /Mikrowelle
- ✓ Wasser
- ✓ Kurkumapulver
- ✓ Gummi Arabicum Pulver
- ✓ Backpulver (für Orange)
- ✓ Becher mit Deziliter-Einteilung (dZl)
- ✓ Teelöffel
- ✓ Esslöffel
- ✓ Filtergewebe und ein Sieb

## Gelb

- ✓ 1 dl Wasser (d. h. 0,1l)
- ✓ 4 Teelöffel Kurkumapulver
- ✓ 4 Teelöffel Gummi Arabicum Pulver

## Rot

- ✓ 1 dL gelbe Farbe
- ✓ 0,5 Teelöffel
- ✓ Backpulver

## Schritt-für-Schritt-Anleitung

### Gelb

1. Das Wasser abkochen.
2. Kurkuma und Gummi Arabicum gut in einem hitzebeständigen Gefäß vermischen.
3. Nach und nach heißes Wasser unter ständigem Rühren hinzufügen.
4. Die Lösung abkühlen lassen.
5. Die Farbe filtern und durch den Stoff pressen.
6. Die Farbe selbst ist auch ein Indikator. Eine saure Lösung ist hell, während eine alkalische Lösung dunkler ist.

### Orange

1. Orange wird zubereitet, indem man Gelb aus Kurkuma und Rot aus Roter Bete mischt und es abkühlen lässt.
2. Oder die gelbe Farbe gemäß den obigen Anweisungen zubereiten. Backpulver untermischen und das Ergebnis aufkochen. Vorsicht, dass nichts überkocht. Die Mischung abkühlen lassen.

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE





# Papierhubschrauber

Tschechische Republik

Altersgruppe: 6 bis 8 Jahre

## Hintergrund

Wie funktionieren Papier-Hubschrauber?

Obwohl wir sie als Papierhubschrauber bezeichnen, handelt es sich bei den folgenden Spielzeugen in Wirklichkeit um Kreisel.

Ein Kreisel wird von rotierenden Flügeln in der Luft gehalten, die nicht aktiv durch ein Triebwerk, sondern durch den Luftstrom in Bewegung gesetzt werden.

Wir lassen unsere Papier-Hubschrauber aus einer Höhe von 2-3 m starten. Sie fallen aufgrund der Schwerkraft auf den Boden, der Luftwiderstand wirkt dem entgegen. Diese Widerstandskraft drückt auf die abgewinkelten Teile der Flügel und bringt sie zum Drehen.

## Was wird benötigt?

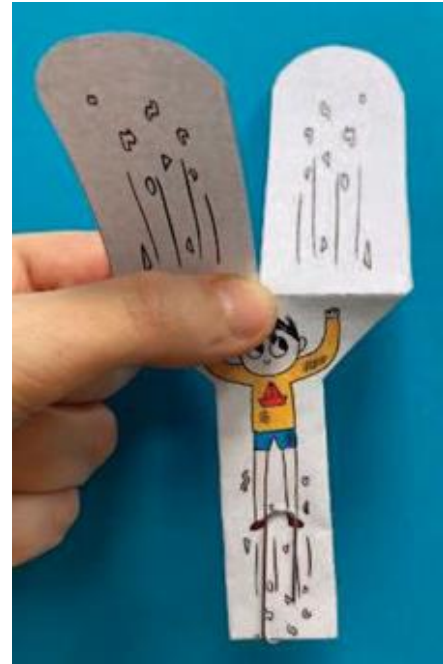
- ✓ dickes Papier (160 g)
- ✓ Büroklammern
- ✓ Schere

## Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Eine Vorlage ausdrucken oder auf Papier nachzeichnen.  
Empfohlene Vorlage: „Hubschrauber aus Papier“ ([hier](#)) von „Die Maus (ARD)“, hier finden sich eine Vorlage und ein Video zum Anschauen.
2. Entlang der durchgezogenen Linien schneiden und entlang der gestrichelten Linien falten.
3. Die äußeren Rechtecke über das mittlere Rechteck falten und es mit einer Büroklammer befestigen, die auch als Gewicht dient. Die oberen Propeller-Ohren jeweils auf eine Seite aufklappen.

4. Den Hubschrauber an den Propellern greifen (diese sollten in einem spitzen Winkel stehen) und ihn aus größerer Höhe los lassen

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE



## Was ist passiert?

Der Papierhubschrauber fällt und dreht sich.

Wir können die Last, d.h. die Anzahl der Büroklammern, erhöhen und die Veränderungen der Bewegung beobachten. Bei einer bestimmten Anzahl von Büroklammern hört der Kreisel auf, sich zu drehen und fällt im freien Fall nach unten.

Ändern wir die Propeller-Ohren-Krümmung, dreht sich der Hubschrauber auf die andere Seite.

# Geheime Botschaften mit Zitronensaft

Tschechische Republik

Altersgruppe: 6 bis 8 Jahre

## Hintergrund

Bei diesem Experiment können die Schüler\*innen Detektiv spielen und mit selbstgemachter unsichtbarer Tinte aus Zitronensaft geheime Botschaften verfassen.

Sie können mit Geheimtinte Nachrichten schreiben oder Bilder malen und diese dann erscheinen lassen, um die „geheimen“ Botschaften zu sehen.

## Was wird benötigt?

- ✓ eine halbe Zitrone
- ✓ Wasser
- ✓ Löffel
- ✓ Schale
- ✓ Wattestäbchen
- ✓ weißes Papier
- ✓ Haartrockner

## Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Die Zitrone in einer Schüssel auspressen. 2 oder 3 Tropfen Wasser hinzufügen, um den Saft zu verdünnen. Dies dient dazu, die Farbe auf dem Papier deutlicher zu machen. Die unsichtbare Tinte ist nun fertig.
2. Das Wattestäbchen (den „Stift“) in die Tinte tauchen. Die Nachricht auf das Papier schreiben oder zeichnen.
3. Das Papier trocknen lassen.

4. Um die Botschaft sichtbar zu machen, muss eine Wärmequelle eingesetzt werden. Hierzu das Blatt entweder in die Nähe einer Lampe oder eines Bügeleisens halten oder es in den Backofen legen (empfohlen wird der Backofen).

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

**Darauf achten, dass das Papier nicht verbrennt!**



## Was ist passiert?

Beim Erhitzen oxidiert der Zitronensaft (d. h. er reagiert mit Sauerstoff) und wird braun.

Wenn man den Zitronensaft mit Wasser verdünnt, ist es schwieriger, die unsichtbare Botschaft auf dem Papier zu erkennen.

# Tricks mit Zitronen

## Experiment 1

Tschechische Republik

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

Altersgruppe: 6 bis 10 Jahre

### Was wird benötigt?

- ✓ Erlenmeyerkolben
- ✓ 1 gelber Luftballon
- ✓ 1 Teelöffel
- ✓ Backnatron
- ✓ Zitronensäure



### Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Zwei Teelöffel Backnatron in den Ballon geben.
2. Dann 50 ml der Zitronensäure in einen Erlenmeyerkolben gießen.
3. Den Ballon auf dem Kolbenhals befestigen und das Backnatron vorsichtig und vollständig in den Ballon rieseln lassen.

### Was ist passiert?

Bei der Reaktion von Backnatron mit Zitronensäure entsteht Kohlenstoffdioxid, das den Ballon aufbläst. Bei der Reaktion wird nicht das gesamte Backnatron verbraucht, und die Rückstände machen die Lösung im Kolben alkalisch.

# Tricks mit Zitronen

## Experiment 2

Tschechische Republik

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

Altersgruppe: 6 bis 10 Jahre

### Hintergrund

Bei diesem Experiment werden Lebensmittelfarbe, Backpulver und Geschirrspülmittel mit Zitronen gemischt, um verschiedenfarbige "Vulkanausbrüche" zu erzeugen.

### Was wird benötigt?

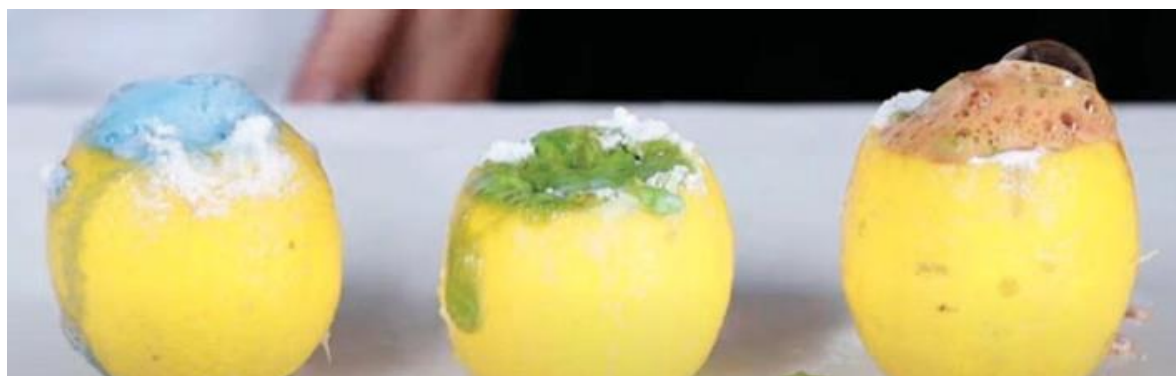
- ✓ Messer
- ✓ Löffel
- ✓ grüner Lebensmittelfarbstoff
- ✓ gelber Lebensmittelfarbstoff
- ✓ roter Lebensmittelfarbstoff
- ✓ Backpulver
- ✓ Geschirrspülmittel (Reinigungsmittel)
- ✓ 3 Zitronen

### Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Mit einem Messer jeweils die Spitze einer Zitrone abschneiden. So entsteht eine ebene Fläche, auf der die Zitrone gut stehen kann.
2. Auch das andere Ende der Zitrone abschneiden.
3. Das Innere der Zitrone mit dem Löffel zerdrücken.
4. Dann einen Esslöffel Lebensmittelfarbe, einen Esslöffel Spülmittel und einen Esslöffel Backpulver in die Zitronen füllen.

### Was ist passiert?

Wenn man alle Zutaten miteinander vermischt, reagieren sie miteinander und es entsteht ein bunter Vulkan. Falls die Zutaten nicht gut miteinander reagieren, mit dem Löffel die Zutaten in der Zitrone etwas zusammenmischen.



# Die perfekten Spaghetti kochen

Italien

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

Altersgruppe: 8 bis 10 Jahre

## Hintergrund

Die Schüler\*innen werden gebeten, eine Untersuchung zur Herstellung der perfekten Spaghetti zu planen und durchzuführen. Sie sollen überlegen, welche Faktoren das Kochen der Spaghetti beeinflussen und welche Variablen sie messen und aufzeichnen sollten. Die Schüler\*innen müssen diskutieren und sich darauf einigen, wie sie feststellen wollen, wann sie die perfekten Spaghetti gekocht haben.

## Was wird benötigt?

- ✓ ein Päckchen Spaghetti
- ✓ Wasser
- ✓ Salz
- ✓ Öl
- ✓ Messschieber, Lineal
- ✓ Küchenwaage
- ✓ Thermometer/Temperatursensor
- ✓ Kochfeld oder Kochplatte

## Schritt-für-Schritt-Anleitung

Bei der Planung ihrer Untersuchung sollen die Schüler\*innen die folgenden Fragen berücksichtigen:

1. Was passiert mit den Spaghetti, wenn sie gekocht werden?
2. Nach welcher Methode wollen sie die perfekten Spaghetti kochen?
3. Welche Veränderungen an den Spaghetti werden sie aufzeichnen oder messen und wie?
4. Welche Faktoren könnten die Spaghetti während des Kochens beeinflussen?



## Was ist passiert?

Die Schüler\*innen tauschen sich über ihre Pläne aus und diskutieren sie miteinander. Sie ermitteln mehrere Variablen, die sich während des Kochvorgangs ändern, wie z. B.: Masse, Länge, Durchmesser, Volumen und Dichte einer einzelnen Spaghetti. Sie erörtern die Auswirkungen der Art der verwendeten Spaghetti, Volumen und Temperatur des verwendeten Wassers, Zugabe von Salz oder Öl, Deckel/kein Deckel auf dem Kochgefäß und Kochzeit. Die Schüler\*innen führen ihre Untersuchungen durch und vergleichen ihre Ergebnisse.

Sie reflektieren über ihre Pläne und wie sie die Variablen kontrolliert und gemessen haben.



# Geld von A-Z

Tschechische Republik

Altersgruppe: 8 bis 10 Jahre

## Hintergrund

Alle Länder geben Banknoten mit vielen Sicherheitsmerkmalen aus, um zu verhindern, dass Geld gefälscht wird. Mit Hilfe eines kleinen Digitalmikroskops und einer UV-Lampe können die Schüler\*innen die Sicherheitsmerkmale von Banknoten aus vielen verschiedenen Ländern untersuchen und vergleichen.

## Was wird benötigt?

- ✓ Einsatz aller Sinne
- ✓ ein digitales Mikroskop
- ✓ ein ultraviolettes Licht oder einen entsprechenden Stift

## Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Mit deinem Tastsinn die Beschaffenheit der Banknoten erfühlen. Ist diese von Land zu Land unterschiedlich? Spezielle Druckverfahren verleihen den Banknoten ihre einzigartige Haptik. Banknoten haben oft einen erhobenen Aufdruck und nicht die glatte Textur von normalem Papier.
2. Die Banknote gegen das Licht halten und die Porträtfenster, das Wasserzeichen und den Sicherheitsfaden untersuchen.
3. Beim Kippen der Banknote auf einen silbernen Streifen achten, der bei den Euro-Banknoten ein Porträt von Europa in einem transparenten Fenster zeigt; sowie nach holografischen Farben, die den Betrag der Banknote und das Bild auf der Vorderseite der Banknote anzeigen, suchen.
4. Mit deinem Mikroskop nach Mikrodrucken suchen, die im Design der Banknote versteckt sind.

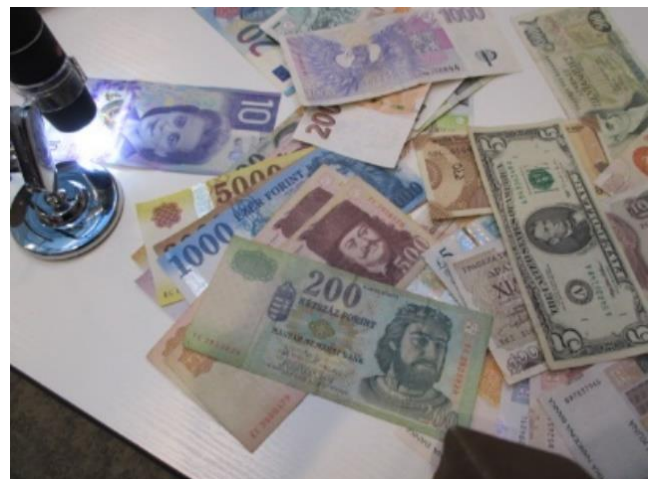
5. Mit einer UV-Lampe nach Bereichen auf der Banknote suchen, die aufleuchten.
6. Banknoten von verschiedenen Ländern miteinander vergleichen.

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

## Wie geht's weiter?

### Euro-Banknoten untersuchen

- Kann man auf der Euro-Währung die Initialen der Europäischen Zentralbank in den neun Sprachvarianten der Länder der Europäischen Union erkennen?
- Kann man Euro in kyrillischer Schrift (EBPO), in lateinischer Schrift (EURO) und in griechischer Schrift (EYPQ) finden?
- Kann man die Europakarte auf der Rückseite der Banknoten finden? (einschließlich Malta und Zypern)
- Kann man die Unterschrift eines ehemaligen Präsidenten der Europäischen Zentralbank auf der Banknote finden?
- Kann man die Seriennummern auf den Geldscheinen finden? In welcher Farbe sind sie gedruckt? Sind beide Nummern identisch?
- Mehr über die Länder recherchieren, die auf der Karte auf jeder Banknote abgebildet sind. Etwas über die Sprache, die Kultur und die Menschen dieser Länder recherchieren.





# MINT-Experimente von Lehrkräften für Lehrkräfte

SCIENCE ON STAGE 2022  
PRAGUE

**Biologie**

## Biologie

Das Überleben der Königreiche .....	1
Vergleich des Vitamin-C-Gehalts verschiedener Lebensmittel.....	3
Mit Algen die Photosynthese untersuchen .....	4
Welcher antibakterielle Oberflächenreiniger ist der beste? .....	5
Wie viele Bakterien befinden sich in einem Joghurt? .....	6
Ein einfaches Hefe-Respirometer zur Messung der Atmungsrate .....	8
Proteine und ihre 3D-Formen .....	9
Hydroponisches Pflanzenwachstum.....	10
Herstellung eines Knochenmodells .....	11
Herstellung eines beweglichen Gelenkmodells .....	12



# Das Überleben der Königreiche

Spanien

Altersgruppe: 12 bis 16 Jahre

## Hintergrund

Die Erde hat einzigartige Bedingungen, die das Leben, wie wir es kennen, ermöglichen. Andere Planeten in unserem Sonnensystem haben völlig andere Temperaturen und sind mehr oder weniger stark der Strahlung ausgesetzt.

Mit diesem Experiment wird herauszufinden versucht, welche Lebewesen die harten Bedingungen auf anderen Planeten überleben könnten.

## Was wird benötigt?

- ✓ Milch (pasteurisiert)
- ✓ Joghurt mit lebenden Kulturen
- ✓ Moos
- ✓ Kresse- oder Ackerbohnsensamen
- ✓ Hefe (Trockenhefe)
- ✓ Mehl (Weizenmehl)
- ✓ Salz
- ✓ Wasser
- ✓ Kühlschrank
- ✓ Gefrierschrank
- ✓ 5 Becher pro Experiment

## Schritt-für-Schritt-Anleitung

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

A: Analyse der Fähigkeit von Bakterien (*Bifidus*), Hitze, Kälte und UV-Strahlung zu überleben

1. Becher mit je 100 ml Milch befüllen und mit A, B, C, D und E beschriften.
2. Je 30 g Joghurt (mit lebenden *Bifidus*-Kulturen) in die Becher mit Milch geben.
3. Die Becher so aufstellen, dass man sie bei verschiedenen Umweltbedingungen für 24, 48 und 72 Stunden beobachten kann.
4. In regelmäßigen Abständen von 6 bis 72 Stunden prüfen, ob die Milch zu Joghurt geworden ist.

A	Kontrolle	Raumtemperatur (nicht in direktem Licht)
B	starke Hitze	Inkubator / Luftfritteuse / in der Nähe des Heizkörpers
C	starke Kälte	Gefrierschrank (-24 °C)
D	Dunkelheit	Raumtemperatur (im Dunkeln – verwenden Sie einen Schrank, eine Kiste oder einen dunklen Raum)
E	UV-Strahlung	in direktem Sonnenlicht

B: Analyse der Fähigkeit von Pilzen (Hefe), Hitze, Kälte und UV-Strahlung zu überleben

1. Einen Teelöffel Hefe mit 500 g Mehl, einem halben Teelöffel Salz und 400 ml warmem Wasser in einer großen Schüssel mischen.
2. Die Mischung auf 5 Becher verteilen.
3. Die Becher so aufstellen, dass man sie bei verschiedenen Umweltbedingungen für 24, 48 und 72 Stunden beobachten kann.
4. In regelmäßigen Abständen von 6 bis 72 Stunden prüfen, ob die Mischung aufgegangen und zu einem Teig geworden ist.

Für B und C gelten die gleichen Bedingungen wie für A (siehe Tabelle oben).

C: Analyse der Fähigkeit von Pflanzen (Moos und/oder Kresse und/oder Ackerbohnen), Hitze, Kälte und UV-Strahlung zu überleben

1. Etwas Moos aus dem Garten oder zwischen Pflastersteinen sammeln.
2. Das Moos auf 5 Becher verteilen.
3. Die Bechergläser so aufstellen, dass man sie bei verschiedenen Umweltbedingungen für 24, 48 und 72 Stunden beobachten kann.
4. In regelmäßigen Abständen von 6 bis 72 Stunden prüfen, ob das Moos grün und vital geblieben ist.

Alternativ, oder zusammen mit dem Moos

1. Einige Kressesamen keimen lassen, indem man diese in etwas Wasser gibt und 48 Stunden lang bei Zimmertemperatur stehen lässt.
2. Sobald sie gekeimt ist, die Kresse auf 5 Becher aufteilen.
3. Die Becher so aufstellen, dass man sie 24, 48 und 72 Stunden lang bei verschiedenen Umgebungsbedingungen beobachten kann.
4. In regelmäßigen Abständen von 6 bis 72 Stunden überprüfen, wie die Kresse sich entwickelt.



Was ist passiert?

Wenn die Bakterien aktiv sind und die verschiedenen Bedingungen überlebt haben, wandeln sie Milch in Joghurt um. Er wird dicker und sein Geruch verändert sich, da sich Milchsäuren bilden.

Wenn die Hefe aktiv ist und die verschiedenen Bedingungen überlebt hat, verwandelt sie das Mehl und die anderen Zutaten in einen Teig. Er wird dicker und der Geruch verändert sich, da Alkohol entsteht.

Das Moos/die Kresse wächst und sieht vital aus, wenn die Bedingungen gut sind. Bei weniger guten Bedingungen sehen die Pflänzchen entsprechend schlecht aus.

Wie geht's weiter?

Führen Sie den Versuch mit anderen Arten durch, zu denen Sie Zugang haben, um die Überlebensfähigkeit bei verschiedenen Bedingungen zu überprüfen.

Wenn Sie Beispiele aus dem Tierreich erforschen wollen, könnten Sie zum Beispiel Seidenraupeneier verwenden.

Die Versuche können auch mithilfe von Amöben durchgeführt werden.

*Idee mit Dank an María Pilar Orozco Sáenz*



# Vergleich des Vitamin-C-Gehalts verschiedener Lebensmittel

Tschechische Republik

Altersgruppe: 12 bis 14 Jahre

## Hintergrund

Bei diesen Experimenten können die relativen Mengen an Vitamin C (Ascorbinsäure) in Lebensmitteln mithilfe einer Redox Titration mit Iod und Stärke verglichen werden.

Der Lebensmittelprobe wird eine Stärke-Indikatorlösung zugesetzt. Während der Titration wird das Antioxidans Ascorbinsäure oxidiert und das Iod reduziert. Erst wenn die gesamte Ascorbinsäure oxidiert ist, reagiert das überschüssige Iod mit der Stärke und bildet den blauschwarzen Iod-Stärke-Komplex.

## Was wird benötigt?

- ✓ Retortenständer
- ✓ Bürette
- ✓ 20-ml-Pipette
- ✓ 250-ml-Erlenmeyerkolben
- ✓ Iodlösung
- ✓ Stärke-Indikatorlösung (0,5 %)

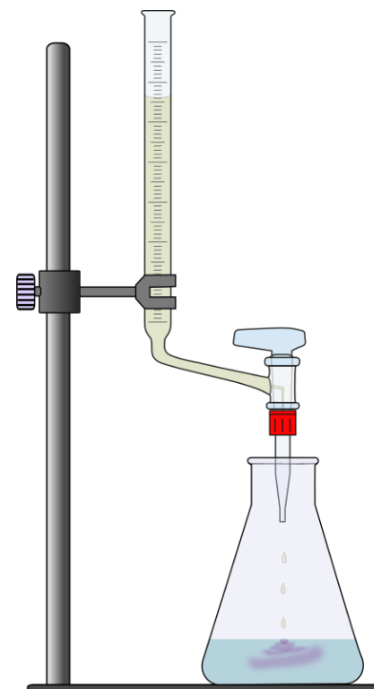
## Schritt-für-Schritt-Anleitung

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

1. Die Lebensmittelproben in einem Mixer oder mit Mörser und Stößel zerkleinern, ggf. unter Zugabe von etwas Wasser. Das Gemisch filtern, um die festen Bestandteile wie Fruchtfleisch oder Samen zu entfernen.
2. 20 ml der Probenlösung in den Erlenmeyerkolben geben, 150 ml Wasser mit 1 ml Stärke-Indikatorlösung dazu pipettieren.
3. Die Probe mit der Bürette mit Iod titrieren. Der Endpunkt der Titration ist der Farbumschlag in eine dunkelblau-schwarze Farbe.

## Was ist passiert?

Lebensmittelproben wie Obst, Gemüse oder Fruchtsäfte (frisch und verarbeitet) können miteinander oder mit einer bekannten Standardkonzentration an Ascorbinsäure verglichen werden.



Quelle: Clipart

# Mit Algen die Photosynthese untersuchen

Spanien

Altersgruppe: 12 bis 14 Jahre

## Hintergrund

Algen eignen sich gut zur Untersuchung der Photosynthese im Schulunterricht.

Es wird eine Bicarbonat-Indikatorlösung verwendet, die als Reaktion auf kleine Veränderungen der Kohlenstoffdioxid-Konzentration infolge der Photosynthese ihre Farbe ändert.

## Was wird benötigt?

- ✓ Röhrchen mit einer Algenkultur (z. B. *Scenedesmus*)
- ✓ Bicarbonat-Indikatorlösung, 10-fach konzentriert
- ✓ Strohhalm
- ✓ destilliertes Wasser
- ✓ 4 kleine durchsichtige Behälter mit Deckel (z. B. Pillendosen)
- ✓ kleine Becher
- ✓ Messpipetten
- ✓ Calciumchlorid-Lösung
- ✓ Natriumalginat-Lösung
- ✓ Spritze
- ✓ Sieb
- ✓ Lichtmess-Gerät oder -App



## Schritt-für-Schritt-Anleitung

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

1. 50 ml 1-fach konzentrierte Bicarbonat-Indikatorlösung wird mit der Ausatemluft äquilibriert, indem man durch den Strohhalm vorsichtig hineinpustet, bis sie sich von Violett nach Gelborange verfärbt.
2. Die Algenzellen über Nacht sedimentieren lassen und die Suspension mit einer Pipette mit schmaler Spitze vom Boden des Röhrchens aufnehmen.
3. Immobilisierte Algenperlen herstellen: die Suspension mit einer 2- bis 3-prozentigen Natriumalginat-Lösung mischen und das Gemisch anschließend mithilfe einer Spritze aus etwa 10 bis 15 cm Höhe langsam in eine 1,4-prozentige Calciumchlorid-Lösung tropfen lassen.
4. Die Perlen 10 Minuten lang aushärten lassen und in einem Sieb unter dem Wasserhahn abspülen.

In jeden der kleinen durchsichtigen Behälter eine gleiche Anzahl von Perlen geben und die Behälter mit der vorbereiteten gelborangen Bicarbonat-Indikatorlösung füllen.

5. Die Behälter in verschiedenen Abständen (z. B. 0, 5, 10, 15 cm) von einer hellen Lichtquelle (z. B. 250w-CFL-Lampe oder LED-Panel) aufstellen.
6. Die Lichtintensität an jedem Behälter mit einer App auf einem Smartphone oder einem Lichtmessgerät messen.

## Was ist passiert?

Die Behälter mit den Algenperlen, die dem Licht am nächsten sind, verändern ihre Farbe am stärksten.



# Welcher antibakterielle Oberflächenreiniger ist der beste?

Irland

Altersgruppe: 12 bis 14 Jahre

## Hintergrund

Viele Hersteller von Oberflächenreinigern werben damit, antibakterielle Mittel herzustellen.

Dieser einfache Test zur Messung und zum Vergleich der antibakteriellen Eigenschaften eines Oberflächenreinigers verwendet Joghurtbakterien des Stammes *Lactobacillus* in Lebensmittelqualität.

Es wird MRS-Agar verwendet, der für *Lactobacillus spp.* selektiv ist und das Kontaminationsrisiko stark verringert. Eine mit einem Locher hergestellte Scheibe aus Filterpapier wird in den zu testenden Reiniger getaucht und auf die Agar-Oberfläche gelegt.

Nach der Bebrütung ist der Durchmesser der klaren Zone ohne Wachstum um die Papierscheibe ein Maß für die Wirksamkeit des antimikrobiellen Mittels.

## Was wird benötigt?

- ✓ sterile Petrischalen mit dem selektiven Kulturmedium MRS-Agar
- ✓ Filterpapier
- ✓ Papierlocher
- ✓ Joghurt mit lebenden Kulturen
- ✓ Messpipette oder Mikropipette
- ✓ Drigalskispatel (Einweg oder Glas)
- ✓ Inkubator

## Schritt-für-Schritt-Anleitung

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

1. 2–3 Tropfen (oder 100 µl) Joghurtkultur auf die Oberfläche einer Petrischale mit MRS-Agar geben.
2. Einen Glasspatel mit Alkohol und einer Flamme sterilisieren oder einen Einwegspatel aus Kunststoff verwenden.
3. Den Joghurt gleichmäßig auf der Oberfläche des Agars verteilen.
4. Mit einem Locher kleine Filterpapierscheiben anfertigen.
5. Eine Probe des zu prüfenden Reinigers in ein kleines Röhrchen geben.
6. Eine Filterpapierscheibe mit einer Pinzette in die Probe tauchen und sie kurz auf Filterpapier tupfen, um überschüssige Flüssigkeit zu entfernen.
7. Die Scheibe auf die Agar-Oberfläche legen. Es können mehrere Scheiben auf einer Agarplatte verteilt werden.
8. Anschließend die Agarplatten 48–72 Stunden lang bei 30 °C auf dem Kopf stehend bebrüten.



## Was ist passiert?

Nun kann der Durchmesser der freien Zone um die Scheiben gemessen werden.

Wiederholungen lassen sich leicht durchführen, um Durchschnittswerte zu berechnen. Je größer die Klärungszone ist, desto wirksamer ist das antimikrobielle Mittel.



# Wie viele Bakterien befinden sich in einem Joghurt?

Irland/Niederlande

Altersgruppe: 11 bis 16 Jahre

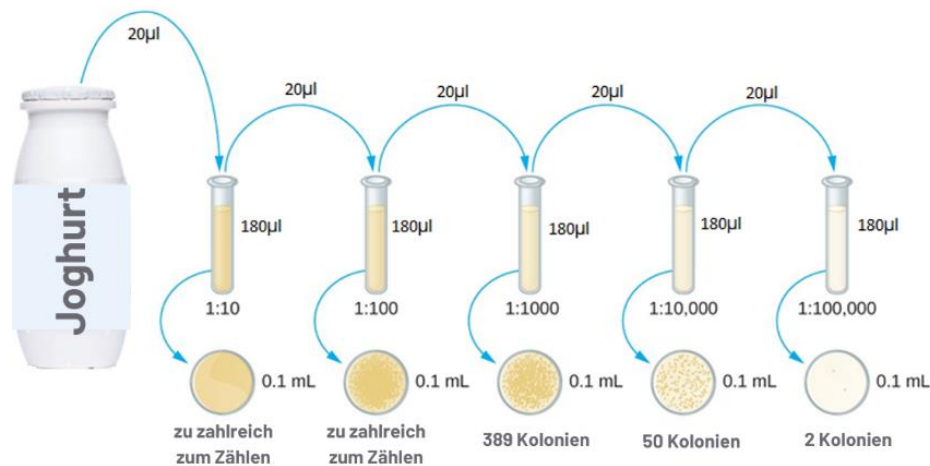
## Hintergrund

Die Anzahl der Bakterienzellen in einer Probe kann mit der Methode der Plattenverdünnung geschätzt werden. Dazu wird eine serielle Verdünnung des Joghurts durchgeführt und ein Standardvolumen jeder Verdünnung auf einer separaten MRS-Agarplatte aufgetragen.

Dieser Versuch eignet sich hervorragend als Einführung in die Mikrobiologie im Schulunterricht. Die Schüler\*innen lernen etwas über aseptische Techniken, die Ernährung und Vermehrung von Bakterien sowie die Bedeutung der Mathematik in der Biologie.

## Was wird benötigt?

- ✓ MRS-Agar-Platten
- ✓ Drigalskispatel (Einweg oder Glas)
- ✓ sterile 0,11%ige NaCl-Lösung
- ✓ Mikrozentrifugenröhrchen
- ✓ Mikropipetten/graduierte Tropfenzähler
- ✓ Permanentmarker
- ✓ Inkubator



## Schritt-für-Schritt-Anleitung

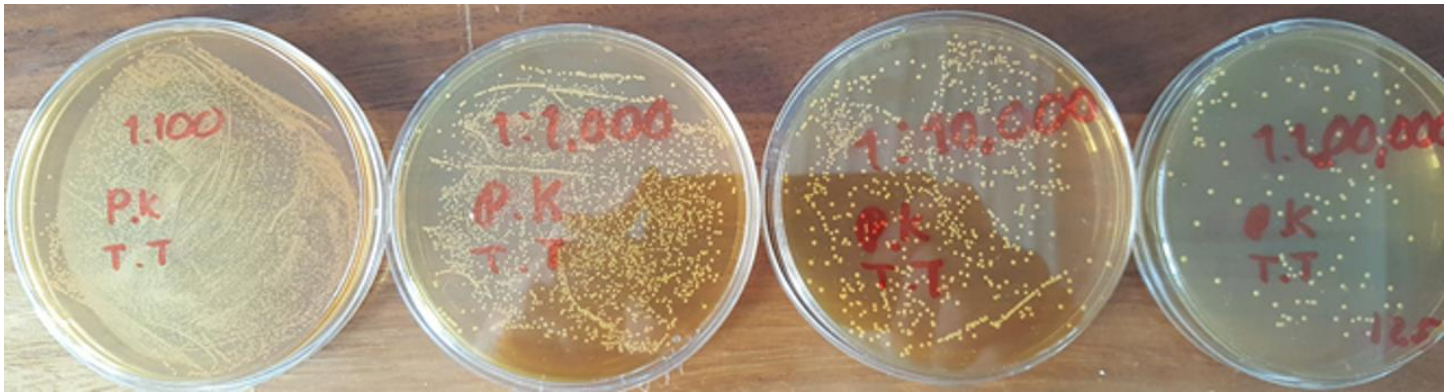
VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

1. 10-fache Reihenverdünnung des Joghurts in der sterilen Kochsalzlösung vorbereiten. Stellen Sie sicher, dass Sie jede Verdünnung gut mischen, bevor Sie die nächste vornehmen. Bei jeder neuen Verdünnung eine neue Pipette oder eine neue Pipettenspitze nehmen. 5 oder 6 Verdünnungen sollten ausreichend sein.
2. Eine MRS-Platte für jede Verdünnung verwenden und den Boden der Platten entsprechend beschriften.
3. 100 µl der verdünnten Probe auf die entsprechende MRS-Platte geben.
4. Die verdünnte Joghurtprobe wird mit einem sterilen Einwegspatel oder einem in Alkohol getauchten und in eine Flamme gehaltenen Glasspatel gleichmäßig auf der Agar-Oberfläche verteilt.
5. Die Platten bei 30 °C für 2–3 Tage bebrüten, bis die einzelnen Kolonien groß genug sind, um sie zu zählen.

## Was ist passiert?

Da die meisten Joghurts Milliarden von *Lactobacillus*-Zellen enthalten, werden nur die Platten mit den höchsten Verdünnungen eine zählbare Anzahl von Kolonien aufweisen. Auf den ersten Verdünnungen befinden sich so viele Bakterien, dass sich die Kolonien zu einem Rasen aus Bakterienkulturen zusammengeschlossen haben. 50–100 Kolonien sind eine ideale Zahl, um eine vernünftige Schätzung vorzunehmen. Berechnen Sie die Anzahl der Zellen im ursprünglichen Joghurt. Wenn z. B. 100 µl der 10<sup>-4</sup>-Verdünnung 120 Kolonien ergeben, würden 100 µl des ursprünglichen unverdünnten Joghurts in einem 100-ml-Joghurtbecher schätzungsweise  $1,2 \times 10^6$  bzw.  $1,2 \times 10^9$  ergeben.

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE



# Ein einfaches Hefe-Respirometer zur Messung der Atmungsrate

Irland

Altersgruppe: 14 bis 16 Jahre

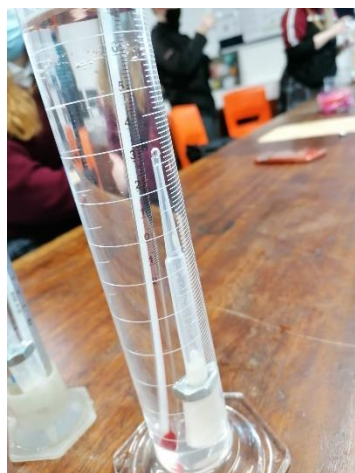
## Hintergrund

Mit einer Kunststoffpipette, die Hefe und Glukose enthält und in einen Behälter mit Wasser gestellt wird, kann ein einfaches Respirometer hergestellt werden. Wenn die Hefe atmet, produziert sie Kohlenstoffdioxid. Dieses entweicht in Form von Blasen, die gezählt werden können, durch die Spitze der Pipette.

Faktoren wie z. B. die Temperatur können variiert werden, um ihre Auswirkungen auf die Atmungsrate, gemessen als Blasen pro Minute, zu untersuchen.

## Was wird benötigt?

- ✓ 100-ml-Messzylinder oder großes Reagenzglas
- ✓ Reagenzglasgestell
- ✓ graduierte 3-ml-Kunststoffpipetten
- ✓ Sechskantmutter aus Metall
- ✓ Thermometer
- ✓ Permanentmarker
- ✓ 20%ige Glukoselösung
- ✓ Trockenhefe



## Schritt-für-Schritt-Anleitung

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

1. In einem 100-ml-Messbecher 10 ml einer 20%igen Hefesuspension ansetzen.
2. Mit einer Pipette 1 ml Glukoselösung in die Hefemischung geben.
3. Den Behälter schließen und einige Male umdrehen, um gründlich zu mischen.
4. Das Hefe-Glukose-Gemisch in die eben verwendete Pipette ziehen.
5. Die Pipette auf den Kopf drehen, damit die Mischung in den Kolben gelangt. Ggf. den Kolben leicht auf den Tisch klopfen, um sicherzustellen, dass sich die gesamte Mischung im Kolben befindet.
6. Eine Sechskantmutter über die Spitze der Transferpipette mit der Hefe-Glukose-Mischung schieben (siehe Abbildung) und dieses einfache Respirometer (weiterhin umgedreht) in ein Reagenzglasgestell stecken.
7. Ein Reagenzglas oder einen Messzylinder mit Wasser mit der zu prüfenden Temperatur füllen. Dieses Gefäß wird in einen Becher mit Wasser der gleichen Temperatur gestellt, um sicherzustellen, dass die Temperatur des Gefäßes relativ konstant bleibt.
8. Das Respirometer langsam in das mit Wasser gefüllte Reagenzglas senken. Der Wasserspiegel muss sich über der Spitze der umgekehrten Pipette befinden.
9. Einen Timer starten und die Anzahl der vom Respirometer abgegebenen Luftblasen pro Minute zählen.

## Was ist passiert?

Die Atmungsrate kann bei verschiedenen Temperaturen gemessen werden. Es kann ein Diagramm erstellt werden, das den Zusammenhang von Temperatur und Atmungsrate darstellt.



# Proteine und ihre 3D-Formen

Irland/Niederlande

Altersgruppe: 14 bis 16 Jahre

## Hintergrund

Im Laufe des Unterrichts lernen die Schüler\*innen verschiedene Proteine und Enzyme kennen.

Diese digitale Aktivität ermöglicht es den Lernenden, die strukturellen Unterschiede zwischen den Proteinen zu erkennen. Sie erhalten dadurch auch einen besseren Einblick in die 3D-Struktur der Proteine.

## Was wird benötigt?

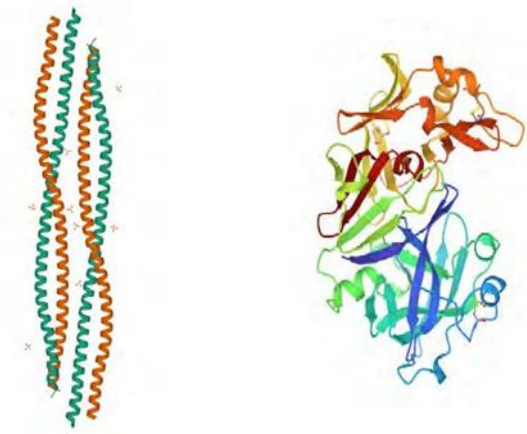
- ✓ Zugang zu digitalen Geräten oder einem Hauptcomputer und Beamer im Klassenzimmer
- ✓ Website [www.rcsb.org](http://www.rcsb.org)
- ✓ Liste der zu untersuchenden Proteine

## Schritt-für-Schritt-Anleitung

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

1. Die Schüler\*innen erstellen eine Liste von Proteinen bzw. Enzymen, die sie im Unterricht behandelt haben. Zum Beispiel: Pepsin, Trypsin, Lipase, Myosin, Aktin, Keratin.
2. Auf der Website der Protein-Datenbank ([www.rcsb.org](http://www.rcsb.org)) werden nun in der Suchleiste das jeweilige Protein und „homo sapiens“ eingegeben. (Dies ist wichtig, da sich die Proteine je nach Organismus leicht unterscheiden können.)
3. Die Schüler\*innen können durch die Ergebnisliste mit den Abbildungen der Proteine scrollen.
4. Es werden verschiedene Arten von Proteinen dargestellt; dies kann den Schüler\*innen verdeutlichen, dass es viele verschiedene Proteine mit unterschiedlichen Faltungen für die Erfüllung ihrer Funktionen gibt.

Beispiele für Bilder aus der Datenbank: Keratin (Abb. links), Pepsin (Abb. rechts)



## Was ist passiert?

Die Schüler\*innen können die Faltung jedes Proteins in 3D sehen und die Unterschiede zwischen den Formen erkennen.

# Hydroponisches Pflanzenwachstum

Irland

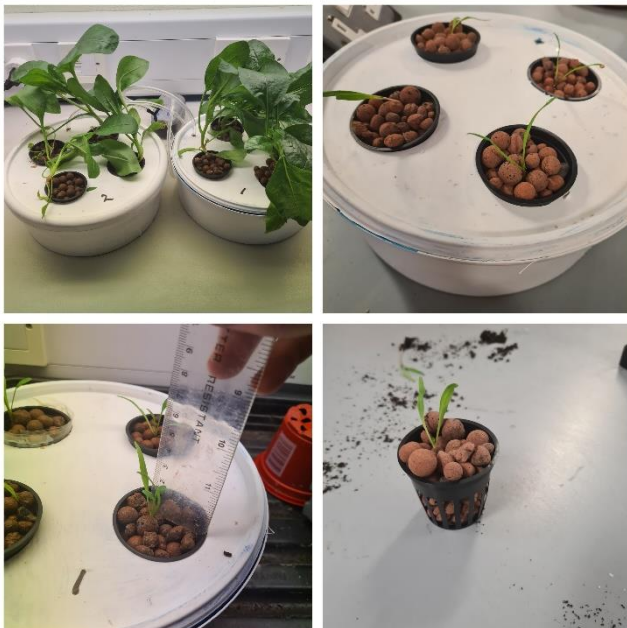
Altersgruppe: 10 bis 12 Jahre

## Hintergrund

Hydroponik ist eine Methode, bei der Pflanzen in einem vollständig flüssigen Medium angebaut werden. Die Pflanzen werden in einer sauerstoffreichen Lösung gehalten, die alle für ein gesundes Wachstum erforderlichen Mineralien enthält.

## Was wird benötigt?

- ✓ Spinatsamen
- ✓ flüssige Pflanzennahrung
- ✓ Plastikschüssel
- ✓ kleine Pflanztöpfe oder Hydrokultur-Netzöpfe
- ✓ Luftpumpe und Schläuche für Aquarien
- ✓ Hydroponische Tonpellets oder Verpackungsschaum



## Schritt-für-Schritt-Anleitung

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

Pflanzen Sie die Spinatsamen etwa zwei Wochen, bevor sie für diesen Versuch benötigt werden, in Kompost ein.

1. Löcher für vier Pflanztöpfe in den Deckel einer Plastikschüssel bohren und die Töpfe dort einsetzen. Werden keine Netzöpfe verwendet, bohren Sie einige zusätzliche Löcher in die Pflanztöpfe.
2. Die flüssige Pflanzennahrung mit Wasser verdünnen: Eine Lösung mit etwa 25 % des empfohlenen Verdünnungsverhältnisses eignet sich gut für die Hydroponik.
3. Die Töpfe mit den Tonpellets oder Verpackungsschaum befüllen.
4. Die Setzlinge vorsichtig von Kompost säubern und einen Setzling in jeden Topf setzen. Die Aquariumpumpe einschalten, damit die Wurzeln mit Sauerstoff versorgt werden.

## Was ist passiert?

In einem Hydrokultursystem wächst Spinat schnell und kann nach etwa sechs Wochen geerntet werden.

Durch Anpassung des Verdünnungsverhältnisses des Pflanzennährstoffs kann ein optimales Ergebnis erzielt werden. Alternativ ist spezielle hydroponische Nährstofflösung im Handel erhältlich.

## Wie geht's weiter?

Messen Sie jede Woche das Wachstum der Pflanze. Sie können die Lichtintensität, die Temperatur, den pH-Wert (unter Verwendung von pH-Pufferlösungen), die Nährstoffkonzentration usw. variieren, um zu beobachten, wie sich diese Faktoren auf das Pflanzenwachstum auswirken.

# Herstellung eines Knochenmodells

Spanien

Altersgruppe: 10 bis 14 Jahre

## Hintergrund

Im Unterricht über das Skelettsystem verwenden wir Bilder und Modelle, um das Lernen der Schüler\*innen zu unterstützen.

Dieses selbstgefertigte Modell eines Knochens hilft den Lernenden, sich ein Bild davon zu machen, dass Knochen aus mehreren Schichten bestehen und mit Blut versorgt werden.

Außerdem kann die Bedeutung des Knochenmarks besprochen werden.

## Was wird benötigt?

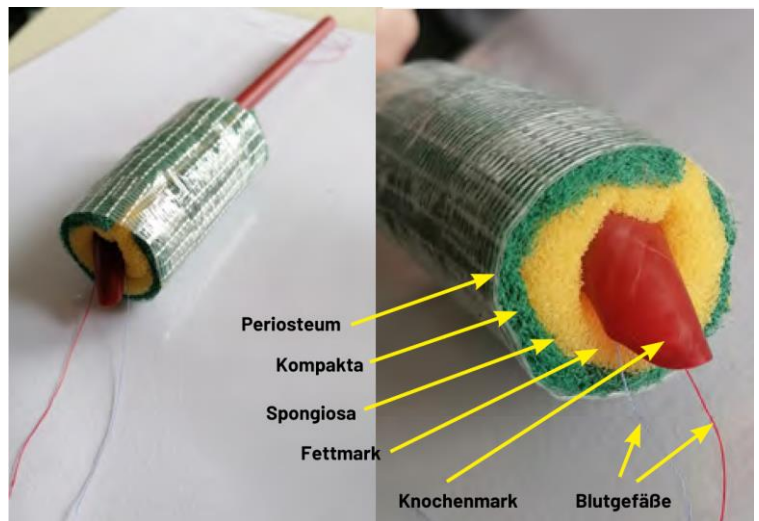
- ✓ grüner Scheuerschwamm
- ✓ Reinigungsschwamm
- ✓ roter Strohhalm
- ✓ starkes Klebeband
- ✓ Garn/Wolle in Rot und Blau



## Schritt-für-Schritt-Anleitung

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

1. Den roten Strohhalm in die Mitte des gelben Schwamms legen.
2. Den gelben Schwamm umklappen und festhalten
3. Den grünen Scheuerschwamm als nächste Schicht fest umwickeln.
4. Zuletzt das Klebeband straff um den Scheuerschwamm wickeln.
5. Das blaue und rote Garn durch den Strohhalm fädeln (siehe Abbildungen).



## Was ist passiert?

Während die Schüler\*innen das Modell bauen und diskutieren, lernen sie etwas über die Anatomie und die Funktionsweise von Knochen.

## Wie geht's weiter?

Die Schüler\*innen können Verbindungen zwischen Knochen und Muskeln herstellen, um Bewegungen zu ermöglichen, oder ein Modell eines beweglichen Gliedmaßes anfertigen (siehe folgendes Experiment).

# Herstellung eines beweglichen Gelenkmodells

Spanien

Altersgruppe: 10 bis 14 Jahre

## Hintergrund

Die Erforschung und Entdeckung des menschlichen Körpers kann für Schülerinnen und Schüler sehr spannend sein.

Der Modellierungsansatz zum Erlernen der Funktionsweise von Gelenken zielt darauf ab, die Schüler\*innen zu motivieren, mehr über die menschliche Biologie zu lernen und zu verstehen, wie Gelenke und Bänder funktionieren.

## Was wird benötigt?

- ✓ ein Bild der Knochen/Gelenke der Hand
- ✓ Strohhalme, Schere, Bastelpapier, Bleistift, Tesafilm, Faden



Abbildung 1



Abbildung 2



Abbildung 3

## Schritt-für-Schritt-Anleitung

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

1. Die Schüler\*innen sehen sich Bilder von den Knochen der Hand an. Sie müssen erkennen, wo die Gelenke der Hand sind.
2. Nachdem die Schüler\*innen das benötigte Material bekommen haben, überlegen sie selbst, wie sie die Fingerglieder anfertigen könnten. Sie können unabhängig voneinander oder als Gruppe arbeiten und jeweils ein einzelnes Fingerglied herstellen.
3. Mithilfe der Abbildungen und Ihrer Anleitung basteln die Schüler\*innen die Hand mit den vier dreigliedrigen Fingern und dem Daumen.
4. Wird der Faden mit Klebeband oben an der Rückseite der Finger befestigt, ist es leichter, ihn durch die Strohhalme zu fädeln (siehe Abbildung 1).
5. Die Fingerglieder sollten sich beugen können. Damit sich die Glieder bewegen, muss man die Fäden wie in Abbildung 2 zu sehen an der Unterseite der Handfläche bündeln und daran ziehen.
6. Das Endergebnis ist auf Abbildung 3 zu sehen.

**Tipp:** Knickt man das Bastelpapier an den Gelenkstellen, bevor die Strohhalme aufgeklebt werden, wird das Modell beweglicher.

## Was ist passiert?

Die Strohhalme stellen die Knochen dar. Es gibt drei Gelenke in den Fingern und zwei im Daumen. Die längeren Strohalmstücke stellen die Mittelhandknochen dar. Der durchlaufende Faden veranschaulicht die Bänder, da Bänder die Knochen miteinander verbinden und zusammen mit Sehnen und Muskeln den Bewegungsablauf ermöglichen. Wenn die Schüler\*innen an dem Fadenbündel unter der Handfläche ziehen, sollten sich die Finger der Modellhand bewegen.

## Wie geht's weiter?

Im Anschluss können sich die Schüler\*innen mit den Muskeln, ihrer Struktur und der Muskelbewegung befassen.





## Chemie

Wie kann man zeigen, dass CO <sub>2</sub> ein Treibhausgas ist? .....	1
Löslichkeit von CO <sub>2</sub> .....	2
Herstellung von Biokraftstoffen aus Abfällen.....	3
Feuer durch ein Metallsieb .....	4
Atomarer Aufbau im Rollenspiel .....	5
Feinstaub-Verschmutzung sichtbar gemacht .....	6
Limonen .....	7
Katalysatormodell mit Büroklammer und Papier .....	8

# Wie kann man zeigen, dass CO<sub>2</sub> ein Treibhausgas ist?

Irland

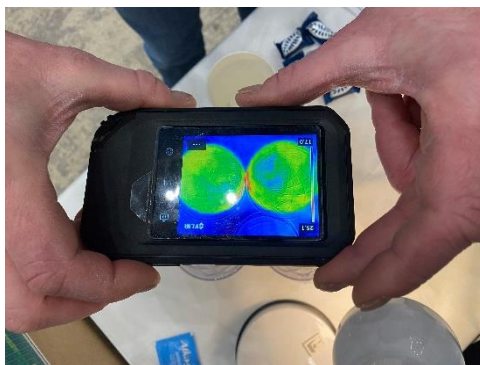
Altersgruppe: 11 bis 18 Jahre

## Hintergrund

Die Schüler\*innen lernen, dass Kohlenstoffdioxid ein Treibhausgas ist. Treibhausgase absorbieren Wärme und lassen sie nicht aus der Erdatmosphäre entweichen. Dadurch halten sie uns warm. Mit dieser Demonstration wird Schüler\*innen der Treibhauseffekt von CO<sub>2</sub> veranschaulicht.

## Was wird benötigt?

- ✓ 2 Bechergläser (am besten aus Plastik)
- ✓ Alka-Seltzer-Tablette  
*Hinweis:* Alka-Seltzer enthält Aspirin (Acetylsalicylsäure) (324 mg pro Tablette), Natriumhydrogencarbonat (1744 mg pro Tablette) und Citronensäure (965 mg pro Tablette)
- ✓ Wasser
- ✓ Messzylinder
- ✓ Infrarot-Thermometer
- ✓ Frischhaltefolie
- ✓ Gummiband
- ✓ Lampe und Glühbirne (künstliche Sonne)



## Schritt-für-Schritt-Anleitung

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

1. Jeweils 20 ml Wasser in die beiden Bechergläser geben.
2. Zwei Stücke Frischhaltefolie so zuschneiden, dass sie die Bechergläser abdecken.
3. Eine Alka-Seltzer-Tablette in eins der Bechergläser mit Wasser geben.
4. Das Becherglas schnell mit der Frischhaltefolie abdecken, um das entstehende Gas (das CO<sub>2</sub>) aufzufangen.
5. Das andere Becherglas mit Frischhaltefolie abdecken und mit einem Gummiband sichern.
6. Beide Bechergläser unter die Lampe (die künstliche Sonne) stellen und diese einschalten.
7. In regelmäßigen Abständen die Temperatur jedes Becherglases notieren und darauf achten, ob eines wärmer ist als das andere.



## Was ist passiert?

Das Becherglas mit dem Kohlenstoffdioxid nahm mehr Wärme auf und wurde heißer als das Becherglas ohne Kohlenstoffdioxid.

## Wie geht's weiter?

Essig und Natriumhydrogencarbonat (Natron) als Alternative zu Alka-Seltzer verwenden.

Verwenden Sie andere Kontrollen, z. B. nur Essig oder nur Luft, und vergleichen Sie die Ergebnisse.

Verwenden Sie eine Infrarotkamera, um die Temperaturänderungen zu erkennen.

# Löslichkeit von CO<sub>2</sub>

Irland

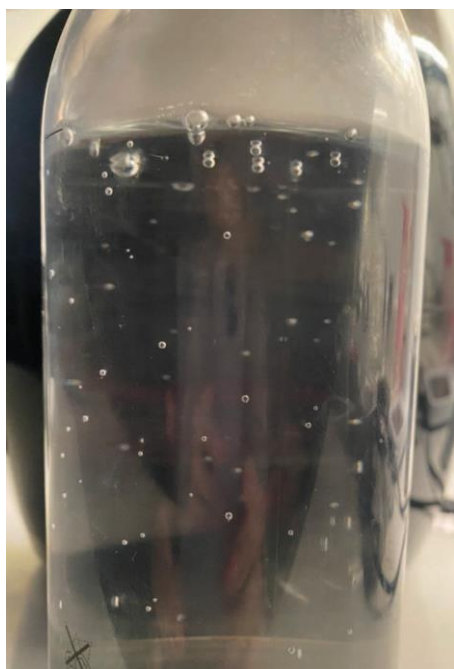
Altersgruppe: 10 bis 18 Jahre

## Hintergrund

Nachdem die Schüler\*innen gelernt haben, dass Kohlenstoffdioxid ein Treibhausgas ist, können sie erforschen, wie sich die steigende Temperatur auf der Erde auf die Löslichkeit des Kohlenstoffdioxids in den Ozeanen auswirkt.

## Was wird benötigt?

- ✓ 2 Flaschen Wasser mit Kohlensäure (eine über Nacht in den Kühlschrank stellen und die andere über Nacht bei Raumtemperatur aufbewahren)
- ✓ Eis
- ✓ warmes Wasser (aus dem Wasserhahn ist ausreichend)
- ✓ 2 große Becher oder andere Behälter, in denen die Wasserflaschen stehen können



## Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Einen Becher mit Eis und kaltem Wasser füllen.
2. Den anderen Becher mit warmem Leitungswasser füllen.
3. Beide Sprudelflaschen öffnen und 5 Minuten lang in die Behälter mit warmem und kaltem Wasser stellen. (Darauf achten, dass die Flasche aus dem Kühlschrank in den Behälter mit dem kalten Wasser gestellt wird.)
4. Nach 5 Minuten die Anzahl der Blasen zählen, die an der Oberfläche platzen.
5. Das Wasser aus beiden Flaschen probieren, um zu testen, ob eine der beiden Sorten sprudelnder schmeckt als die andere.

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

## Was ist passiert?

Die Flasche, die im Kühlschrank/Eiswasser stand, ist sprudelnder im Geschmack. Die Flasche im wärmeren Wasser schmeckt stiller. In der wärmeren Flasche mit Sprudelwasser entweichen mehr CO<sub>2</sub>-Blasen und platzen an der Oberfläche, da Kohlenstoffdioxid in warmem Wasser weniger löslich ist.

## Wie geht's weiter?

Geben Sie eine lösliche Tablette wie Alka-Seltzer in die heiße und kalte Sprudelflasche und setzen Sie sofort einen Luftballon auf den Ausguss, um das entstehende Gas aufzufangen. Vergleichen Sie die Größe der aufgeblasenen Luftballons. Auch hier gilt, dass das wärmere Wasser das Gas nicht halten kann und der Ballon daher größer ist.

Diskutieren Sie die Auswirkungen der steigenden Temperatur auf der Erde und der Löslichkeit von CO<sub>2</sub> in den Ozeanen.



# Herstellung von Biokraftstoffen aus Abfällen

Niederlande

Altersgruppe: 14 bis 18 Jahre

## Hintergrund

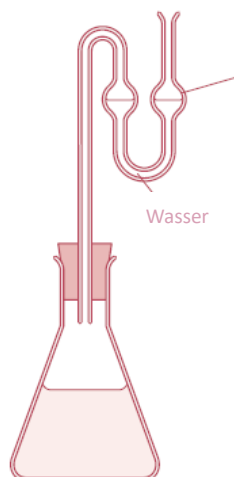
Bei dieser Aktivität wird Cellulase, die in Alginatkügelchen immobilisiert ist, zur Umwandlung von Cellulose in Glucose verwendet. Die Glucose wird dann durch Hefe zu Ethanol vergoren.

Cellulasepräparate werden in der Regel als Mischung aus Endoglucanase, Exoglucanase und Cellobiase gewonnen, die aus Pilzen und Bakterien isoliert werden. In Kombination wandeln diese Enzyme Cellulose letztlich in Glucose um.

Dieses Gemisch kann dann als Substrat für die Hefe zur Gärung und Herstellung von Ethanol verwendet werden.

## Was wird benötigt?

- ✓ Natriumalginat-Lösung
- ✓ Zubereitung von Cellulase-Enzymen
- ✓ Calciumchlorid-Lösung
- ✓ Seidenpapier
- ✓ Sieb
- ✓ 20-ml-Spritze
- ✓ 250-ml-Erlenmeyerkolben
- ✓ 250-ml-Becherglas
- ✓ Trockenhefe
- ✓ Kaliumiodid
- ✓ Natriumhypochlorit (oder Haushaltsbleiche)
- ✓ Trockenschrank, Ofen



## Schritt-für-Schritt-Anleitung

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

1. 20 ml einer 2-prozentigen Natriumalginat-Lösung vorbereiten und Cellulase bis zu einer Endkonzentration von 1 % hinzufügen.
2. Das Gemisch in eine Spritze ziehen und aus 15 cm Höhe langsam Tropfen für Tropfen in ein Becherglas mit 1,4-prozentiger Calciumchlorid-Lösung fallen lassen.
3. Die Perlen aushärten lassen.
4. Zerkleinertes Seidenpapier in einem kleinen Becher in so viel Wasser einweichen, dass es gerade bedeckt ist.
5. Die Mischung auf 30 °C erwärmen und die Perlen in die Suspension geben.
6. Das Gemisch für eine Stunde bei 30 °C ruhen lassen.
7. Das Seidenpapier mit einem feinen Sieb oder Filterpapier entfernen und das Filtrat auffangen.
8. Das Filtrat in einen 250-ml-Erlenmeyerkolben geben, 1 g Trockenhefe hinzufügen und einen Stopfen und einen Gärverschluss in die Öffnung des Kolbens einsetzen, um anaerobe Bedingungen herzustellen.
9. Das Gemisch im Kolben bei 25 °C 24–48 Stunden lang gären lassen. Die Gärung ist abgeschlossen, wenn keine Kohlenstoffdioxidblasen mehr durch den Gärverschluss austreten.

Gärungsschleuse

## Was ist passiert?

Das Vorhandensein von Ethanol kann mit der Iodoformprobe nachgewiesen werden.

Kaliumiodid und Natriumhypochlorit zugeben und 10 Minuten bei 80–90 °C inkubieren. Ein gelber Niederschlag weist auf das Vorhandensein von Alkohol hin.

# Feuer durch ein Metallsieb

Schweiz

Altersgruppe: 14 bis 18 Jahre

## Hintergrund

Trockenes Gewebe, das über ein Teelicht gehalten wird, brennt leicht. Taschentücher, die in einem Metallsieb über ein Teelicht gehalten werden, brennen jedoch überhaupt nicht.

## Was wird benötigt?

- ✓ ein Metallsieb
- ✓ in kleine Stücke geschnittenes Gewebe (z. B. Papiertaschentuch)
- ✓ Teelicht (oder andere Kerze)
- ✓ Streichhölzer

## Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Das Gewebe in kleine Stücke reißen oder schneiden.
2. Die Schnipsel in ein Metallsieb geben.
3. Eine Kerze anzünden.
4. Das Metallsieb über die Kerze halten.

## Was ist passiert?

Das Gewebe im Metallsieb beginnt zu rauchen, brennt aber nicht.

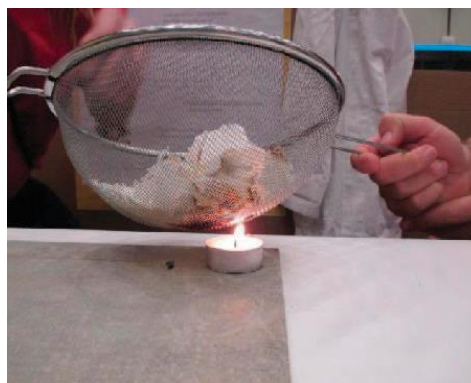
Das Sieb erwärmt sich zwar an der Stelle der Kerze, doch die Wärme wird von der Stelle über der Kerze weggeleitet. Ein grund-legender Aspekt der Wärmeübertragung ist, dass Wärme von einem Bereich mit hoher Temperatur zu Bereichen mit niedriger Temperatur fließt.

Dadurch bleibt die Temperatur des Papiers unter der Zündtemperatur, sodass sich das Gewebe nicht entzündet.

## Wie geht's weiter?

Um feuerfestes Papier herzustellen, können Sie das Papier in Wasser einweichen, dem etwas Natron zugesetzt wurde. Fügen Sie weiter Natron zum Wasser hinzu, bis es sich nicht mehr auflöst. Lassen Sie das Papier trocknen, bevor Sie versuchen, es anzuzünden.

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE



# Atomarer Aufbau im Rollenspiel

Italien

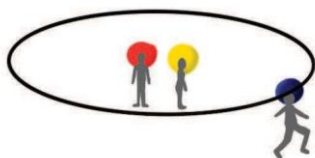
Altersgruppe: 14 bis 18 Jahre

## Hintergrund

Die Schüler\*innen bilden in einem Rollenspiel ein genaues Modell des Wasserstoffatoms nach, sodass sie erkennen können, wo sich die Protonen, Elektronen und Neutronen befinden und wie sie sich verhalten.

## Was wird benötigt?

- ✓ Etiketten für jede\*n Schüler\*in (Elektron, Neutron, Proton)
- ✓ vorbereitete Bilder oder digitale Folien zum atomaren Aufbau verschiedener Elemente
- ✓ freier Platz im Labor oder in der Turnhalle



Modell  ${}^1_1\text{H}$



Modell  ${}^4_2\text{He}$



Modell  ${}^{12}_6\text{C}$

## Schritt-für-Schritt-Anleitung

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

1. Teilen Sie die Klasse in Dreiergruppen auf und weisen Sie jeder Gruppe einen Ort im Raum zu.
2. Um sie in das Modellieren durch Rollenspiel einzuführen, geben Sie jeder Gruppe 30 Sekunden Zeit, um auf Ihre Aufforderungen zu reagieren. Sagen Sie beispielsweise „Kreis“ oder „Viereck“. Die Schüler\*innen müssen versuchen, sich entsprechend aufzustellen.
3. Die Lehrkraft sagt dann „Atom“. Die Schüler\*innen haben eine Minute Zeit, um ein Atom nachzubilden.
4. Den Schüler\*innen werden das Element Wasserstoff und die beiden Zahlen (Atommassenzahl und Ordnungszahl) gezeigt.
5. Die Schüler\*innen haben 3 Minuten Zeit, um das entsprechende Wasserstoffatom zu modellieren.
6. Neben der Anzahl der Protonen, Neutronen und Elektronen kann nun auch besprochen werden, was Ordnungszahl und Massenzahl bedeuten.

## Wie geht's weiter?

Idealerweise finden sich je 6–7 Schüler\*innen zu einer Gruppe zusammen. Zeigen Sie ein Heliumatom an der Tafel und geben Sie den Schüler\*innen 3 Minuten Zeit, dieses Atom zu modellieren. Geben Sie wie zuvor die Massenzahl und die Ordnungszahl an.

Bilden Sie erneut Gruppen und zeigen Sie Elemente mit größerer Massenzahl, bis die ganze Klasse daran arbeitet, Kohlenstoff darzustellen.

# Feinstaub-Verschmutzung sichtbar gemacht

Großbritannien

Altersgruppe: 11 bis 18 Jahre

## Hintergrund

Ziel ist es, den Schüler\*innen zu helfen, Luftverschmutzung durch Feinstaub besser zu verstehen, und zu visualisieren, was sie normalerweise nicht sehen können.

Umweltverschmutzung wirkt sich auf unser aller Leben aus, und die Anzahl der Schadstoffe kann kleinräumig sehr unterschiedlich sein.

Bei dieser Aktivität erstellen die Schüler\*innen Partikelfallen, um den Feinstaubgehalt der Luft an verschiedenen Orten auf dem Schulgelände oder in der Umgebung ihrer Schule zu vergleichen.

## Was wird benötigt?

- ✓ 5 Klarsichthüllen (A4)
- ✓ 5 Blatt weißes Papier (A4)
- ✓ Stift
- ✓ Vaseline
- ✓ Spatel
- ✓ Schnur
- ✓ Schere
- ✓ Lupe



## Schritt-für-Schritt-Anleitung

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

1. Legen Sie gemeinsam mit Ihrer Klasse fest, in welchen fünf Bereichen das Ausmaß der Luftverschmutzung ermittelt werden soll. An diesen Stellen müssen die Klarsichthüllen aufgehängt werden.
2. Den Namen des jeweiligen Gebiets und das Datum auf die Blätter schreiben.
3. Ein weißes Blatt in jede Klarsichthülle legen.
4. Die Vorderseite jeder Klarsichthülle mit Vaseline bestreichen.
5. Die Hülle mithilfe der Schnur in den ausgewählten Bereichen aufhängen.  
*Hinweis:* Die Klarsichthüllen nicht in der Nähe von Sträuchern aufhängen, da kleine Insekten an der Vaseline haften bleiben könnten.
6. Entscheiden Sie mit der Klasse, wie lange die Klarsichthüllen hängen bleiben sollen.
7. Nehmen Sie die Klarsichthüllen nach der vorgegebenen Zeit ab und diskutieren Sie mit der Klasse darüber, warum die Luftverschmutzung in den ausgewählten Bereichen unterschiedlich hoch ist.
8. Mit der Lupe können Sie die Partikel genauer betrachten. Die gefundenen Partikel sind klein und erscheinen als schwarze Punkte.

## Was ist passiert?

Die Partikel in der Luft bleiben an der Vaseline auf der Klarsichthülle haften. Das weiße Papier dient lediglich als Hintergrund, um die Verschmutzung zu sehen.

## Wie geht's weiter?

Die Schüler\*innen können diese Aktivität zu Hause nachmachen und die Ergebnisse für weitere Diskussionen in den Unterricht mitbringen.

# Limonen

Spanien und Italien

Altersgruppe: 11 bis 18 Jahre

## Hintergrund

Limonen (C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>) ist ein Kohlenwasserstoff.

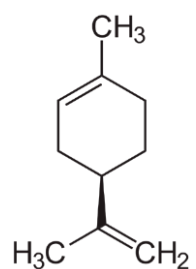


Abbildung: Wikipedia

Das bedeutet, dass seine Moleküle nur aus Kohlenstoff- und Wasserstoffatomen bestehen.

Limonen ist bei Raumtemperatur flüssig und verantwortlich für den Geruch in Zitrusfrüchten. Es ist eine farblose Substanz, die nicht in Wasser löslich ist. Es ist löslich in unpolaren Stoffen wie Alkanen, Ölen oder Alkoholen.

Es handelt sich um eine flüchtige Substanz, weshalb sie unsere Geschmacks- und Geruchsrezeptoren so schnell erreicht.

Die Hauptquellen für Limonen sind die Zitruschalenöle von Orange, Grapefruit und Zitrone.

## Was wird benötigt?

- ✓ Luftballons
- ✓ Zitronen und/oder Orangen
- ✓ Skalpell



## Schritt-für-Schritt-Anleitung

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

1. Einen Luftballon aufblasen.
2. Vorsichtig einen Finger auf den Ballon legen und leichten Druck ausüben.
3. Mit dem Ballon passiert nichts.
4. Etwas Zitronenschale abschneiden.
5. Etwas von dem Limonen aus dem äußeren Teil der Zitronenschale auf den Finger bringen.
6. Den Finger auf den Ballon legen und den gleichen Druck wie zuvor ausüben.

## Was ist passiert?

Wenn man einen Finger auf den Ballon legt und ein wenig Druck ausübt, platzt der Ballon aufgrund seiner Elastizität nicht. Man bräuchte eine große Menge Druck oder eine scharfe Kante, um den Ballon zum Platzen zu bringen. Die Luft in einem Ballon steht unter einem höheren Druck als die Umgebung, was auf die elastische Spannung des Gummis im Ballon zurückzuführen ist. Mit Limonen auf dem Finger platzt der Ballon, obwohl der Druck der gleiche bleibt. Das liegt daran, dass der Luftballon aus Latexgummi besteht, der ebenfalls ein Kohlenwasserstoff ist. Wenn zwei Kohlenwasserstoffe in Kontakt kommen, lösen sie sich gemeinsam auf. Dadurch entsteht ein kleines Loch im Ballon, das ein Kräfteungleichgewicht in der Ballonhülle verursacht. Die Luft aus dem Ballon dehnt sich frei aus und erzeugt eine Druckwelle, die unsere Ohren als Knall hören.

## Wie geht's weiter?

Testen Sie verschiedene Arten von Ballons. Extrahieren Sie Limonen im Labor und sprühen Sie das Limonen auf den Ballon.

Hier können Sie sich das [Projektvideo](#) in englischer Sprache vom Europäischen Science on Stage Festival 2022 auf YouTube ansehen.

**Hinweis:** Vulkanisierter Gummi ist mit Schwefel behandelter Gummi. Er ist stärker als Naturlatexgummi und lässt sich schwerer mit Limonen auflösen.



# Katalysatormodell mit Büroklammer und Papier

Irland

Altersgruppe: 14 bis 18 Jahre

## Hintergrund

Dieser einfache Zaubertrick kann verwendet werden, um Schüler\*innen die Wirkung eines Katalysators zu veranschaulichen.

## Was wird benötigt?

- ✓ zwei Büroklammern
- ✓ ein Streifen Papier oder ein Geldschein



## Schritt-für-Schritt-Anleitung

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

1. Stellen Sie die Frage: Wie oft muss man zwei Büroklammern in die Luft werfen, damit sie sich verhaken? Offensichtlich eine sehr große Zahl.
2. Setzen Sie die beiden Büroklammern wie auf den Abbildungen gezeigt auf den gefalteten Papierstreifen.
3. Ziehen Sie langsam an den beiden Enden des Papierstreifens, sodass sich die Büroklammern aufeinander zubewegen und sich auf magische Weise miteinander verbinden.

## Wie geht's weiter?

- Besprechen Sie mit Ihren Schülern\*innen, wie das Papier im Modell als Katalysator wirkt, der die Aktivierungsenergie senkt, ohne bei der Reaktion verbraucht zu werden.
- Erörtern Sie etwaige Schwächen dieses Modells.
- Versuchen Sie, einige Gummibänder zwischen die Büroklammern zu klemmen. Sie werden auch miteinander verbunden, was zur Besprechung von Polymeren und Molekülketten genutzt werden kann.



## Dynamik und Statik

# Inhaltsverzeichnis:

## Dynamik und Statik

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

Blühende Kapillar-Origami-Blumen .....	1
Fallschirmflug .....	2
Windmühlen-Drachen steigen lassen .....	3
Darstellung von Konvektions-strömen in der Luft.....	4
Mit Bewegungsdiagrammen Kinematik unterrichten .....	5
Ein einfacher Feuerlöscher .....	6
Energieumwandelnde Autos.....	7
Hubschrauber mit Gummibandtrieb 1 .....	8
Hubschrauber mit Gummibandtrieb 2 .....	9
Wanderndes Rentier.....	10
Energieumwandelnde Windturbine.....	11
Eggsperiments: roh versus hart gekocht .....	12
Eggsperiments: Das erste Newton'sche Gesetz.....	13
Eggsperiments: Drehende Eier und die Lenz'sche Regel .....	14
Der Kaye-Effekt.....	16
Einen Bumerang basteln.....	17
Eine seltsame Wasserflasche .....	18
Schrauben und Muttern .....	19
Die Trockentänzer .....	20
Der elastische Aufzug .....	21
Ein Trick mit Löffel, Gabel und Streichholz .....	22
Wirbelsturm in der Tasse .....	23

# Blühende Kapillar-Origami-Blumen

Slowakei

Altersgruppe: 6 bis 12 Jahre

## Hintergrund

Das Wasser bewegt sich durch Kapillarwirkung durch die Pflanzen.

Wir zeigen die Kapillarwirkung an einer Papierblume, die "aufblüht".

## Was wird benötigt?

- ✓ Papierblumen
- ✓ Schale mit Wasser

## Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Eine Blumenform auf Papier zeichnen, bemalen und ausschneiden.
2. Die Blütenblätter zur Mitte hin falten.
3. Die Blumen in die Schale mit Wasser legen, schwimmen lassen und beobachten.

## Was ist passiert?

Die Papierblumen saugen das Wasser auf und öffnen sich, um ihre schönen Blütenblätter zu enthüllen. Zwischen den Holzfasern, aus denen das Papier besteht, gibt es winzige Lücken. In diese „Kapillarrohre“ kann Flüssigkeit oder Luft eindringen. Wassermoleküle bleiben gern dicht beieinander bzw. haften an anderen Stoffen. Wenn man die Papierblumen ins Wasser legt, bleibt das Wasser sofort an den Wänden der Kapillarrohre haften und beginnt, sich auch im übrigen Papier zu verteilen. Wenn das Papier mehr und mehr Wasser aufnimmt, werden die Faltlinien flacher, wodurch sich die Blütenblätter entfalten.

## Wie geht's weiter?

Blumen (z.B. Nelken, Tulpen oder Narzissen) färben, indem man sie in mit verschiedenen Lebensmittelfarben gefärbtes Wasser stellt. Dies ist ein anschauliches Experiment, um die Kapillarwirkung zu zeigen.

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE



# Fallschirmflug

Irland

Altersgruppe: 9 bis 12 Jahre

## Hintergrund

Ein Fallschirm wird durch die Schwerkraft zur Erde gezogen. Fallschirme sind aber so konstruiert, dass sich Luft unter dem Schirm sammelt und dadurch eine Person langsam zur Erde sinken kann, wenn sie aus einem Flugzeug abspringt.

Die Schirme werden bei der Landung auch als Bremse eingesetzt. Es soll hier der beste Fallschirm entworfen und gebaut werden.

## Was wird benötigt?

- ✓ verschiedene Materialien
- ✓ Schnur
- ✓ Schere
- ✓ Klebeband
- ✓ Plastikfigur
- ✓ Lineal



## Fragestellungen

1. Macht es einen Unterschied, wenn das, was fällt, von Luft umgeben ist? Was wäre, wenn es keine Luft gäbe? (Wie fallen Dinge auf dem Mond?)
2. Wodurch wird der Luftwiderstand beeinflusst? (Form, Art des Materials, Geschwindigkeit)
3. Was macht den besten Fallschirm aus?
4. Funktioniert ein Fallschirm, wenn er ein Loch oder viele Löcher hat?

## Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Voraussagen, mit welchem Fallschirm die Plastikfigur am langsamsten fallen wird.
2. Sich überlegen, welches Material am geeignetsten ist, welche Form der Fallschirm haben sollte, mit oder ohne Loch (Löcher) im Fallschirm, und welche Größe er haben sollte.
3. Die in Gruppen aufgeteilten Schüler\*innen planen und experimentieren, um herauszufinden, welches der beste Fallschirm ist.
4. Sich einen Test überlegen, mit dem man feststellen kann, welches der beste Fallschirm ist. Den Test mit allen Fallschirmen durchführen.
5. Die Daten sammeln und ordnen, um die Ergebnisse darzustellen.
6. Die Ergebnisse interpretieren und besprechen.
7. Die Ergebnisse präsentieren und auf der Grundlage der Daten Erklärungen finden und Verbesserungsvorschläge machen.

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

## Was ist passiert?

Wenn ein Fallschirm ausgelöst wird, zieht das Gewicht an den Schnüren den Fallschirm nach unten. Die große Oberfläche des Schirms sorgt für einen hohen Luftwiderstand, der den Fallschirm verlangsamt.

Je größer die Oberfläche ist, desto größer ist der Luftwiderstand und desto langsamer fällt der Fallschirm.

## Wie geht's weiter?

Nur einen Parameter ändern (zum Beispiel: die Länge der Schnur, die Größe des Schirms, die Form des Schirms, die Masse der Figur, des verwendeten Materials usw.) und einen neuen Fallschirm basteln. Den neuen Fallschirm mit dem ursprünglichen vergleichen. Wie hat sich die Veränderung auf die Dauer des Flugs ausgewirkt?



# Windmühlen-Drachen steigen lassen

Irland

Altersgruppe: 9 bis 12 Jahre

## Hintergrund

Was macht eine gute Windmühle aus?

## Was wird benötigt?

- ✓ Papier
- ✓ Schere
- ✓ Locher
- ✓ Schnur
- ✓ Pfeifenreiniger

## Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Ein Quadrat aus einem Blatt Papier ausschneiden.
2. Das Papier entlang der Diagonalen falten. Öffne Es wieder öffnen und erneut falten, diesmal entlang der anderen Diagonale. Das Papier wieder öffnen.
3. Von einer Ecke ausgehend entlang der Diagonalen bis etwa 3 cm vor der Mitte schneiden. Den Vorgang entlang der verbleibenden drei Diagonalen wiederholen.
4. Mit einem Locher ein Loch in die rechte (oder linke) Ecke jeder der vier „Flügel“ stanzen.
5. Die vier Enden mit den Löchern zur Mitte des Papiers bringen, diese mit einem kleinen Stück Pfeifenreiniger verbinden und eine 60 cm lange Schnur durch die Schlaufe des Pfeifenreinigers führen. Die Schnur verknoten.

## Was ist passiert?

Der Drachen fliegt, wenn man ihn rennend hinter sich durch die Luft zieht.

## Wie geht's weiter?

Hier sind einige Fragen, die die Schüler\*innen diskutieren und für sich selbst beantworten können:

1. Was macht eine gute Windmühle aus?
2. Verschiedene Windmühlen bauen (die Dicke des Papiers, die Länge der Schnur usw. ändern). Welche ist die Beste?
3. Was heißt „die beste Windmühle“? Ist es diejenige, die sich am schnellsten dreht?
4. Kann man die Windmühle dazu bringen, sich in die entgegengesetzte Richtung zu drehen (Stanzen des Lochs in die andere Ecke der „Flügel“)?
5. Beeinflusst die Länge der Schnur die Art, wie der Windmühlen-Drachen fliegt?
6. Hat die Länge der Schnur einen Einfluss auf die Geschwindigkeit, mit der sich die Windmühle dreht?

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE



# Darstellung von Konvektionsströmen in der Luft

Polen

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

Altersgruppe: 12 bis 15 Jahre

## Hintergrund

Mit der mit der so genannten Schattenprojektion lässt sich die durch eine Kerzenflamme verursachte Konvektionsströmung beobachten.

## Was wird benötigt?

- ✓ Projektor
- ✓ Kerze
- ✓ Streichhölzer

## Schritt-für-Schritt-Anleitung

Das Licht des Projektors auf die brennende Kerze richten.

## Was ist passiert?

Über der Kerze ist kein Rauch zu sehen. Auf dem Bildschirm erscheinen jedoch Schlieren. Diese entstehen, weil die von der Flamme erwärmte Luft nach oben steigt.

Die erwärmte Luft über der Kerze hat eine geringere Dichte als die Umgebungsluft. Schlieren entstehen, wenn Licht beim Durchgang durch ein inhomogenes Medium (in diesem Fall inhomogen erwärmte Luft) mit geringer Dichte gebrochen wird.



# Mit Bewegungsdiagrammen Kinematik unterrichten

Niederlande

Altersgruppe: 12 bis 15 Jahre

## Hintergrund

Diese Aktivität hilft den Schüler\*innen ein solides Konzept von Bewegung zu entwickeln, indem sie eine Verbindung herstellen zwischen einer körperlichen Bewegung und der grafischen Darstellung dieser Bewegung. Nach dieser Aktivität können die Schüler\*innen:

1. mehrere Darstellungen verwenden (Diagramme mit Worten beschreiben)
2. eine beobachtete Bewegung erklären bzw. die in dem Diagramm dargestellte Bewegung wiedergeben – das heißt so laufen, wie es das Diagramm vorgibt.

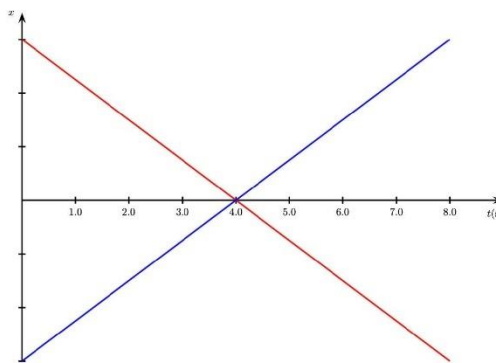
## Was wird benötigt?

Ein Mini-Whiteboard oder laminierte DIN-A4-Blätter, auf denen eingezeichnet sind:

- ✓ leere Orts-Zeit- und Geschwindigkeits-Zeit-Diagramme;
- ✓ Beispiele von Orts-Zeit- und Geschwindigkeits-Zeit-Diagrammen.

## Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Einige Kegel mit bestimmten Abständen zueinander auflegen.
2. Eine Person läuft zwischen zwei Kegeln hindurch, die Schüler\*innen beobachten die Bewegung und stellen sie auf den leeren Schablonen durch ein Diagramm der Positionszeit dar.
3. Die Startposition und die Geschwindigkeit des Läufers variieren. Die Bewegung als Positionszeit- und als Geschwindigkeits-Zeit-Diagramm darstellen.

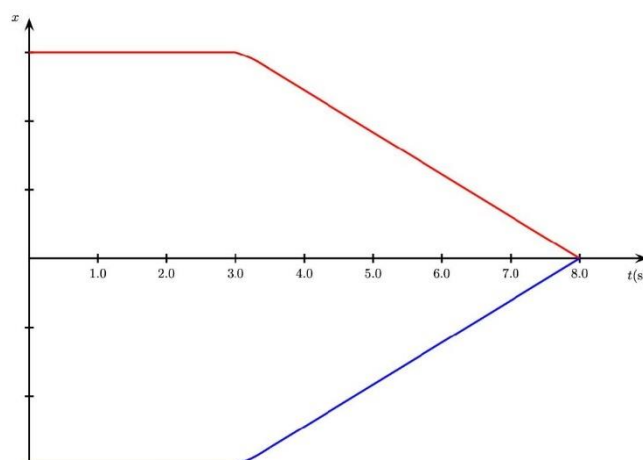
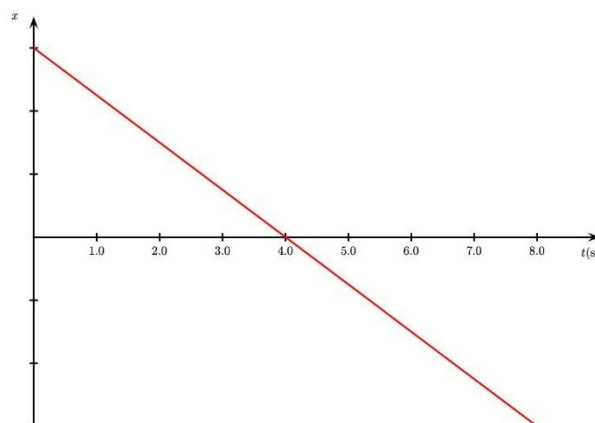


VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

## Wie geht's weiter?

Die Schüler\*innen können anhand der vorbereiteten Beispiele der Orts-Zeit- und Geschwindigkeits-Zeit-Diagramme das jeweilige „Diagramm ablaufen“.

Die Diagramme können eine oder zwei Bewegungen darstellen. Die Schüler\*innen müssen sich den Startpunkt, die Entfernung, die Zeit und die Geschwindigkeit jeder einzelnen Bewegung überlegen.



# Ein einfacher Feuerlöscher

Slowakei

Altersgruppe: 9 bis 12 Jahre

## Hintergrund

Mit der Luft aus einer Flasche eine Flamme löschen.

## Was wird benötigt?

- ✓ leere Plastikflasche
- ✓ Einweghandschuhe
- ✓ Kerze
- ✓ Klebeband

## Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Das Ende einer leeren Plastikflasche abschneiden.
2. Einen Einweghandschuh aus Gummi oder Latex mit Klebeband über das abgeschnittene Ende der Flasche befestigen.
3. Die Kerze anzünden.
4. Wenn man nun an dem Gummihandschuh zieht und die Öffnung der Flasche auf die Flamme richtet, kann man die Kerzenflamme löschen.

## Was ist passiert?

Was wie eine "leere" Plastikflasche aussieht, ist in Wirklichkeit eine mit Luft gefüllte Flasche. Durch Ziehen am Gummi dehnt sich das Luftvolumen in der Flasche aus.

Wenn man das Gummi loslässt, springt es in seine ursprüngliche Position zurück und stößt mit Druckluft aus. Richtet man den „Feuerlöscher“ auf eine Flamme, erlischt die Flamme.

## Wie geht's weiter?

Weitere Arten von Feuerlöschern erforschen.

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE



# Energieumwandelnde Autos

Irland

Altersgruppe: 6 bis 12 Jahre

## Hintergrund

Nach dem Energieerhaltungssatz kann Energie nicht vernichtet, sondern nur von einer Energieform in eine andere umgewandelt werden.

In dieser Aktivität bauen die Schüler\*innen eine Energieumwandler Vorrichtung, um elastische potenzielle Energie in kinetische Energie umzuwandeln.

## Was wird benötigt?

- ✓ aus Pappe oder Kartonresten einen Wagenrahmen ausschneiden. Für die Achsen Holzspieße oder Holzstricknadeln verwenden (2 × 15 cm lang, 4 mm im Durchmesser)
- ✓ aus Schwimmdeln Räder schneiden oder Flaschendeckel verwenden, Deckel von Marmeladengläsern usw. benutzen
- ✓ Mausefalle
- ✓ Stricknadel für den Hebelarm
- ✓ Schnur
- ✓ Klebeband

## Schritt-für-Schritt-Anleitung

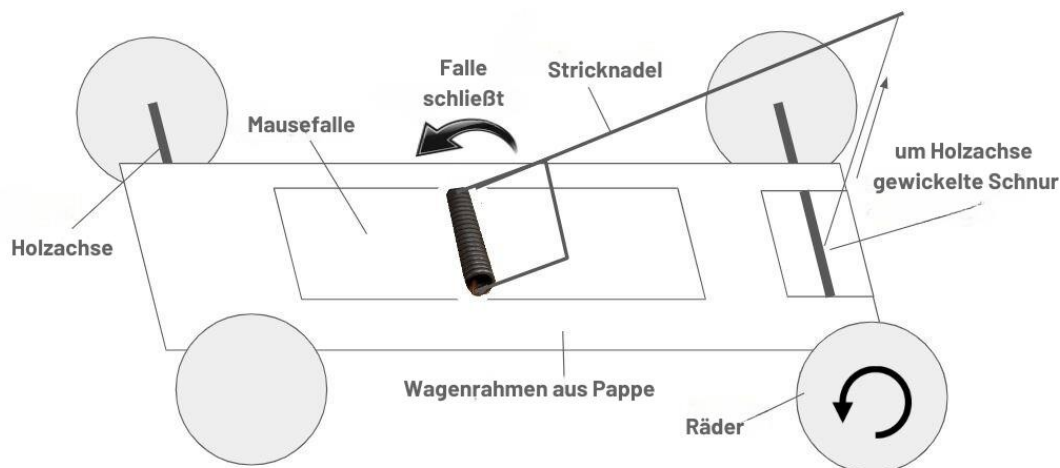
1. In das eine Ende eines 10 cm × 20 cm großen Stücks Pappe eine Kerbe schneiden, damit sich die Schnur leicht um die Achse wickeln lässt.
2. Die Achsen durch den Karton stecken und an die Enden die Räder stecken.
3. Mit Klebeband oder Kleber die Räder an der Achse befestigen. Die Mausefalle mit Klebeband auf die „Karosserie“ kleben, so dass sich die Mausefalle nach vorn schließt.
4. Mit Klebeband eine Stricknadel als Hebelarm an den Bügel der Mausefalle befestigen und ans Ende der Stricknadel eine Schnur festbinden.
5. Um das Auto in Bewegung zu setzen, die Schnur durch die Kerbe führen und fest um die Hinterachse wickeln – die Mausefalle öffnet sich.

## Was ist passiert?

Wenn sich die Falle schließt, zieht die Schnur an der Hinterachse, so dass sich diese dreht und das Auto vorwärtsfährt.

## Wie geht's weiter?

Mit verschiedenen Hebelarmlängen experimentieren, um das Auto über eine möglichst lange Strecke anzutreiben.





# Hubschrauber mit Gummibandtrieb 1

Tschechische Republik

Altersgruppe: 6 bis 12 Jahre

## Hintergrund

Die Schüler\*innen können mit diesem Hubschrauber auf spielerische Art und Weise ihre technischen Fähigkeiten entwickeln und Energieumwandlungen untersuchen.

## Was wird benötigt?

- ✓ Trinkhalme aus wiederverwendbaren Materialien
- ✓ Plastikflasche
- ✓ Büroklammern
- ✓ Heißklebepistole und Klebeband
- ✓ Gummiband
- ✓ schmaler Plastikschlauch (z.B. Kugelschreibermine)

## Schritt-für-Schritt-Anleitung

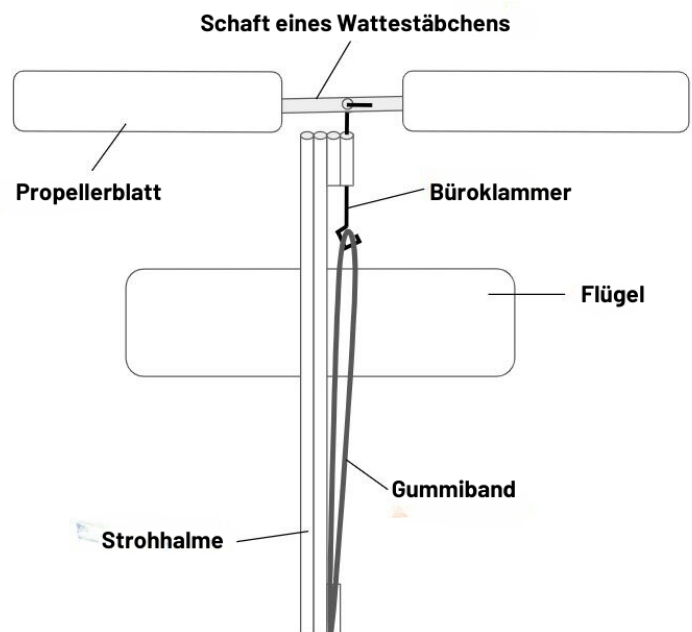
1. Aus einer Plastikflasche zwei Propellerblätter ausschneiden und diese mit Klebeband an Schlitzern im Schaft eines schmalen Plastikschlauches befestigen.
2. Eine Büroklammer so verbiegen, dass sie an einem Ende einen Haken bildet, und am Propeller befestigen (siehe Bild).
3. Zwei Strohhalme zusammenkleben: Sie bilden den Hauptkörper des Hubschraubers.
4. Das Propellersystem an einem Ende der Strohhalme befestigen. Ein Gummiband von der hakenförmigen Büroklammer bis zum anderen Ende der Strohhalme spannen.
5. Einen Kunststoffflügel am Hubschrauberkörper befestigen, um die Rotation des Hubschrauberkörpers während des Fluges zu minimieren (siehe Bild).
6. Propeller durch Drehen spannen und starten!

## Was ist passiert?

Das Gummiband speichert elastische potentielle Energie, die schnell in kinetische Energie umgewandelt wird und den Hubschrauber zum Fliegen bringt. Der Flügel hilft, den Flug zu stabilisieren.

## Wie geht's weiter?

1. Für längere Flüge kann man Gummibänder aus dem Modellbaugeschäft besorgen. Diese können viel fester gewickelt werden.
2. Die Schüler\*innen können untersuchen, wie sich das Einschmieren der Propellerachse mit Spülmittel und/oder unterschiedlich große Propellerblätter auf die Flugstabilität auswirken.



VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

# Hubschrauber mit Gummibandtrieb 2

Tschechische Republik

Altersgruppe: 9 bis 12 Jahre

## Hintergrund

Der Auftrieb ist eine Kraft, die auftritt, wenn ein Gegenstand gegen die Luft drückt, wodurch der Gegenstand nach oben steigt oder seinen Fall verlangsamt. Durch den Auftrieb wird die Schwerkraft überwunden, die den Gegenstand zum Boden zieht.

Energieumwandlung im Hubschrauber: elastische potentielle Energie → kinetische Energie.

## Was wird benötigt?

- ✓ Gummiband
- ✓ Propeller (aus Plastik, vorgefertigt oder ein Wattestäbchen, Papier und Draht)
- ✓ Balsaholz (sehr leichtes Holz)
- ✓ Klebeband
- ✓ Schere
- ✓ dünnes Styropor

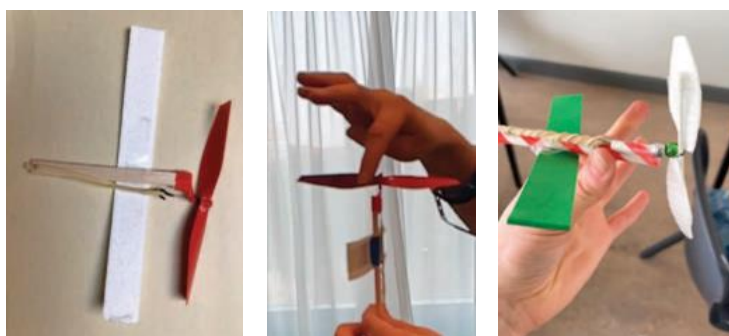
## Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Das Balsaholz auf eine Länge von 25 cm schneiden.
2. Eine kleine Kerbe in die Unterseite des Holzes. (<5 mm) schneiden.
3. Den Propeller zusammenbauen (falls es kein vorgefertigter Propeller ist) und am Balsaholz befestigen. Es sollte am Propeller ein Draht und ein zweiter Haken zur Befestigung des Gummibandes vorhanden sein.
4. Das Styropor auf 25 cm x 1,5 cm zuschneiden.
5. Den Styroporflügel senkrecht am Balsaholz befestigen.
6. Das Gummiband am zweiten Haken und an der Kerbe am gegenüberliegenden Ende des

Balsaholzes befestigen. Wenn das Gummiband nicht fest sitzt, durch Anbringen eines Knotens verkürzen.

7. Der Propeller sollte sich frei drehen können. Wenn man am Propeller dreht, verdreht sich auch das Gummiband: Es wird elastische potentielle Energie erzeugt. Man sollte das Gummiband so lange verdrehen, bis es sich nur noch schwer aufwickeln lässt.
8. Mit einer Hand den Propeller festhalten und mit der anderen Hand das untere Ende des Balsaholzes.
9. Den Propeller loslassen und beobachten, wie er sich dreht und aufsteigt.

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE



## Was ist passiert?

Durch die Drehung des Propellers wird potentielle Energie im Gummiband gespeichert. Wenn diese Energie freigesetzt wird, wird sie in kinetische Energie umgewandelt, die den Propeller in die umgekehrte Richtung drehen lässt und eine Auftriebskraft erzeugt. Aufgrund dieser Rotationsbewegung gibt es für jede Aktion eine gleichwertige und entgegengesetzte Reaktion: Der Körper und die Tragflächen des Hubschraubers drehen sich in die entgegengesetzte Richtung und erzeugen ebenfalls Auftrieb.

## Wie geht's weiter?

Durch Verändern einer der folgenden Variablen untersuchen, was und wie der Auftrieb des Hubschraubers beeinflusst wird: Länge der Flügel, Länge des Balsaholzes, Masse der verschiedenen Materialien, Anzahl der Umdrehungen des Propellers (beim Aufwickeln des Gummibands), verschiedene Arten von Gummibändern.

# Wanderndes Rentier

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

Altersgruppe: 6 bis 12 Jahre

## Hintergrund

Dies ist eine lustige Aktivität für die Adventszeit. Die Schüler\*innen zeichnen die Bewegung des Rentiers aus Pappe auf, das den Abhang hinunterwackelt. Sie messen die Zeit, die Steigung des Hangs und die Geschwindigkeit.

## Was wird benötigt?

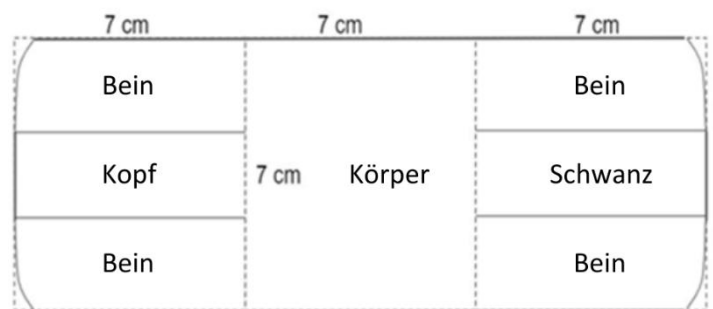
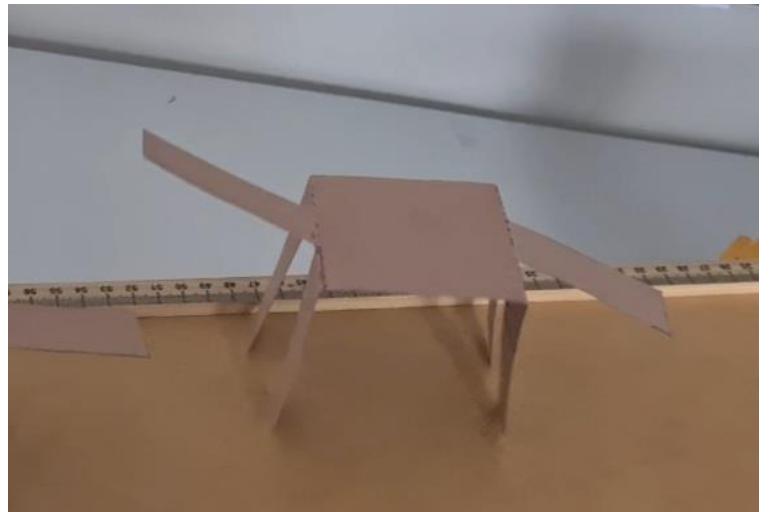
- ✓ Stück Pappe o.Ä.
- ✓ Schere

## Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Ein 21 cm × 7 cm großes Rechteck aus Pappe ausschneiden. Darauf drei Zonen von 7 cm × 7 cm markieren.
2. Zwei Schlitzte in jedes Ende schneiden und die äußeren Teile als „Beine“ umklappen (siehe Bild).
3. Das Kopfteil hoch und das Schwanzteil herunterklappen.
4. Die Beine rund schneiden, damit das Rentier wackelt.
5. Das Rentier auf eine Schräge stellen und ihm einen Schubs geben, damit es sich in Bewegung setzt.

## Was ist passiert?

Wenn das Rentier aus dem Gleichgewicht gerät, fängt es an zu taumeln, so dass die Beine abwechselnd nach vorn „springen“: Es sieht so aus, als würde es den Hang hinuntergehen.



## Wie geht's weiter?

1. Die Schüler\*innen können mit verschiedenen Beinlängen und Materialien experimentieren, um das schnellste Rentier zu finden.
2. Für die Geschwindigkeitsberechnungen die Zeit und die Strecke messen.
3. Sie können anschließend die Neigung ändern und feststellen, wie diese sich auf die Geschwindigkeit auswirkt.

# Energieumwandelnde Windturbine

Irland

Altersgruppe: 9 bis 12 Jahre

## Hintergrund

Windturbinen wandeln die kinetische Energie des Windes in Nutzenergie um.

In dieser Aktivität entwerfen und konstruieren die Schüler\*innen eine Windturbine, die Gewichte vom Boden hebt und dabei potenzielle Energie erzeugt.

## Was wird benötigt?

- ✓ Korken
- ✓ Zahnstocher
- ✓ Stück Pappe
- ✓ Heißklebepistole und Klebstoff
- ✓ Strohalm
- ✓ Holzspieße
- ✓ Schnur
- ✓ Pappbecher
- ✓ Holzständer

## Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Aus Pappe drei Rotorblätter ausschneiden und auf die Zahnstocher kleben.
2. Die Rotorblätter in einen Korken stecken, in dessen Mitte ebenfalls ein Holzspieß steckt.
3. Der Spieß soll sich in einem 3 cm langen Strohalm drehen können, der auf einem Holzständer befestigt ist.
4. Eine Schnur an einen Pappbecher befestigen in dem ein paar Münzen gelegt werden. Das andere Ende der Schnur am Ende des Holzspießes verknoten (vgl. Bild).
5. Einen Fön oder einen Ventilator vor die Windturbine halten.

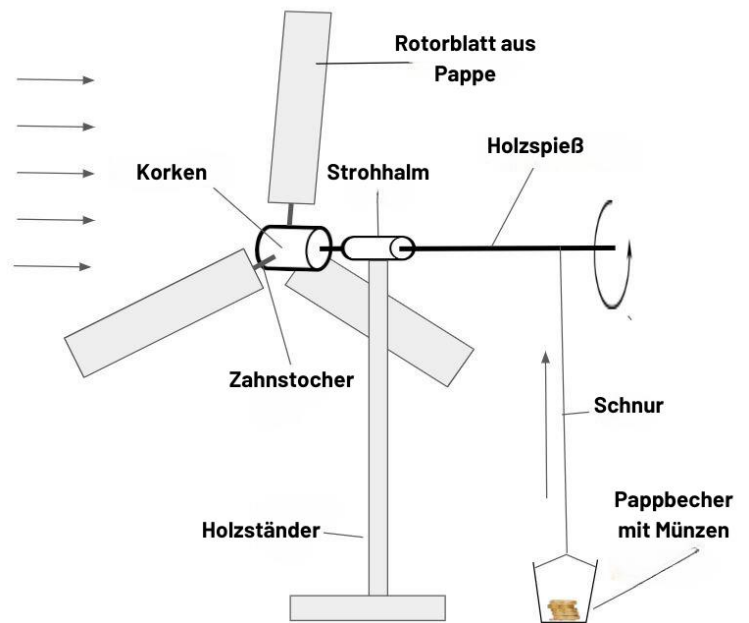
## Was ist passiert?

Wenn sich die Windturbine dreht, wickelt sich die Schnur um den Spieß und der Becher wird angehoben. Dabei wird kinetische Energie in potenzielle Energie umgewandelt.

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

## Wie geht's weiter?

1. Mit einer unterschiedlichen Anzahl von Rotorblättern experimentieren und die Rotorblätter im Korken so drehen, dass sich der Winkel zum Wind ändert. Welches ist die effizienteste Anordnung?
2. Die maximale Masse, die angehoben werden kann, ermitteln und die erzeugte potenzielle Energie nach der Formel berechnen:  
 $E_{pot} = mgh$ , wobei  $m$  die Masse in Kilogramm,  $g$  die Erdbeschleunigung ( $9,8 \text{ m/s}^2$ ) und  $h$  die Höhe in Metern ist.



# Eggsperiments: roh versus hart gekocht

Irland

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

Altersgruppe: 12 bis 15 Jahre

## Hintergrund

Der Schwerpunkt eines Körpers ist der Punkt, an dem das gesamte Gewicht des Körpers zu wirken scheint.

Das erste Newton'sche Gesetz besagt, dass ein Gegenstand, der sich in Ruhe befindet oder sich mit konstanter Geschwindigkeit bewegt, dies auch weiterhin tut, wenn keine äußere Kraft auf den Gegenstand einwirkt. Dies ist auch als Trägheitsgesetz bekannt.

## Was wird benötigt?

- ✓ zwei Eier mit Schale – ein rohes und ein hart gekochtes Ei

## Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Die beiden Eier um ihre Querachse drehen und beobachten.
2. Die Eier kurz in der Mitte berühren und beobachten, was passiert.



## Was ist passiert?

Das hart gekochte Ei dreht sich gleichmäßig: Es ist fest und hat einen festen Schwerpunkt.

Das rohe Ei taumelt beim Drehen, da das Innere des Eies flüssig ist. Da sich auch das flüssige Ei in der Schale dreht, verschiebt sich sein Schwerpunkt, was zu einem Taumeln führt. Wenn man das hart gekochte Ei kurz berührt, hält es sofort an, da der Finger eine äußere Kraft darstellt.

Wenn man jedoch das rohe Ei berührt, wirkt die äußere Kraft auf die Schale und nicht auf das flüssige Ei im Inneren, das sich immer noch dreht. Wenn man den Finger entfernt, hat das rohe Ei immer noch eine Trägheit und dreht sich daher noch eine Weile weiter.

## Wie geht's weiter?

Vgl. das nächste „Eggsperiment“. Und für mehr „Eggs-Experiments“ in englischer Sprache aus dem Unterrichtsmaterial „Food, Cooking and STEM“ von Science on Stage Europe [hier](#) klicken.



# Eggsperiments: Das erste Newton'sche Gesetz

Irland

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

Altersgruppe: 12 bis 15 Jahre

## Was wird benötigt?

- ✓ Zylinder
- ✓ Ei
- ✓ Pappteller
- ✓ Toilettenpapierrolle

## Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Den Zylinder mit Wasser füllen.
2. Den Pappteller auf den Zylinder legen.
3. Die Toilettenpapierrolle in die Mitte des Tellers platzieren.
4. Das Ei aufrecht auf die Toilettenpapierrolle setzen.
5. Mit einer schnellen, Bewegung den Pappteller wegschnippen.

## Was ist passiert?

Das Ei ist in den Zylinder mit Wasser gefallen. Der Grund dafür ist der folgende:

Auf den Pappteller wirkt lediglich eine äußere Kraft. Das Ei bleibt nach dem ersten Newton'schen Gesetz in Ruhe und fällt aufgrund der Schwerkraft in den Zylinder.

## Wie geht's weiter?

Herausforderung: Eine größere Anzahl an Eiern in den Zylinder fallen lassen. Dafür ein größeres Tablett und einen größeren Behälter mit Wasser nutzen!

Vgl. das nächste „Eggsperiment“. Und für mehr „Eggs-Experiments“ in englischer Sprache aus dem Unterrichtsmaterial „Food, Cooking and STEM“ von Science on Stage Europe [hier](#) klicken.



# Eggsperiments: Drehende Eier und die Lenz'sche Regel

Irland

Altersgruppe: 15 bis 18 Jahre

## Hintergrund

Damit sich ein Objekt drehen kann, muss ein äußeres Drehmoment auf das Objekt ausgeübt werden. Das sich drehende Objekt hat dann einen Drehimpuls, und nur Reibungskräfte sorgen dafür, dass es aufhört, sich zu drehen.

Ein Ei hat zwei Drehachsen, eine Längs- und eine Querachse bzw. kurze Achse (s. Bild).

## Was wird benötigt?

- ✓ hart gekochtes Ei
- ✓ PhiTOP (ein Stehauf-Kreisel aus Aluminium kann online bei Anbietern wie Educational Innovations gekauft werden)
- ✓ Neodym-Magnet



## Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Das Ei flach auf eine glatte Oberfläche legen.
2. Mit dem linken Daumen und dem rechten Zeigefinger das Ei so schnell wie möglich drehen.
3. Das Ei beobachten.
4. Das Experiment mit dem PhiTOP wiederholen.
5. Das PhiTOP beobachten.
6. Den Neodym-Magneten in die Nähe des PhiTOPs bringen, ohne es zu berühren.
7. Beobachten, was passiert.
8. Den Neodym-Magneten über dem ruhenden PhiTOP kreisen lassen und beobachten, was passiert.

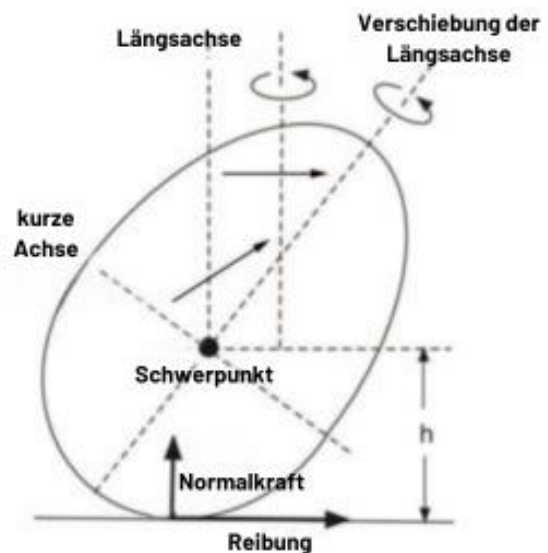
## Was ist passiert?

Wenn das hartgekochte Ei schnell genug gedreht wird, ändert es seine Drehachse von der kurzen zur langen Achse und stellt sich aufgrund von Reibungskräften schließlich aufrecht.

Normalerweise drehen sich Gegenstände um ihren Massenschwerpunkt, aber der Massenschwerpunkt des Eies und der Berührungspunkt zwischen dem Ei und dem Tisch sind nicht der gleiche Punkt. Dies führt dazu, dass das Ei beim Drehen leicht wackelt und der Winkel der kurzen Achse kippt. Dies ist auf die Reaktion zwischen dem Ei und dem Tisch zurückzuführen.

Wenn es sich weiter um seine Längsachse dreht, stellt sich das Ei aufgrund der Gleitreibungskraft immer weiter auf, bis es ganz aufrecht steht. Irgendwann wird die Drehung instabil, das Ei kippt wieder um und kommt zum Stillstand.

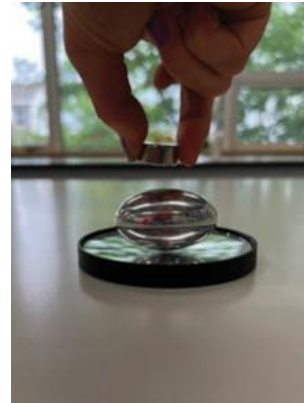
Das Gleiche geschieht mit dem PhiTOP, das aus Aluminium besteht. Wenn der Neodym-Magnet in seine Nähe gebracht wird, gerät das PhiTOP ins Wanken, fällt um und hört auf, sich zu drehen.



Bildquelle: Sciencealert.com Modified from Analysis of a spinning egg. Credit: Ross Cross. ©2018 European Physical Society

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

Das ist auf die Lenz'sche Regel zurückzuführen: Das sich ändernde Magnetfeld verursacht eine elektromagnetische Induktion, d. h. es wird eine elektromagnetische Kraft induziert, die dazu führt, dass im PhiTOP ein Strom fließt, dessen Richtung der elektromagnetischen Kraft entgegengesetzt ist. Wenn das PhiTOP in Ruhe ist und der Magnet kreisförmig über dem PhiTOP bewegt wird, beginnt es sich, aus dem gleichen Grund, wieder zu drehen.



#### Wie geht's weiter?

Vgl. das nächste „Eggsperiment“. Und für mehr „Eggs-Experiments“ in englischer Sprache aus dem Unterrichtsmaterial „Food, Cooking and STEM“ von Science on Stage Europe [hier](#) klicken.

# Der Kaye-Effekt

Polen

Altersgruppe: 15 bis 18 Jahre

## Hintergrund

Der Kaye-Effekt ist ein Phänomen, das auftritt, wenn ein Flüssigkeitsstrom auf eine Oberfläche gegossen wird. Es spritzt dann ein Flüssigkeitsstrahl von der Oberfläche weg. Der Effekt wurde erstmals 1963 von dem britischen Ingenieur Alan Kaye beschrieben.

Die Viskoelastizität der Flüssigkeit spielt hier eine entscheidende Rolle. Der Effekt tritt häufig bei nicht-newtonschen Flüssigkeiten wie Shampoos, Spülmittel und nicht tropfenden Farben auf.

## Was wird benötigt?

- ✓ nicht-newtonsche Flüssigkeiten wie Duschgel, Shampoo, Spülmittel, nicht tropfende Farbe
- ✓ glattes Brett
- ✓ Hochgeschwindigkeitskamera oder die Möglichkeit, ein Video im Zeitlupenmodus aufzunehmen

## Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Das Duschgel mit der Öffnung nach unten über dem Brett festhalten.
2. Das Video im Zeitlupenmodus starten.
3. Die Flasche mit dem Duschgel leicht zusammendrücken, sodass ein dünner Flüssigkeitsstrahl fließt.
4. Beobachten, ob Flüssigkeitsstrahlen vom Brett wegspritzen.
5. Das glatte Brett schräg unter die Flasche mit dem Duschgel halten und das Experiment wiederholen.
6. Den Winkel des Brettes ändern und das Experiment erneut wiederholen.
7. Das Experiment mit anderen Flüssigkeiten durchführen.

## Was ist passiert?

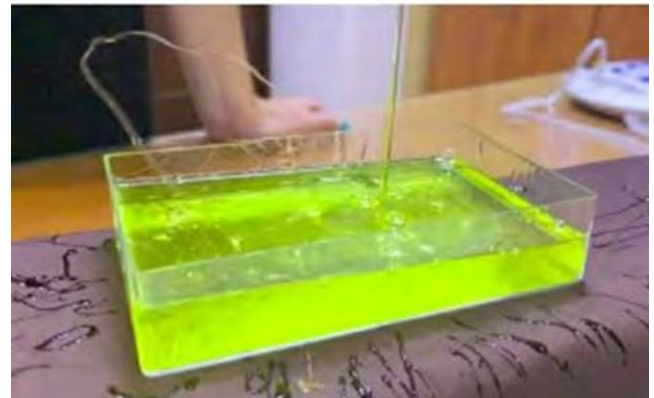
Nicht-newtonsche Flüssigkeiten verhalten sich anders als normale Flüssigkeiten. Einige sind scherverdickend, das heißt, ihre Viskosität nimmt zu, wenn man auf sie eine Kraft ausübt; andere sind scherverdünnend, d. h. die Viskosität nimmt mit zunehmender Kraft ab.

Die Flüssigkeiten, die sich am besten als Kaye'sche Flüssigkeit eignen, sind scherverdünnend.

Bis heute gibt es keine vollständige Erklärung für diesen Effekt, aber man geht davon aus, dass sich eine Luftschicht zwischen dem Flüssigkeitshaufen auf dem Brett und der fallenden Flüssigkeit bildet – die Flüssigkeit fängt an zu gleiten. Dieses Gleiten ist eine Scherkraft.

Die Flüssigkeitsschicht kann eine kleine Rampe bilden, die den Impuls der Flüssigkeit umlenkt und sie in einen Strahl verwandelt. Dies funktioniert, weil die Anziehungskräfte zwischen den Molekülen im Flüssigkeitsstrahl stärker sind als die Kräfte, die versuchen, den Strahl an der Oberfläche zu halten.

Hinweis: Dieser Effekt lässt sich am besten mit einem Zeitlupenvideo aufnehmen, da er kurz ist und unerwartet auftritt.



## Wie geht's weiter?

Die Viskositäten der verschiedenen Flüssigkeiten untersuchen.

Das Bouguer'sche Gesetz der Lichtabsorption in nicht-newtonschen Flüssigkeiten mit Hilfe eines Lichtsensors untersuchen.

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE



# Einen Bumerang basteln

Tschechische Republik

Altersgruppe: 12 bis 15 Jahre

## Hintergrund

Ein Bumerang ist in der Regel ein flaches Objekt. Er ist so konstruiert, dass er sich um seine Achse rechtwinklig zur Flugrichtung dreht und zum Werfer zurückkehrt. Bumerangs werden traditionell für die Jagd oder als Spielzeug verwendet.

In diesem Experiment können viele physikalische Messgrößen beobachtet werden: z. B. Kräfte oder Energieumwandlungen. Die Schüler\*innen können mit dem Bumerang zahlreiche Untersuchungen durchführen.

## Was wird benötigt?

- ✓ zwei lange, dünne Stücke Rechtecke aus leichtem Karton (eine Müllschachtel ist gut geeignet)
- ✓ kleines dünnes Gummiband

## Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Die beiden Kartonstücke so aufeinanderlegen, dass sie ein T bilden; der obere Teil des Ts (horizontaler Teil) sollte auf dem anderen liegen (vertikaler Teil).
2. Das vertikale Kartonstück nach oben schieben, so dass es über dem horizontalen Kartonstück sichtbar zu sehen ist.
3. Das Gummiband um den Daumen legen.
4. Den Daumen auf die Stelle legen, an der sich die beiden Kartonteile überschneiden, und mit den anderen Fingern unter das T greifen, um dieses zu stützen.
5. Das Gummiband vom Daumen über die Rückseite der beiden Kartonteile stülpen (s. Bild).
6. Sobald das T „fest“ ist, den unteren Kartenteil herausziehen, so dass ein Kreuz gebildet wird.
7. Alle vier Seiten des Bumerangs vorsichtig nach unten biegen (zum Boden hin).

8. Den Bumerang an einem Ende festhalten und mit einer schnellen Bewegung aus dem Handgelenk werfen und mit der anderen Hand wieder auffangen.

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

## Was ist passiert?

Der Bumerang sollte von einer Hand in die andere fliegen.

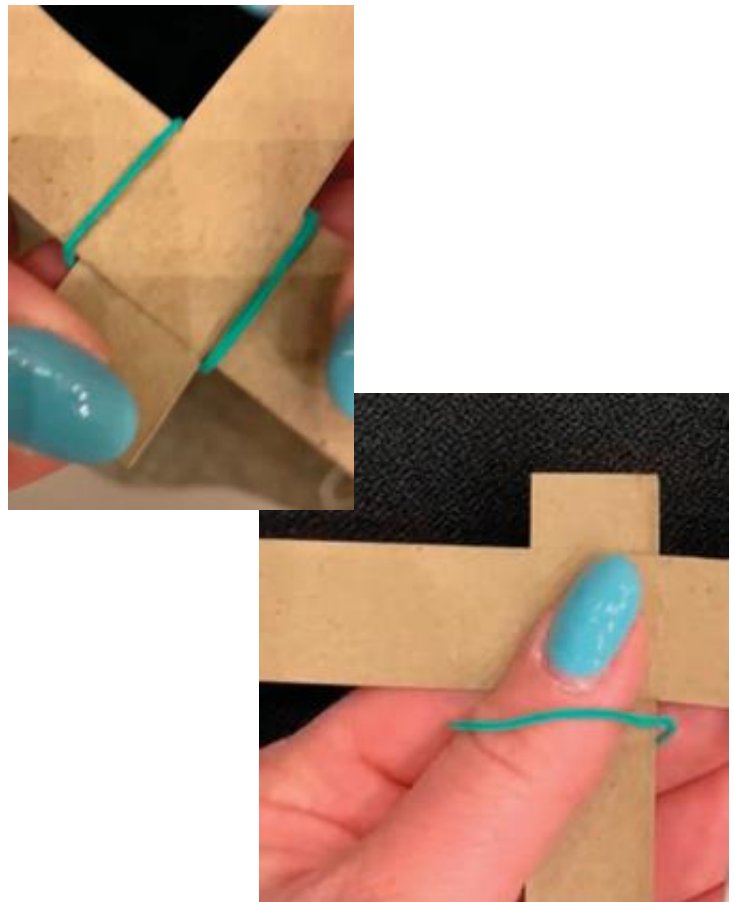
## Wie geht's weiter?

Untersuchen, was passiert, wenn die Kartonflügel mehr oder weniger verbiegt werden.

Verschiedene Kartons oder andere Materialien verwenden und die Auswirkungen auf den Flug beobachten.

## Ändert sich die Geschwindigkeit?

Welche Energieumwandlungen finden statt? Wie könnte die Effizienz gesteigert werden?





# Eine seltsame Wasserflasche

Irland

Altersgruppe: 9 bis 15 Jahre

## Hintergrund

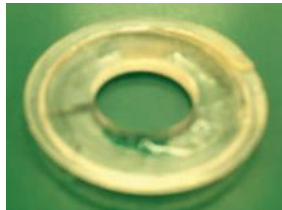
Die Oberflächenspannung ist das Bestreben einer ruhenden Flüssigkeitsoberfläche, sich auf die kleinstmögliche Oberfläche zusammenzuziehen. Diese unsichtbare „Haut“ ermöglicht es Gegenständen mit einer höheren Dichte als Wasser, wie Büroklammern und Insekten, auf dem Wasser zu schweben, ohne auch nur teilweise unterzutauchen.

Aufgrund Wasserstoffbrückenbindungen, d. h. der relativ hohen Anziehungskraft zwischen den Wassermolekülen, hat Wasser eine höhere Oberflächenspannung als die meisten anderen Flüssigkeiten (72,8 Millinewton (mN) pro Meter bei 20 °C).

Das folgende Experiment ist eine sehr anschauliche Demonstration der Oberflächenspannung von Wasser.

## Was wird benötigt?

- ✓ durchsichtige Plastikflasche
- ✓ durchsichtiger Deckel mit einem Loch
- ✓ einige Bleistifte, Zahnstocher, Streichhölzer usw.



## Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Die Schüler\*innen sollen sehen, dass es sich um eine ganz normale Wasserflasche handelt.
2. Die Flasche umdrehen; es tropft eine kleine Menge Wasser heraus und dann nichts mehr.
3. Streichhölzer und Bleistifte vorsichtig durch das Loch in die Flasche bringen.

## Was ist passiert?

Wenn die Flasche umgedreht wird, reicht die Oberflächenspannung des Wassers aus, um das Wasser in der Flasche zu halten. Wenn ein Bleistift eingeführt wird, ist die Oberflächenspannung wird kurzzeitig unterbrochen und der Stift schwebt nach oben.

## Wie geht's weiter?

Der Deckel kann in 3D gedruckt oder in Spezialläden gekauft werden.

Man kann auch eine Essigflasche nehmen, die bereits ein Loch im inneren Deckel hat. Auch hier können wieder Streichhölzer oder Zahnstocher durch das Loch gesteckt werden.

Die Schüler\*innen auffordern, eine Methode zur Messung der Auftriebskraft zu entwickeln.



VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

# Schrauben und Muttern

Irland

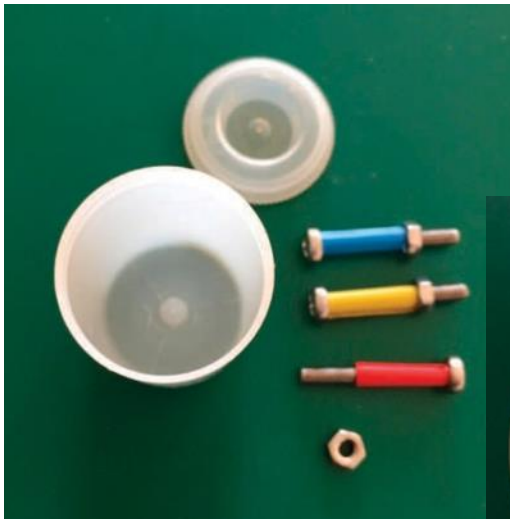
Altersgruppe: 9 bis 15 Jahre

## Hintergrund

Ein Experiment zur einfachen Demonstration der Reibung, bei dem deutlich wird, wie wichtig das Beobachten ist.

## Was wird benötigt?

- ✓ eine Filmdose oder ein anderer geeigneter Behälter
- ✓ 3 Schrauben mit passenden Muttern
- ✓ farbiges Klebeband (3 Farben)



## Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Ein Stück Klebeband um jede der drei Schrauben wickeln.
2. Eine freiwillige Person bitten, eine der Schrauben auszuwählen und die Mutter bis etwa zur Mitte des Gewindes festzuschrauben.
3. Auch bei den anderen beiden Schrauben die Muttern bis etwa zur Mitte des Gewindes festzuschrauben. Alle drei Schrauben und Muttern in die Dose legen.
4. Die Dose drehen.
5. Der Inhalt wird anschließend in die Hand der freiwilligen Person ausgeleert.

## Was ist passiert?

Während die freiwillige Person abgelenkt wird, werden die anderen beiden Schrauben mit Muttern nach unten in die Dose gelegt. Die ausgewählte Schraube wird mit der Mutter nach oben platziert. Durch Reibung löst sich die Mutter der ausgewählten Schraube.

## Wie geht's weiter?

Weiter experimentieren, indem die Drehrichtung der Dose oder die Ausrichtung der Schrauben und Muttern geändert werden.

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

# Die Trockentänzer

Irland

Altersgruppe: 6 bis 12 Jahre

## Hintergrund

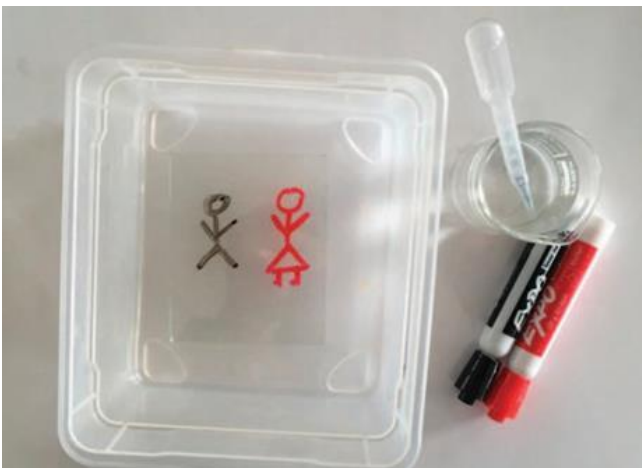
Figuren zeichnen, die sich zu bewegen scheinen. Dies ist eine sehr anschauliche Demonstration von Lösungen, die sich nicht vermischen sowie dem Schweben einer Flüssigkeit mit niedrigerer Dichte auf einer Flüssigkeit mit höherer Dichte.

## Was wird benötigt?

- ✓ trocken abwischbare Whiteboard-Marker
- ✓ eine saubere weiße Schüssel, einen Teller oder ein flaches Glas in einem Behälter
- ✓ ein Tropfer
- ✓ etwas Wasser

## Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Tanzende Figuren auf die saubere, trockene Oberfläche zeichnen.
2. Die Wassertropfen auf die Figuren tropfen lassen. Die Figuren scheinen zu schwimmen.
3. Die Dose schütteln, um den Eindruck von Bewegung zu erzeugen.



## Was ist passiert?

Die Oberfläche ist sehr glatt, so dass sich die Tinte des Markers von der Oberfläche ablöst.

Whiteboard-Marker enthalten normalerweise ein Silikonpolymer, ein "öliges", hydrophobes Molekül.



Hydrophob bedeutet "wasserabweisend":

Die Pigmente des Markers können sich nicht mit Wasser vermischen; sie sind außerdem leichter als Wasser. Daher schwimmt die Tinte des Markers auf dem Wasser.

## Wie geht's weiter?

Weiter experimentieren mit:

1. verschiedenen Marken von Whiteboard-Markern und verschiedenen Farben;
2. unterschiedlichen Dicken der aufgetragenen Tinte;
3. verschiedenen Oberflächen, auf die gezeichnet wird;
4. unterschiedlichen Temperaturen des Wassers

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

# Der elastische Aufzug

Irland

Altersgruppe: 6 bis 12 Jahre

## Hintergrund

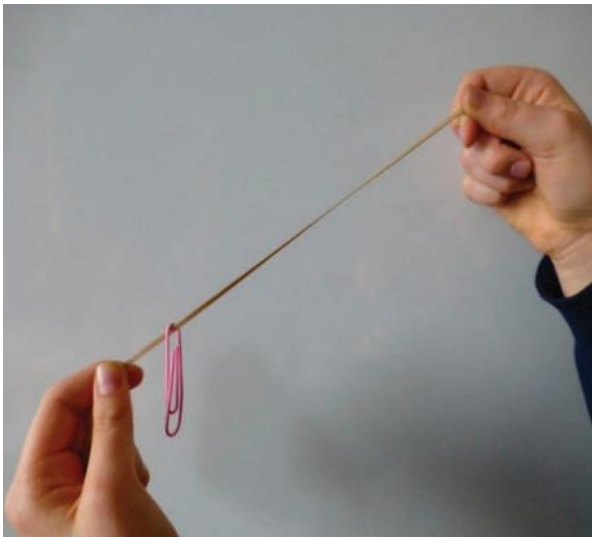
Auf den ersten Blick scheint sich eine Büroklammer an einem Stück Gummiband hinaufzubewegen. Ist das Telekinese oder Magie?

## Was wird benötigt?

- ✓ Gummiband
- ✓ Ring oder Büroklammer

## Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Das Gummiband zerschneiden.
2. Das Gummiband durch den Ring oder die Büroklammer führen.
3. Das Gummiband schräg halten (s. Bild).
4. Wie durch Magie scheint sich die Büroklammer auf dem Gummiband nach oben zu bewegen.



VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

## Was ist passiert?

Das Gummiband wird am unteren Ende diskret durch Finger und Daumen durchgezogen. Es ist das Gummiband, das sich bewegt, nicht die Büroklammer.

Mit diesem Trick lassen sich die wissenschaftlichen Begriffe Elastizität, Reibung, Kräfte und Energieerhaltung verdeutlichen.

## Wie geht's weiter?

Den Schüler\*innen die folgenden Fragen stellen:

1. Wird die Büroklammer bis an das Ende des Gummibandes klettern? Wenn nicht, wie weit wird sie kommen?
2. Gibt es einen maximalen Winkel, damit diesen Trick funktionieren kann?
3. Ein Schema zeichnen mit allen Kräften, die auf die Büroklammer wirken.

# Ein Trick mit Löffel, Gabel und Streichholz

Irland

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

Altersgruppe: 9 bis 15 Jahre

## Hintergrund

Wie balanciert man einen Löffel, eine Gabel und ein Streichholz auf dem Rand eines Glases?

Was passiert, wenn das Streichholz verbrannt ist?

## Was wird benötigt?

- ✓ ein Glas
- ✓ ein Löffel, eine Gabel und ein Streichholz
- ✓ ein Feuerzeug

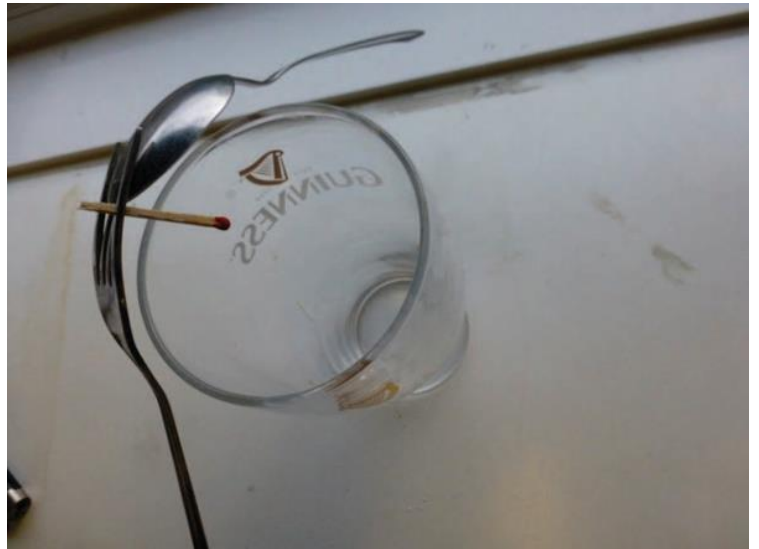
## Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Den Löffel, die Gabel und das Streichholz auf dem Rand des Glases balancieren, so wie es auf dem Foto gezeigt wird.
2. Den Teil des Streichholzes anzünden, der sich auf der Innenseite des Glases befindet.

## Was ist passiert?

Die Flamme des Streichholzes erlischt, sobald sie das Glas erreicht hat. Das liegt daran, dass das Glas die Wärme ableitet, die für das Aufrechterhalten des Brennvorgangs notwendig ist.

Der Löffel, die Gabel und das Streichholz fallen nicht herunter, da sich ihr gemeinsamer Massenschwerpunkt unterhalb des Auflagepunktes am Glasrand befindet.





# Wirbelsturm in der Tasse

Polen

Altersgruppe: 15 bis 18 Jahre

## Hintergrund

Unter Turbulenz oder turbulenter Strömung versteht man die unruhige, chaotische Bewegung der Teilchen in Luft, Wasser oder einer Tasse Tee.

Turbulente thermische Konvektion treibt viele natürliche und künstlich erzeugte Strömungen an, zum Beispiel wenn in der Atmosphäre und in einem Wasserkocher heiße Luft aufsteigt und kalte Luft nach unten fällt.

## Was wird benötigt?

- ✓ Becher
- ✓ Milch
- ✓ Kaffee
- ✓ Spritze
- ✓ Mica-Pulver
- ✓ Wasser
- ✓ rotierende Scheibe
- ✓ Stativ mit Halterung (um die Spritze über den Becher zu platzieren)



## Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Eine Tasse heißen Kaffee auf eine rotierende Scheibe stellen.
2. Die Milch mit der Spritze aufziehen, und die Spritze über dem Becher am Stativ befestigen.
3. Während sich der Becher dreht, Milch in den Kaffee tropfen lassen.
4. Die Muster und die Konvektionsströme beobachten.
5. Wenn man die folgenden Parameter nacheinander ändert, lassen sich unterschiedliche Muster und Strömungen beobachten: Temperatur des Kaffees, Verhältnis zwischen Kaffee- und Milchmenge sowie Richtung oder Geschwindigkeit der Drehung.

## Was ist passiert?

Während sie in den Kaffee getropft wird, trifft die Milch auf den Widerstand des rotierenden Kaffees. Es bilden sich Spiralen. Dieser Prozess verschwindet, wenn sich die Wärmeenergie in der Flüssigkeit verteilt.

## Wie geht's weiter?

Die Flüssigkeit ändern:

1. Das Mica-Pulver mit Wasser vermischen. (2 g Pulver in 200 ml Wasser geben).
2. Die Mica-Partikel reflektieren das Licht in verschiedene Richtungen, so dass der Betrachter "Wirbelstürme" in der Flüssigkeit sehen kann.



Hier können Sie sich das [Projektvideo](#) in englischer Sprache vom Europäischen Science on Stage Festival 2022 auf YouTube ansehen.

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE



## Elektrizität und Magnetismus

Fidget-Spinner-Generator .....	1
Fidget-Spinner-Motor .....	2
Metallschneider Marke Eigenbau .....	3
Stromerzeugung mit einem Peltier-Element .....	4
Elektrisches Katapult .....	5
Eine Kerze und eine besondere Flamme: elektrischer Wind.....	6
Induktion demonstrieren.....	7
Ein Modell des Elektronenflusses .....	8
Lötfreie Schaltungen.....	9
LEDs und leitfähige Knete .....	10

# Fidget-Spinner-Generator

Irland

Altersgruppe: 15 bis 18 Jahre

## Hintergrund

Wenn eine Drahtspule durch ein Magnetfeld bewegt wird, fließt darin ein elektrischer Strom.

Die Größe des erzeugten Stroms hängt von der Stärke des Magnetfelds, der Anzahl der Spulen und der Geschwindigkeit ab, mit der die Spule durch das Magnetfeld bewegt wird.

## Was wird benötigt?

- ✓ ein Fidget-Spinner
- ✓ 3 Neodym-Magnete
- ✓ eine Spule aus isoliertem Kupferdraht
- ✓ eine LED

## Schritt-für-Schritt-Anleitung

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

1. Einen Magneten auf jeden der drei Arme des Fidget-Spinners kleben. Darauf achten, dass jeweils der gleiche Pol nach unten zeigt.
2. Die LED mit den abisolierten Enden der Kupferdrahtspule verbinden. (Die abgebildete Spule hat etwa 700 Windungen.)
3. Den Fidget-Spinner in der Nähe der Spule so drehen, dass sich die Magnete schnell bewegen.

## Was ist passiert?

Solange sich die Spule und die Magnete in einer Relativbewegung befinden, wird ein Strom erzeugt und die LED leuchtet.

Die Richtung des Stroms hängt von der Drehrichtung ab. Wenn die LED also zunächst nicht aufleuchtet, drehen Sie den Fidget-Spinner einfach in die entgegengesetzte Richtung.

## Wie geht's weiter?

Es können weitere Spulen hinzugefügt und in Reihe geschaltet werden, um die Intensität des Stroms zu erhöhen.



# Fidget-Spinner-Motor

Irland

Altersgruppe: 15 bis 18 Jahre

## Hintergrund

Ein elektrischer Strom, der durch eine Spule fließt, erzeugt ein Magnetfeld, das kontinuierlich Magnete abstoßen kann. Auf diese Weise kann man einen Motor bauen.

## Was wird benötigt?

- ✓ ein Fidget-Spinner
- ✓ 3 Neodym-Magnete
- ✓ eine Spule aus isoliertem Kupferdraht (etwa 700 Windungen)
- ✓ Büroklammern
- ✓ Holzstab und Holzbrett
- ✓ eine elektrische Energiequelle (Batterie)



## Schritt-für-Schritt-Anleitung

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

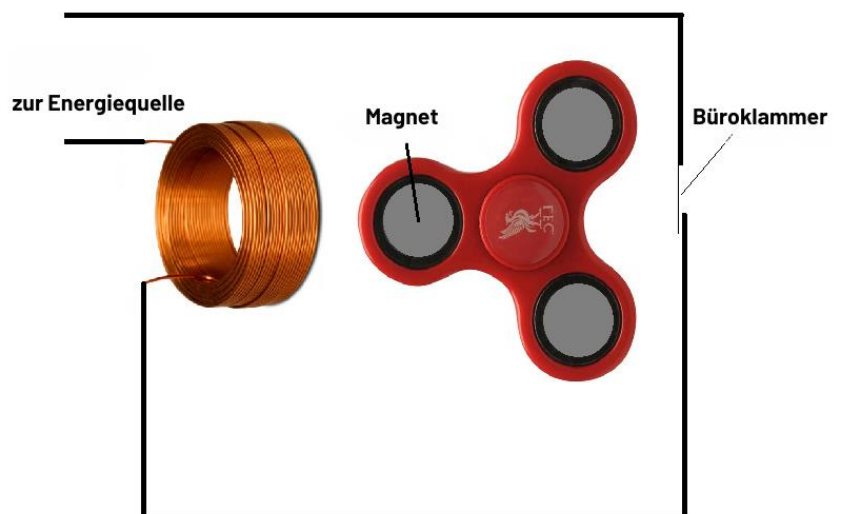
1. Einen Magneten auf jeden der drei Arme eines Fidget-Spinners kleben. Darauf achten, dass jeweils der gleiche Pol nach unten zeigt.
2. Einen Holzstab am Fidget-Spinner befestigen und auf ein Holzbrett montieren.
3. Die Spule unter einem der Magnete platzieren und an die Stromversorgung anschließen.

## Was ist passiert?

Der Fidget-Spinner wird durch das Magnetfeld in der Spule abgestoßen und kommt langsam zum Stillstand.

Damit sich der Fidget-Spinner weiterdreht, kann man Büroklammern aus Metall verwenden, um damit einen Magnetschalter zu bauen, der den Stromkreis zur Spule unterbricht.

Wenn die Magnete den Schalter passieren, wird die Büroklammer nach oben gezogen, wodurch der Stromkreis unterbrochen wird: Das verhindert, dass sich der Fidget-Spinner nicht mehr dreht.





# Metallschneider Marke Eigenbau

Irland

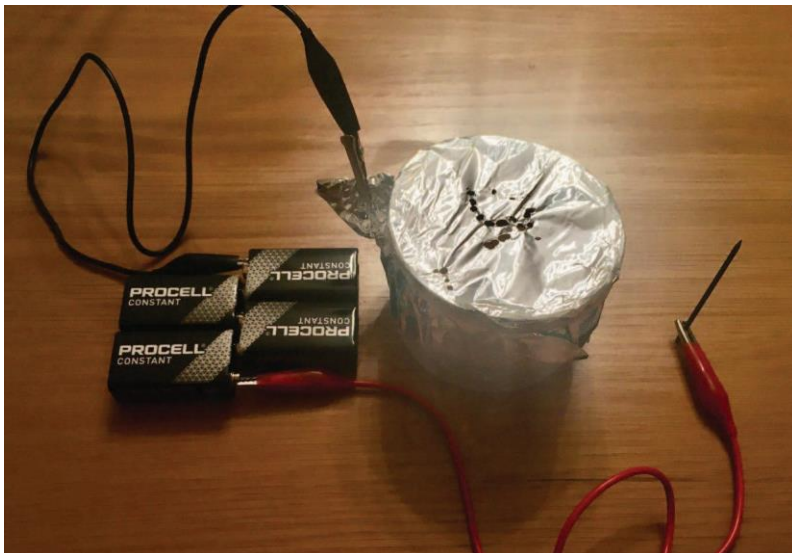
Altersgruppe: 12 bis 15 Jahre

## Hintergrund

Mit ein paar 9-Volt-Batterien lässt sich schnell ein Präzisions-Metallfolienschneider herstellen. Begriffe wie Strom, Leitfähigkeit usw. können daran leicht erlernt werden.

## Was wird benötigt?

- ✓ mindestens vier 9V-Batterien
- ✓ ein Behälter
- ✓ einige Kabel mit Krokodilklemmen
- ✓ Graphit (Bleistiftmine)
- ✓ Aluminiumfolie
- ✓ ein Gummiband



## Schritt-für-Schritt-Anleitung

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

1. Die Batterien in Reihe schalten.
2. Den Pluspol der Batterie mit dem Graphit der Bleistiftmine verbinden.
3. Die Aluminiumfolie auf den Behälter legen und mit einem Gummiband befestigen (siehe Bild).
4. Den Minuspol der Batterie mit der Aluminiumfolie verbinden.

## Was ist passiert?

Wenn der Graphit mit der Aluminiumfolie in Kontakt kommt, wird der Stromkreis geschlossen. Es fließt ein großer Strom, der den Kohlenstoff der Mine verdampfen lässt und das Metall zum Schmelzen bringt. Dadurch entsteht ein feiner Schnitt oder ein kleines Loch.

## Wie geht's weiter?

- Experimentieren Sie mit verschiedenen Bleistiftstärken.
- Lassen Sie die Schüler\*innen kommerzielle Plasmaschneider und Erodiermaschinen (EDM-Geräte; EDM steht für *Electrical Discharge Machining*) untersuchen.
- Diskutieren Sie über eventuelle Gemeinsamkeiten und Unterschiede.

# Stromerzeugung mit einem Peltier-Element

Altersgruppe: 15 bis 18 Jahre

## Hintergrund

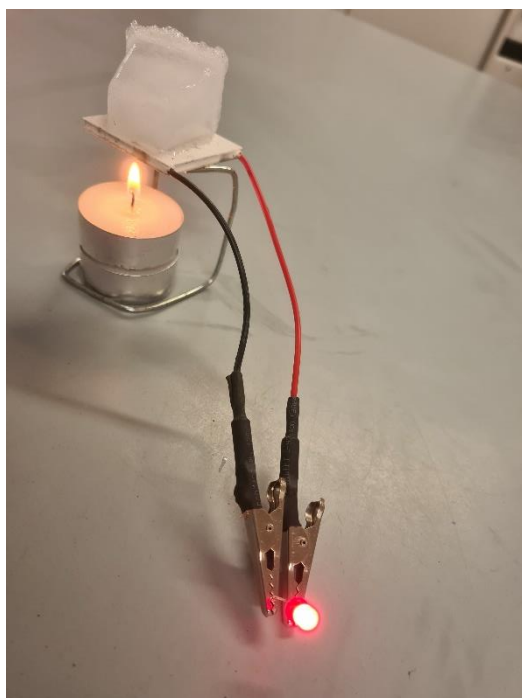
Der thermoelektrische Effekt ist die Umwandlung von Temperaturunterschieden in elektrische Spannung mithilfe eines Thermoelements.

In seiner einfachsten Form besteht ein Thermoelement aus zwei miteinander verdrehten Drähten unterschiedlicher Legierungen. Wenn ein Ende erhitzt und das andere Ende abgekühlt wird, entsteht zwischen den beiden Enden aufgrund der unterschiedlichen Energie, die die Elektronen in den Legierungen aufnehmen, eine Potenzialdifferenz.

Ein Peltier-Element besteht aus einer Anordnung von abwechselnd p- und n-leitenden Halbleitern, die zwischen zwei wärmeleitenden Platten eingebettet sind.

## Was wird benötigt?

- ✓ ein Peltier-Element (im Elektronikfachhandel erhältlich)
- ✓ eine Halterung aus Draht
- ✓ eine LED
- ✓ eine Kerze
- ✓ Eiswürfel



## Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Eine LED an den Drähten des Peltier-Elements befestigen.
2. Das lange positive Bein der LED mit dem roten Anodendraht des Peltier-Elements und das kürzere negative Bein mit der schwarzen Kathode des Peltier-Elements verbinden.
3. Einen Eiswürfel auf die Oberseite des Peltier-Elements legen (die beschriftete Seite) und das Peltier-Element über eine Kerzenflamme halten, sodass die Unterseite erhitzt wird.

## Was ist passiert?

Durch den Temperaturunterschied zwischen der oberen und der unteren Platte entsteht ein Potenzialunterschied, der genügend Strom erzeugt, um die LED zum Leuchten zu bringen.

## Wie geht's weiter?

Schalten Sie mehrere Peltier-Elemente in Reihe, um mehrere Batteriezellen zu erhalten. Messen Sie die Potenzialdifferenz, die sich aus bekannten Temperaturunterschieden ergibt, um eine einfache Temperaturskala zu erstellen.

# Elektrisches Katapult

Altersgruppe: 15 bis 18 Jahre

## Hintergrund

Ein Strom, der durch eine Drahtspule fließt, erzeugt ein Magnetfeld.

## Was wird benötigt?

- ✓ eine Spule aus isoliertem Kupferdraht (etwa 700 Windungen)
- ✓ ein Neodym-Magnet
- ✓ eine Batterie oder ein Netzgerät
- ✓ Lebensmittelverpackungen aus Kunststoff
- ✓ ein Plastiklöffel
- ✓ Strohhalme
- ✓ Holzspieße

## Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Aus einem Plastiklöffel und anderen wiederverwertbaren Materialien ein einfaches Katapult bauen.
2. Einen Magneten auf die Unterseite des Plastiklöffels kleben. An den Griff des Löffels quer einen Strohhalm befestigen, in dem ein Holzspieß steckt – als Achse des Katapults (siehe Bild).
3. Die Drahtspule unter den Magneten legen und diese an die Batterie oder das Netzgerät anschließen.

## Was ist passiert?

Der Magnet wird durch das Magnetfeld der Drahtspule abgestoßen, sodass der Löffel sich um die Strohhalm-Holzspieß-Achse dreht und einen Gegenstand durch die Luft schleudert.

## Wie geht's weiter?

Variieren Sie die Potenzialdifferenz an der Drahtspule, um die Abstoßungskraft und die Wurfweite zu verändern.

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE



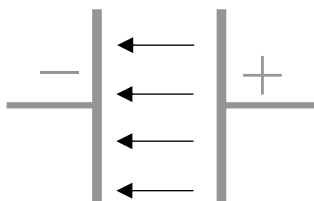
# Eine Kerze und eine besondere Flamme: elektrischer Wind

Polen

Altersgruppe: 15 bis 18 Jahre

## Hintergrund

Ein elektrisches Feld ist der Bereich, in dem eine Kraft auf ein geladenes Teilchen einwirken kann, d. h. es ist die Kraft pro Ladungseinheit. Die Richtung eines elektrischen Feldes entspricht der Richtung der Kraft, die auf eine positive Ladung ausgeübt werden würde (siehe Abbildung).

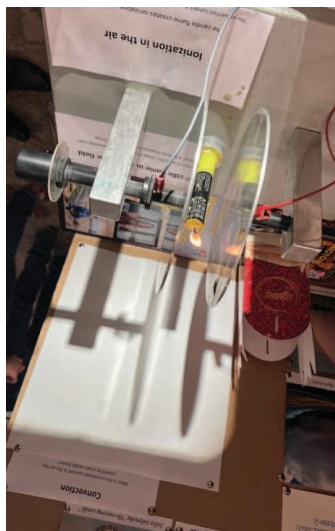


Ein Ion ist ein geladenes Atom, das entweder ein Elektron verloren oder eines gewonnen hat. Wenn man eine Kerze anzündet, ionisiert die Hitze der Flamme die

umgebende Luft, wodurch die Flamme elektrisch leitfähig wird.

## Was wird benötigt?

- ✓ Hochspannungsversorgung (5 kV) oder ein Van-de-Graaff-Generator oder eine Wimshurst-Maschine
- ✓ Plattenkondensator mit parallelen Platten
- ✓ eine Kerze
- ✓ ein Bildschirm
- ✓ eine Lichtquelle



## Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Die Kerze zwischen die Platten des Plattenkondensators stellen (Abstand der Platten etwa 10 cm).
2. Die Kerze anzünden, sodass sich die Flamme in der Mitte der Platten befindet, und die Form der Flamme beobachten.
3. Die Lichtquelle einschalten, sodass sie einen Schatten der Flamme auf den Bildschirm wirft. Sowohl der Abstand Bildschirm-Kerze als auch der Abstand Lichtquelle-Kerze sollte etwa einen Meter betragen.
4. Die eine Platte des Plattenkondensators an den Minuspol und die andere an den Pluspol des Hochspannungsgeräts anschließen.
5. Das Hochspannungsgerät einschalten, die Spannung langsam hochdrehen und beobachten, was mit der Flamme und ihrem Schatten geschieht.

## Was ist passiert?

Mit zunehmender Spannung wird die Flamme kürzer und dicker, außerdem ist sie nicht mehr symmetrisch. Wird die Spannung weiter erhöht, wird die Flamme stärker in Richtung der negativen Kondensatorplatte gezogen. Es scheint, als ob ein Wind die Flamme antreibt, daher der Begriff „elektrischer Wind“. Die Flamme setzt sich zusammen aus positiven und negativen Ionen. Die negativen Ionen werden von der positiven Platte angezogen und die positiven Ionen von der negativen Platte, wodurch die Flamme in entgegengesetzte Richtungen „gezogen“ wird. Dies kann man gut am Schatten auf dem Bildschirm erkennen.

## Wie geht's weiter?

Die Kerzenflamme kann auch verwendet werden, um eine Punktentladung von einem spitzen Gegenstand auf einem Van-de-Graaf-Generator zu zeigen.

Hier können Sie sich das [Projektvideo](#) in englischer Sprache vom Europäischen Science on Stage Festival 2022 auf YouTube ansehen.

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

# Induktion demonstrieren

Altersgruppe: 15 bis 18 Jahre

## Hintergrund

Kabellose Ladegeräte für Mobiltelefone erzeugen ein schwankendes Magnetfeld, das in einer nahe gelegenen Spule einen elektrischen Wechselstrom erzeugen oder induzieren kann.

## Was wird benötigt?

- ✓ ein kabelloses Ladegerät
- ✓ eine Spule aus isoliertem Kupferdraht mit etwa 700 Windungen
- ✓ eine LED



## Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Die LED mit der Drahtspule verbinden und in die Nähe des kabellosen Ladegeräts bringen.
2. Die LED leuchtet und blinkt.

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

## Was ist passiert?

In der Drahtspule wird ein Wechselstrom induziert. Die LED leuchtet nur, wenn sie in Durchlassrichtung angeschlossen ist, d. h. sie schaltet sich jedes Mal ein und aus, wenn der Wechselstrom seine Richtung ändert. Viele Telefone verfügen über eine Power-Sharing-Funktion, mit der sie als kabelloses Ladegerät fungieren können.

## Wie geht's weiter?

Bauen Sie einen einfachen Brückengleichrichter aus Dioden. Damit kann der induzierte Wechselstrom in der Drahtspule in Gleichstrom umgewandelt werden.



# Ein Modell des Elektronenflusses

Altersgruppe: 12 bis 18 Jahre

## Hintergrund

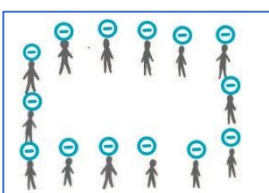
Die Schüler\*innen übernehmen die Rolle der „Elektronen“ und stellen ein bewegliches Modell des Stromflusses dar. Einige Schüler\*innen können im Laufe der Unterrichtsstunde eine zusätzliche Rolle erhalten.

## Was wird benötigt?

- ✓ Etiketts zur Beschriftung der einzelnen Schaltkreiskomponenten
- ✓ Mobiliar im Klassenzimmer als Requisiten, z. B. Tische und Stühle
- ✓ eine große Fläche, die es den Schüler\*innen ermöglicht, einen großen Kreis zu bilden und ihre Performance aufzuführen (freie Fläche im Labor oder in der Turnhalle).

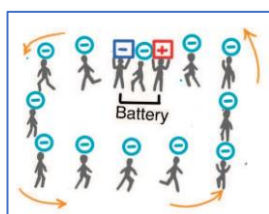
## Schritt-für-Schritt-Anleitung

### Szene 1: Den Stromleiter darstellen



Bitten Sie die Schüler\*innen nachzustellen, wie sie sich als Elektronen in dem Draht bewegen können.

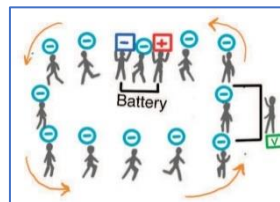
### Szene 2: Die Spannung einführen



Weisen Sie zwei Schüler\*innen die Rollen des Plus- und des Minuspols der „Batterie“ zu.

### Szene 3: Ein Voltmeter und ein Amperemeter

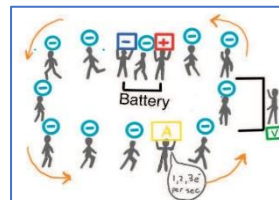
Wie misst man die Spannung und den Strom? Weisen Sie einem/einer Schüler\*in die Rolle des Voltmeters zu: Beide Arme werden auf beiden Seiten des Drahtes platziert, wobei sein/ihr Körper parallel zum Stromkreis liegt.



Weisen Sie einem/einer anderen Schüler\*in die Rolle des Amperemeters zu und besprechen Sie, warum dieses in Reihe geschaltet werden muss: Die Elektronen, die durch das Amperemeter „fließen“, müssen gezählt werden.

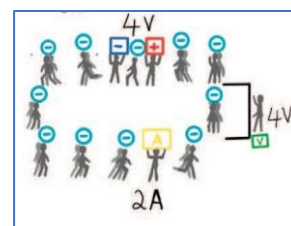
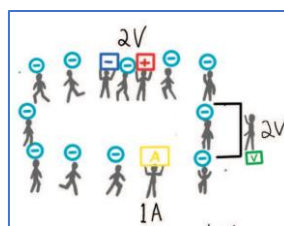
### Szene 4: Wie Spannung und Strom zusammenhängen

Die Schüler\*innen simulieren, was passiert, wenn die Spannung erhöht, verringert oder verdoppelt wird.



## Was ist passiert?

Indem sie die physikalische Beziehung zwischen Spannung und Strom nachspielen, lernen sie das Konzept des Ohm'schen Gesetzes kennen.



## Wie geht's weiter?

Der Widerstand kann eingeführt werden, indem die Schüler\*innen um Stühle herumgehen: Diese stellen Widerstände dar, die den Elektronenfluss verlangsamen.

Die Schüler\*innen können auch Parallel- und Reihenschaltungen darstellen und die Aufteilung des Stroms an den Knotenpunkten zeigen.

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

# Lötfreie Schaltungen

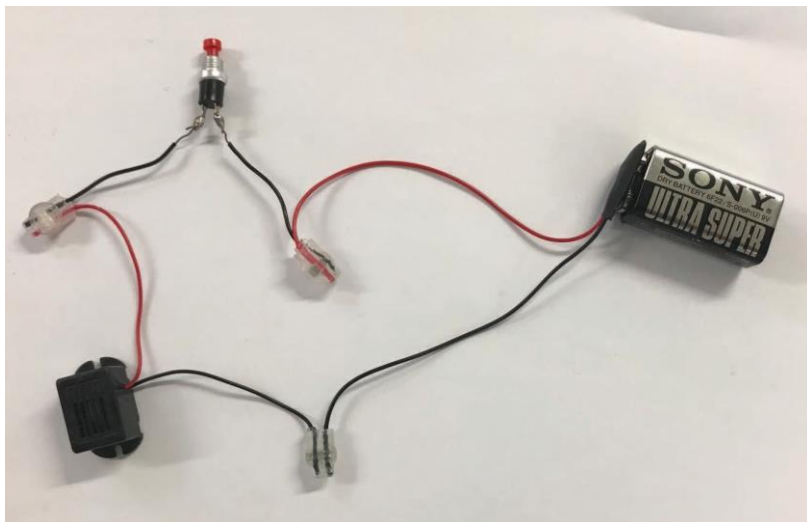
Altersgruppe: 12 bis 15 Jahre

## Hintergrund

Dies ist eine einfache Art, durch den Einsatz von Gel-Steckverbindern für die Verbindung von Telefondrähten simple Schaltkreise zu bauen.

## Was wird benötigt?

- ✓ Gel-Steckverbinder
- ✓ eine Zange
- ✓ eine Batterie mit Clip
- ✓ ein Buzzer
- ✓ ein Druckschalter



## Schritt-für-Schritt-Anleitung

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

1. Die Drähte direkt in die Steckverbindungen stecken und mit einer Zange zusammendrücken, um die Verbindung herzustellen.
2. Es ist nicht notwendig, die Ummantelung des Kabels zu entfernen. Zum Schutz vor Feuchtigkeit ist der Steckverbinder mit einem Gel gefüllt.

## Was ist passiert?

Es handelt sich um eine dauerhafte Schaltung, und die Stecker können nicht wiederverwendet werden. Die Schüler\*innen können die in der Schule erstellten einfachen Schaltkreise mit nach Hause nehmen.

## Wie geht's weiter?

Die Schüler\*innen können eine Reihe von Schaltkreisen zusammenstecken und zu Demonstrationszwecken auf eine Trägerplatte kleben.

# LEDs und leitfähige Knete

Tschechische Republik

Altersgruppe: 9 bis 15 Jahre

## Hintergrund

Materialien, die Elektrizität leiten, d. h. den Fluss oder Durchgang von elektrischem Strom ermöglichen, werden als leitfähig bezeichnet.

Sie können zum Aufbau von Schaltkreisen verwendet werden. Neben Metalldraht können auch ungewöhnlichere Dinge wie Obst, Kartoffeln oder sogar Knete verwendet werden.

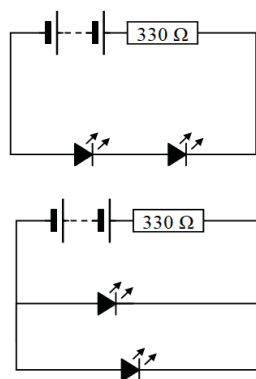
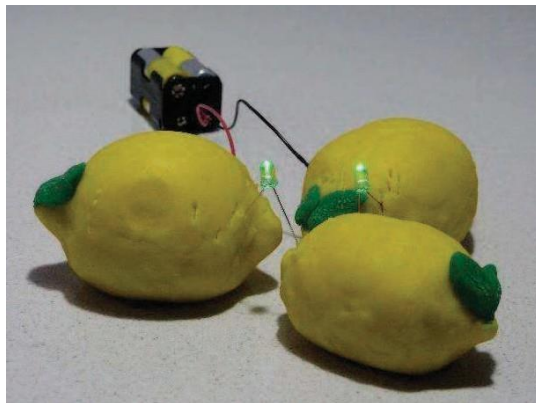
Die hier verwendete leitfähige Knete enthält Salz, das die Leitfähigkeit durch Aufspaltung in  $\text{Na}^+$ - und  $\text{Cl}^-$ -Ionen erhöht.

Der Widerstand ist auch deshalb wichtig, weil er den elektrischen Strom reduziert. Die leitfähige Knete hat einen höheren Widerstand als die Kupferdrähte.

## Was wird benötigt?

Für die Knete:

- ✓ 1 1/2 Tassen Mehl
- ✓ eine Tasse Wasser
- ✓ 1/4 Tasse Salz
- ✓ 9 Esslöffel Zitronensaft
- ✓ 1 Esslöffel Pflanzenöl
- ✓ Lebensmittelfarbe
- ✓ ein kleiner Topf
- ✓ ein Holzlöffel
- ✓ ein Esslöffel
- ✓ Schneidebrett
- ✓ Herd



Für die Schaltung:

- ✓ die leitfähige Knete
- ✓ eine 6-Volt-Batterie (oder vier AA-Zellen in Reihe)
- ✓ 2 LED-Dioden
- ✓ ein 330-Ohm-Widerstand in Reihe mit der Batterie
- ✓ Anschlussdrähte

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

## Rezept für die Knete

1. 1 Tasse Wasser, 1 Tasse Mehl, 1/4 Tasse Salz, 9 Esslöffel Zitronensaft, 1 Esslöffel Pflanzenöl und Lebensmittelfarbe in einen Topf geben (vorzugsweise mit einer Antihaftbeschichtung).
2. Den Herd einschalten und die Mischung ständig umrühren.
3. Weiterrühren, bis die Mischung beginnt einzudicken.
4. So lange rühren, bis sich die Masse verbindet und zu einer Kugel formt (sie klebt kaum an den Seiten).
5. Die Masse vorsichtig auf ein bemehltes Schneidebrett oder Backblech geben. Abkühlen lassen (Vorsicht, der Teig ist anfangs sehr heiß).
6. Etwa eine halbe Tasse Mehl einarbeiten, bis der Teig nicht mehr klebt. Die Knete in einem verschlossenen Behälter aufbewahren.

## Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Die Knete zu Zitronen formen. Mit Drähten und einer LED-Diode eine Stromversorgung herstellen.
2. Mit den Drähten und den Knetezitronen zwei LEDs in Reihe schalten.
3. Anschließend die LED-Dioden parallelschalten.



# Inhaltsverzeichnis

## Erde und Weltraum



Über Licht im Weltraum lernen .....	1
Wie kann man zeigen, dass die Erde keine Scheibe ist? .....	2
Die Expansion des Universums .....	3
Erforschung der Entstehung von Kratern .....	4
Bau eines astronomischen Teleskops .....	5
Detektoren für Funkfrequenzstörungen .....	7
Beobachtungen von Radiowellen mit einem „Software Defined Radio“ .....	10



# Über Licht im Weltraum lernen

Georgien und Schweden

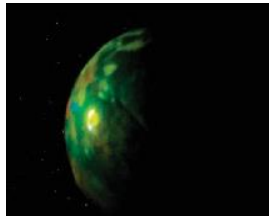
Altersgruppe: 11 bis 14 Jahre

## Hintergrund

Man kann die Themen Licht und Weltraum kombinieren und Modelle der Erde und des Mondes im Weltraum anfertigen, um zu zeigen, was bei einer Sonnen- und einer Mondfinsternis passiert.

## Was wird benötigt?

- ✓ Schuhkartons
- ✓ eine große und eine kleine Styroporkugel
- ✓ Taschenlampe
- ✓ Spieße



## Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Die große Styroporkugel als „Erde“ bemalen und die kleine als „Mond“.
2. In einen Schuhkarton seitlich ein rechteckiges Sichtfenster und oben einen Kreis ausschneiden.
3. Einen Spieß durch die ausgeschnittene Scheibe und in die Erdkugel stechen.
4. Einen weiteren Spieß neben der ausgeschnittenen Scheibe vorbeiführen und in die Mondkugel stechen und diese festhalten.
5. Seitlich im Schuhkarton einen weiteren Kreis ausschneiden. Dieser soll groß genug sein, um eine Taschenlampe durchstecken zu können.
6. Die Taschenlampe anschalten und den Mond-Spieß um die Erde kreisen lassen.

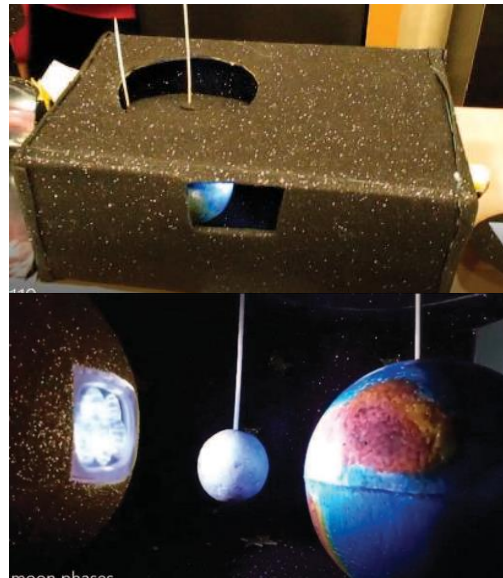
## Was ist passiert?

Man kann auf diese Weise eine Sonnenfinsternis und/oder eine Mondfinsternis nachstellen und beobachten, wo sich der Schatten der Erde bzw. der Schatten des Mondes befindet, je nachdem wie die Erde und der Mond relativ zueinander und relativ zur Sonne (oder in unserem Fall zur Taschenlampe) positioniert sind.

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

## Wie geht's weiter?

- Einen weiteren Schuhkarton nehmen und diesmal nur ein Loch für die Taschenlampe und ein rechteckiges Sichtloch seitlich am Schuhkarton anbringen.
- Die Erd-Styroporkugel nehmen und in die Schachtel legen. Einen Spieß durch die Oberseite des Schuhkartons führen und in die Kugel stecken.
- Beim Drehen des Spießes beobachten, wie das Licht auf das Erdmodell fällt.
- Dieses Modell zeigt, warum es auf unserem Planeten Tag und Nacht gibt und dass an unterschiedlichen Orten auf der Erde nicht zur gleichen Zeit Tag und Nacht ist.



# Wie kann man zeigen, dass die Erde keine Scheibe ist?

Griechenland

Altersgruppe: 11 bis 14 Jahre

## Hintergrund

Viele alte Kulturen glaubten, die Erde sei flach. Mit dem folgenden Aufbau lässt sich sehr einfach demonstrieren, dass die Erde kugelförmig sein muss.

## Was wird benötigt?

- ✓ ein 3D-Modell der Erde (Globus) und eine 2D-Darstellung der Erde (eine Weltkarte)
- ✓ zwei Lampen



## Schritt-für-Schritt-Anleitung

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

1. Das Licht der Lampe (= Sonne) auf den Globus richten. Man kann leicht erkennen, dass es in einigen Teilen der Erde hell ist, während andere Teile der Erde im Dunkeln liegen.
2. Wäre die Erde flach (2D-Version des Globus), dann würde das Licht alle Länder zur gleichen Zeit beleuchten, es wäre also überall zum gleichen Zeitpunkt hell.



## Was ist passiert?

Wir wissen, dass es in verschiedenen Teilen der Erde unterschiedliche Zeitzonen gibt: An einigen Orten der Erde ist es Tag, während es an anderen Orten Nacht ist. Dies liegt daran, dass die Erde kugelförmig ist. Das wäre nicht der Fall, wenn die Erde flach wäre.



# Die Expansion des Universums

Polen

Altersgruppe: 11 bis 14 Jahre

## Hintergrund

Die Expansion des Universums und die „Urknalltheorie“ sind für Schüler\*innen oft nicht ganz einfach zu verstehen. Die folgende Aktivität kann eine visuelle Hilfe sein, um sich die Expansion des Universums besser vorstellen zu können.

## Was wird benötigt?

- ✓ zwei Luftballons
- ✓ ein wasserfester Filzstift, mit dem man auf dem Luftballon zeichnen kann

## Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Zeigen Sie den Schüler\*innen die noch nicht aufgeblasenen Luftballons.
2. Zeichnen Sie zufällige Markierungen/Punkte auf die beiden Ballons (siehe Abbildung).
3. Erklären Sie, dass jede Markierung auf dem Ballon für eine Galaxie im Universum steht.
4. Bitten Sie die Schüler\*innen zu beobachten, was mit den Markierungen auf dem Luftballon passiert, wenn er aufgeblasen wird. Ein Ballon wird langsam aufgeblasen, der zweite Ballon bleibt zum Vergleich unangeblasen.
5. Halten Sie den aufgeblasenen Luftballon hoch und besprechen Sie mit den Schüler\*innen, wie sich die Abstände zwischen den Markierungen verändert haben.
6. Erklären Sie die Ausdehnung des Universums anhand der Markierungen auf dem Luftballon.

## Was ist passiert?

Der „Urknall“ ist eine Theorie, mit der wir den Beginn der Expansion unseres Universums erklären. Es handelt sich nicht um eine Explosion, bei der Materie von einem einzigen Punkt ausgehend verstreut wird. Beim Urknall wurden Materie, Zeit und Raum erschaffen, und es ist dieser Raum, der sich ausdehnt.

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE



Die Markierungen auf dem Ballon bewegen sich nicht, wenn der Ballon aufgeblasen wird, wohl aber die Abstände zwischen den Markierungen. Das Aufblasen des Ballons ist also ein Modell für das, was in unserem Universum geschieht. Die Markierungen sollen zum Beispiel Galaxien im Universum darstellen. So wie sich der Ballon ausdehnt, so dehnen sich auch die Räume zwischen den Markierungen aus.

dehnt, so dehnen sich auch die Räume zwischen den Markierungen aus.



## Wie geht's weiter?

Recherchieren Sie im Internet zur Arbeit von Edwin Hubble. Er stellte 1929 fest, dass sich eine Galaxie umso schneller von uns fortbewegt, je weiter sie von uns entfernt ist.



# Erforschung der Entstehung von Kratern

Spanien

Altersgruppe: 11 bis 14 Jahre

## Hintergrund

Ein Krater ist ein großes trichterförmiges Loch im Boden der Erde oder eines anderen Himmelskörpers. Krater werden normalerweise durch eine Explosion oder den Einschlag eines Meteoriten verursacht.

## Was wird benötigt?

- ✓ Deckel einer Pappschachtel
- ✓ Mehl
- ✓ brauner Zucker und/oder Zuckerstreusel
- ✓ Kakaopulver
- ✓ Steine, Kieselsteine oder Kugeln verschiedener Größe, Form und Masse
- ✓ Lineal
- ✓ Zeitungspapier (zum Schutz des Tisches/des Bodens)



## Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Den Deckel der Schachtel 2 cm hoch mit Mehl befüllen (das Mehl stellt die obere Schicht des Planeten, des Mondes usw. dar).
2. Darauf braunen Zucker oder bunte Zuckerstreusel verstreuen (sie stellen Gesteine, Felsen usw. in der oberen Schicht dar).
3. Die Oberfläche mit einem Lineal glätten.

4. Anschließend Kakaopulver auf die Oberfläche streuen (es soll die Oberfläche des Planeten/Mondes darstellen).
5. Die Steine, Kugeln usw. aus verschiedenen Höhen auf das Mehl-Zucker-Kakaopulver-Gemisch fallen lassen.
6. Tiefe und Durchmesser der entstandenen „Krater“ ausmessen.
7. Notieren, ob „Gesteine“ (Kakaopulver) von der Oberfläche weggeschleudert wurden.
8. Notieren, ob beim Aufprall „Gesteine“ (Zucker) aus dem Untergrund herausgeschleudert wurden und ob sich Muster gebildet haben.
9. Die Ergebnisse miteinander vergleichen.

## Was ist passiert?

- Es haben sich Krater mit unterschiedlichem Durchmesser gebildet.
- Es haben sich Krater unterschiedlicher Tiefe gebildet.
- Bei einigen Kratern wurden Gegenstände aus dem Untergrund herausgeschleudert.
- Einige größere, tiefere Krater bilden Strahlenmuster (siehe Foto rechts).



## Wie geht's weiter?

Die Schüler\*innen können ihre Ergebnisse mit Bildern von Kratern auf dem Mond oder dem Mars vergleichen

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

# Bau eines astronomischen Teleskops

Irland und Portugal

Altersgruppe: 14 bis 18 Jahre

## Hintergrund

Ein astronomisches Teleskop wird zur Beobachtung von Himmelskörpern verwendet.

Es besteht aus einem Refraktor, der wiederum aus zwei Linsen besteht: der Objektivlinse O mit großer Brennweite ( $f_o$ ) und großer Öffnung sowie dem Okular E, das eine kleine Brennweite ( $f_e$ ) und eine kleine Öffnung hat. Im Folgenden wird ein Kepler-Teleskop gebaut, das aus zwei Linsen (bikonvex) besteht, was ein größeres Sichtfeld ermöglicht – zum Beispiel bei der Betrachtung des Mondes.

## Was wird benötigt?

- ✓ zwei bikonvexe Linsen mit verschiedenen Brennweiten
- ✓ zwei unterschiedlich große Versandhüllen oder feste Pappe
- ✓ Schere
- ✓ Klebeband

## Ungefähre Brennweite ermitteln

Messen Sie die ungefähre Brennweite des Objektivs, indem Sie ein weit entferntes Objekt auf einen Bildschirm fokussieren und mit einem Metermaß den Abstand vom Objektiv zum Bildschirm messen.

Wiederholen Sie den Vorgang für das zweite Objektiv und notieren Sie beide Brennweiten.

Brennweite 1 = \_\_\_\_\_ cm

Brennweite 2 = \_\_\_\_\_ cm

## Vergrößerung

Das Okularobjektiv hat die kürzere Brennweite ( $f_e$ ) und die Objektivlinse die längere Brennweite ( $f_o$ ).

Die Vergrößerung ( $M$ ) des Teleskops kann mit der folgenden Formel berechnet werden:

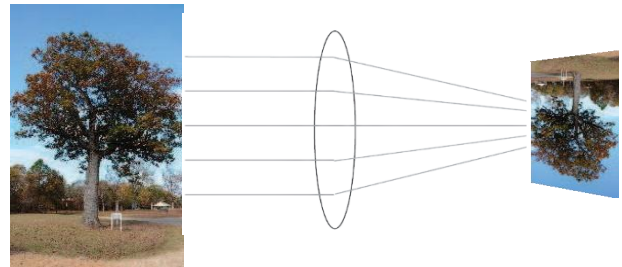
$$M = \frac{f_o}{f_e}$$

## Optisches Strahlendiagramm

Zeichnen Sie ein Strahlendiagramm, das zeigt, was Sie erwarten, wenn das Licht durch die Objektivlinse und dann durch die Okularlinse in Ihr Auge fällt.

Überprüfen Sie Ihre Messung und Berechnungen anhand der Simulation:

[https://www.walter-fendt.de/html5/phde/refractor\\_de.htm](https://www.walter-fendt.de/html5/phde/refractor_de.htm)



VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE



## Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Vergewissern Sie sich, dass die kleinere Röhre gut in die größere Röhre passt (oder basteln Sie Röhren aus fester Pappe).
2. Die Länge jedes Zylinders sollte länger sein als die Brennweite der Linsen, und der Durchmesser sollte etwas größer sein als der Durchmesser der Linsen.
3. Der kleinere Zylinder ist das Okular, der längere Zylinder das Objektiv.
4. Die Zylinder können mit Klebeband oder Farbe verziert werden.
5. Eine kleine Scheibe aus Pappe ausschneiden, die den gleichen Durchmesser hat wie der kleinere Zylinder.
6. Einen weiteren Kreis auf diese Scheibe zeichnen und die Mitte ausschneiden, um einen Ring für die Linse zu erhalten.
7. Das Objektiv mit der kürzeren Brennweite ( $f_e$ ) mit Klebeband an diesem Ring befestigen und anschließend den Ring anschließend mit Klebeband am Ende des Zylinders anbringen.
8. Den Vorgang für den Zylinder mit der längeren Brennweite ( $f_o$ ) wiederholen.
9. Den kürzeren Zylinder in den längeren Zylinder schieben: Ihr Kepler-Teleskop ist nun einsatzbereit.
10. Suchen Sie sich einen weit entfernten Gegenstand aus (auf dem Schulhof zum Beispiel) und stellen Sie das Teleskop durch Verschieben der Zylinder so ein, dass der Gegenstand scharf ist.
11. Lassen Sie die Schüler\*innen versuchen, mit dem Teleskop nachts den Mond und den Nachthimmel zu betrachten. Das Teleskop wird auf den Mond, einen Stern oder einen Satelliten gerichtet und so eingestellt, dass das betrachtete Objekt scharf ist. Das Fernrohr muss sehr ruhig gehalten werden.



VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE



### Wie geht's weiter?

Verwenden Sie den folgenden Teleskop-Simulator (Seite auf Englisch), um einige Himmelskörper zu betrachten. Versuchen Sie, die Brennweite zu ändern, und beobachten Sie mit den Schüler\*innen, wie sich das betrachtete Objekt dadurch verändert.

<https://www.stelvision.com/astro/en/telescope-simulator/>

Über den folgenden Link kann man sich weitere Himmelskörper ansehen. Verwenden Sie die Suche, um verschiedene Nebel oder Planeten zu finden (Orionnebel, Krebsnebel, Schmetterlingsnebel usw.).

<https://telescopius.com/telescope-simulator>

# Detektoren für Funkfrequenzstörungen

Irland und Portugal

Altersgruppe: 14 bis 18 Jahre

## Hintergrund

Astronom\*innen nutzen das gesamte elektromagnetische Spektrum für eine Vielzahl von Beobachtungen. Radiowellen und Mikrowellen – Wellen mit langen Wellenlängen bzw. niedrigen Energien – werden verwendet, um in dichte interstellare Wolken zu blicken und die Bewegung von kaltem, dunklem Gas zu verfolgen. Mit Radioteleskopen kartiert man die Struktur unserer Galaxie, während mit Mikrowellenteleskopen das „Restglühen“ des Urknalls untersucht wird. Der größte Teil des Radiowellenbereichs des elektromagnetischen Spektrums umfasst Wellenlängen von etwa 1 cm bis 1 km, was einer Frequenz von 30 Gigahertz (GHz) bis 300 Kilohertz (kHz) entspricht.

Im Jahr 1836 erfand Michael Faraday den Faraday'schen Käfig. Bei seinen Untersuchungen und Experimenten zu Ladungen, Magnetismus und deren Wechselwirkung stellte Faraday fest, dass sich die Ladung eines Leiters nur an dessen Außenfläche befindet. Dieses Phänomen führt zu einem interessanten Ergebnis: Elektromagnetische Felder, die von elektronischen Komponenten außerhalb des Käfigs erzeugt werden, werden innerhalb des Käfigs vollständig ausgelöscht. Dies gilt auch andersherum: Jedes elektromagnetische Feld, das im Inneren des Käfigs entsteht, wird daran gehindert, nach außen zu entweichen. Hat der Käfig an einer Stelle ein zu großes „Loch“, funktioniert die Abschirmung nicht mehr: Elektromagnetische Felder können dann in den Käfig „eindringen“. Bei einem Drahtgitter können nur elektromagnetische Wellen eindringen, deren

Wellenlänge kürzer ist als der doppelte Durchmesser einer Gitterzelle. Ist die Gitterzelle 1 cm breit, können also elektromagnetische Wellen in den Käfig gelangen, die eine Wellenlänge kleiner gleich 2 cm haben, was einer Wellenfrequenz von mehr als 150 GHz entspricht. Radiowellen und Mikrowellen würden in diesem Fall abgeschirmt werden.

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

Es gibt einen internationalen Frequenzplan, der verhindern soll, dass sich verschiedene Nutzungsbereiche, etwa Rundfunk und Polizeifunk, gegenseitig stören. So sind auch der Radioastronomie, die mit extrem stöempfindlichen Geräten arbeitet, mehrere Frequenzbänder zugewiesen.

Seit einigen Jahren haben Radioastronom\*innen vermehrt mit den immer zahlreicheren Satelliten auf Erdumlaufbahnen zu kämpfen: Wenn sie mit ihren Teleskopen das Universum beobachten, fliegt ihnen immer öfter ein Satellit durchs Bild.

## Was wird benötigt?

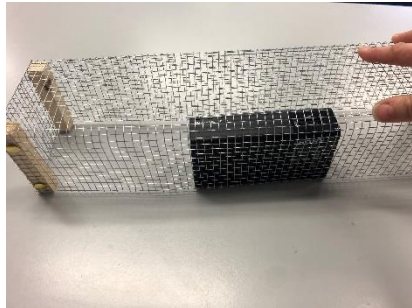
- ✓ Maschendraht
- ✓ Drahtschneider
- ✓ eine Holzleiste (etwa 1 cm x 1 cm x 32 cm)
- ✓ eine Heftklammerpistole
- ✓ ein AM/FM-Radio oder ein Elektrosmog-Detektor (kann online gekauft werden)
- ✓ eine Batterie
- ✓ ein Kabel mit blanken Enden
- ✓ elektronische Geräte, deren elektromagnetische Strahlung man überprüfen möchte, z. B. Fernbedienungen, Elektrowerkzeuge, Mobiltelefone



## Anleitung für den Faraday'schen Käfig

1. Auf dem Maschendraht ein ca. 32 cm × 62 cm großes Rechteck einzeichnen.
2. Das Rechteck mit einer starken Schere oder besser mit einem Drahtschneider ausschneiden.
3. Vier Holzstücke von etwa 8 cm Länge zurechtschneiden.
4. Den Maschendraht zu einem Quader falten und die Überreste abschneiden.
5. Die Holzstücke in die Ecken des Maschendrahtquaders platzieren und den Maschendraht mithilfe der Heftklammer-pistole an den Holzstücken be-festigen. Es soll ein nach oben offener rechteckiger Kasten entstehen.

**Hinweis:** Dies sind ungefähre Maße für ein kleines AM/FM-Radio; jede Größe der offenen oder geschlossenen Box ist geeignet.



### Weitere Schritte

1. Das Radio einschalten.
2. Die Einstellung AM wählen und das Gerät auf eine niedrige Frequenz einstellen, auf der keine Sender zu hören sind.
3. Auf das, was zu hören ist, achten.
4. Einstellung der Anzeige notieren: \_\_\_\_\_ kHz
5. In der Nähe des Radios das Folgende tun: Ein Ende des Kabels mit dem positiven Ende der Batterie verbinden (die Enden des Kabels sollten blank sein). Das andere Ende des Kabels kurz an den negativen Pol der Batterie halten.
6. Achten Sie auf das, was zu hören ist.



7. Den Drehknopf am Radio auf eine andere Frequenz stellen und den Versuch mit der Batterie wiederholen.
8. Wird das Rauschen lauter oder leiser? Sie können die Rauschpegel in einer Tabelle notieren.
9. Mit diesem Aufbau können die Schüler\*innen nun im Klassenraum nach elektrischen Störquellen suchen. Fragen Sie, was ihrer Meinung nach Störungen verursachen könnte.



Stellung des Drehknopfs am Radio (kHz)	Rauschpegel (von 1 bis 6, leise bis laut)

### Was ist passiert?

Wenn Sie elektrische Geräte wie Telefone, Fernbedienungen und Batterien in die Nähe des Radios bringen, hört man ein Rauschen: Die von den Geräten ausgehende elektromagnetische Strahlung interferiert mit den vom Radio ausgesandten Wellen. Bei der Einstellung AM (amplituden-modulierten Wellen) ist dies deutlich zu beobachten, bei der Einstellung FM hingegen nicht. Der Grund dafür ist, dass die Übertragung der Informationen beim FM-Signal durch die Veränderung der Frequenz und nicht, wie bei AM, durch die Veränderung der Amplitude erfolgt.

Wenn die Störfrequenzen der elektrischen Geräte im Bereich der Frequenz des gewählten Kanals sind, kann der AM-Empfänger sie als Amplitudenänderungen „auffangen“, was zu Rauschen führt.

Stülpt man den Käfig über das Radio, erlischt das



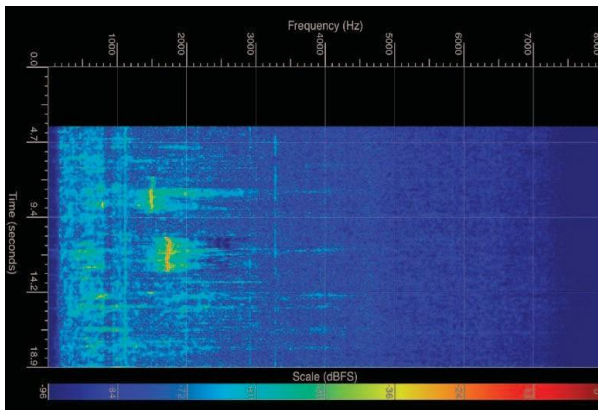
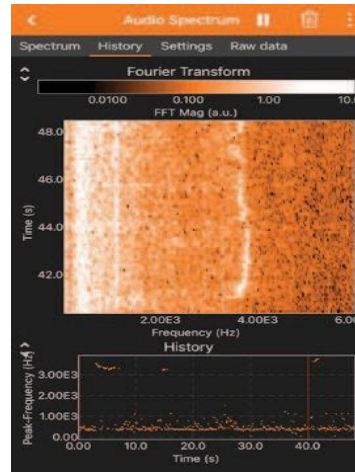
Signal: Es wird abgeschirmt.

Wie geht's weiter?

Laden Sie einen beliebigen Spektrumanalysator herunter und verwenden Sie ihn, um die Störung aufzuzeichnen/ein Bild davon zu machen, z. B. phyphox (RWTH Aachen) oder SpectrumView (Oxford Wave Research).

Untersuchen Sie die Funktionsweise eines Senders und eines Empfängers mit Hilfe der PhET-Simulation (deutsche Fassung unter „Translations“ abrufbar):

<https://phet.colorado.edu/en/simulations/radio-waves/>





# Beobachtungen von Radiowellen mit einem „Software Defined Radio“

Irland und Portugal

Altersgruppe: 14 bis 18 Jahre

## Hintergrund

Ein softwaredefiniertes Radio (SDR) kann als billiges Radioteleskop verwendet werden, um zum Beispiel die Wasserstofflinie, Meteoriten, Streuung, plötzliche Störungen in der Ionosphäre (engl. *sudden ionospheric disturbances*) und Pulsare zu beobachten.

Das SDR kommt im Allgemeinen in Verbindung mit einer geeigneten Antenne zum Einsatz (Länge und Typ hängen davon ab, was man beobachten will) sowie mit einem rauscharmen Verstärker (LNA – *Low Noise Amplifier*) oder einem rauscharmen Signalumsetzer (LNB – *Low Noise Block*) und Software wie *GNU Radio* oder *Ubuntu*, mit der das Signal aufgenommen und grafisch dargestellt werden kann.

In dieser Aktivität werden wir mit einem kostengünstigen USB-Dongle, dem RTL-SDR-Dongle, Funkwellen untersuchen, die von Autoschlüsseln ausgesandt werden. Autoschlüssel funktionieren mit einem eingebauten Radiofrequenz-Identifizierungssystem (RFID). Es nutzt ein elektromagnetisches Feld, um gespeicherte Informationen, sogenannte Tags, zu lokalisieren oder zu identifizieren. Der Autoschlüssel übermittelt die Informationen über Funkfrequenzen an das entfernte Auto. Dem im Schlüssel enthaltenen Mikrochip ist eine Frequenz zugewiesen, die mit dem Lesegerät im Auto kommuniziert.

Jeder Autoschlüssel trägt einen eindeutigen Code. Europäische Fahrzeuge arbeiten mit einer Frequenz von 433,92 MHz, amerikanische und japanische Fahrzeuge mit einer Frequenz von 315 MHz.

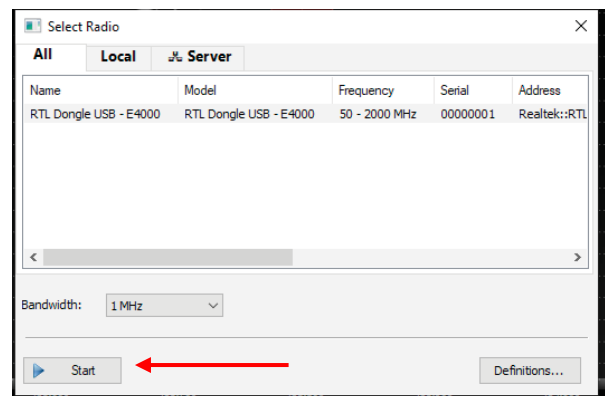
## Was wird benötigt?

- ✓ ein RTL-SDR-Dongle (ab ca. 40 Euro)
- ✓ Kupferdraht für die Antenne oder ein Antennenbausatz (ab 20 Euro oder im Set mit dem Dongle)
- ✓ ein Autoschlüssel (mit drahtloser Fernbedienung)
- ✓ ein Laptop (schließen Sie das SDR an, um die empfohlene Software herunterzuladen)

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

## Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. RTL-SDR mit dem Laptop verbinden.
2. SDR-Software öffnen.
3. RTL-Dongle auswählen.
4. Auf Start klicken.

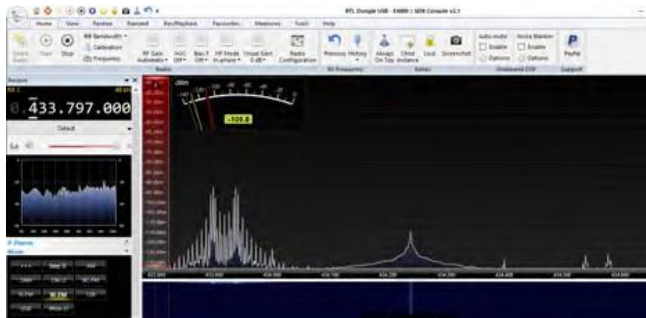


5. Nun ist ein Rauschen zu hören, und das Signal wird angezeigt.
6. Die zu erfassende Frequenz auf 433,797 MHz ändern, um das Signal des Autoschlüssels zu erfassen.
7. Auf die Taste zum Öffnen der Autotüren drücken und die erkannte Frequenz notieren. Ein Screenshot oder ein Foto machen.
8. Den Vorgang mit anderen Autoschlüsseln wiederholen.



## Was ist passiert?

Die verschiedenen Automarken haben eine eindeutige Frequenz-„Spitze“, die im Diagramm deutlich zu erkennen ist.



## Wie geht's weiter?

Testen Sie weitere Gegenstände, die Funkwellen aussenden, z. B. Fernbedienungen für Spielzeugautos.





# MINT-Experimente von Lehrkräften für Lehrkräfte

SCIENCE ON STAGE 2022  
PRAGUE

**Licht**

## Licht

DIY UV-Lampe.....	1
Eine Kerze und eine besondere Flamme: Kerzenspektren.....	2
Polarisierendes Licht mit Maissirup .....	3
Physik trifft Kunst: Brechung.....	4
Mikroskop für Mobiltelefone.....	5
Was können wir tun, um uns vor UV-Strahlung zu schützen?.....	6

# DIY UV-Lampe

Vereinigtes Königreich

Altersgruppe: 11 bis 14 Jahre

## Hintergrund

Eine selbstgebaute UV-Lampe (Schwarzlicht oder langwelliges ultraviolettes Licht) lässt sich leicht mit handelsüblichen Haushaltsgegenständen herstellen.

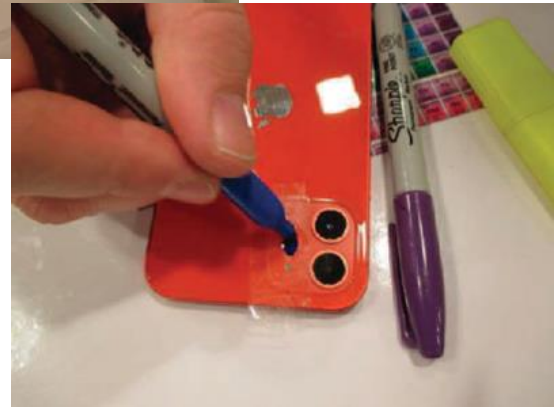
## Was wird benötigt?

- ✓ Mobiltelefon mit einer Taschenlampenfunktion (LED)
- ✓ blauer Filzschreiber
- ✓ violetter Filzschreiber
- ✓ gelber Textmarker
- ✓ durchsichtiges Klebeband



## Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Das Blitzlicht des Mobiltelefons mit einem Streifen Klebeband abdecken. (Dies funktioniert auch bei Tablets mit eingebautem Blitzlicht).
2. Mit blauem Filzstift auf das Klebeband malen, so dass es den Blitz verdeckt.
3. Ein weiteres Stück Klebeband über den Blitz legen und es ebenfalls mit blauem Marker anmalen.
4. Ein drittes und letztes Stück Klebeband über dem Blitz legen, aber dieses Mal den Blitz mit dem violetten Marker übermalen.
5. Mit dem gelben Textmarker auf das Papier zeichnen. Nun das selbst-gebaute UV-Licht in einem abgedunkelten Raum verwenden, um erkennen zu können, was mit dem gelben Marker geschrieben oder gezeichnet wurde.



Was ist passiert?

Das Licht des Telefons fungiert nun als UV-Lampe.

Wie geht's weiter?

Das UV-Licht kann z.B. dazu verwendet werden, um nach Sicherheitsmerkmalen auf Geldscheinen zu suchen.

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

# Eine Kerze und eine besondere Flamme: Kerzenspektren

Polen

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

Altersgruppe: 14 bis 18 Jahre

## Hintergrund

Das Spektrum von weißem Licht kann mit einer CD betrachtet werden. Wenn das Licht auf die CD trifft, durchläuft es einen durchsichtigen Kunststoff, wodurch das Licht zunächst gebrochen wird, bevor es auf die Spiegeloberfläche trifft.

Dies trennt die verschiedenen Wellenlängen des Lichts.

Verschiedene Wellenlängen werden von der Spiegeloberfläche in unterschiedlichen Winkeln reflektiert, wenn das Licht auf die Vertiefungen in der CD trifft. Der Abstand zwischen den Vertiefungen beträgt etwa 1,6 Mikrometer, das ist etwas größer als die Wellenlänge des sichtbaren Lichts (400 - 700 nm). Durch Beugung und Interferenz entsteht dann das auf der CD-Oberfläche sichtbare Spektrum oder der Regenbogen.

## Was wird benötigt?

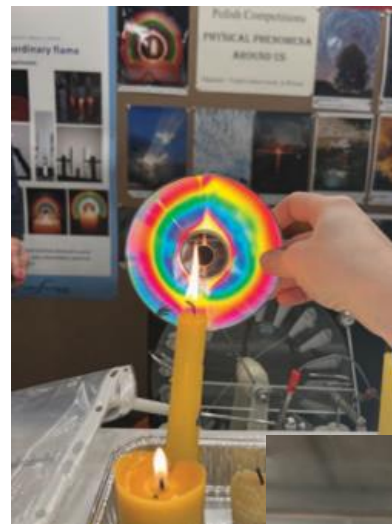
- ✓ CD
- ✓ Verschiedene Arten von Kerzen z.B. Bienenwachs, Paraffin, Soja, Zitronengras

## Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Die Kerze anzünden.
2. CD hinter die Flamme legen wie im Bild.
3. Die Spektren beobachten.

## Was ist passiert?

Jedes Kerzenwachs besteht aus verschiedenen chemischen Verbindungen, die leicht unterschiedliche Spektren ergeben, je nachdem, welche Bestandteile hauptsächlich in der Kerze enthalten sind



Hier können Sie sich das [Projektvideo](#) in englischer Sprache vom Europäischen Science on Stage Festival 2022 auf YouTube ansehen.



# Polarisierendes Licht mit Maissirup

Schottland

Altersgruppe: 14 bis 18 Jahre

## Hintergrund

Doppelbrechung ist die optische Eigenschaft eines Materials, dessen Brechungsindex von der Polarisation und Ausbreitungsrichtung des Lichts abhängt. Doppelbrechung tritt bei Stoffen auf, die aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften mehr als einen Brechungsindex haben.

Unpolarisiertes Licht ist Licht, das in mehr als einer Ebene schwingt. Bei linear polarisiertem Licht schwingt das Licht nur in einer Ebene.

## Was wird benötigt?

- ✓ Zwei Polarisatoren
- ✓ Lichtquelle (z.B. LED-Taschenlampe)
- ✓ Maissirup oder Agavendicksaft
- ✓ Ständer

## Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Brenner in den Ständer stellen und einschalten.
2. Einen Polarisator auf die Taschenlampe setzen.
3. Becherglas mit Maissirup aufsetzen.
4. Den zweiten Polarisator auf das Becherglas setzen.
5. Den oberen Polarisator langsam drehen und das Licht direkt von oben beobachten.



## Was ist passiert?

Wenn der obere Polarisator gedreht wird, sind verschiedene Wellenlängen des Lichts zu sehen (vgl. Bilder).

Maissirup ist optisch aktiv, das heißt, wenn polarisiertes Licht durch den Sirup fällt, dreht sich die Ausrichtung der Polarisation. Das liegt daran, dass der Maissirup aus spiralförmigen Zuckermolekülen besteht, die ihm doppelbrechende Eigenschaften verleihen. Die Drehgeschwindigkeit der Polarisation ist frequenzabhängig, so dass wir unterschiedliche Wellenlängen sehen, wenn der Polarisator gedreht wird

## Wie geht's weiter?

Das Experiment mit verschiedenen Sirup-Sorten wiederholen.



VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

# Physik trifft Kunst: Brechung

Tschechische Republik

Altersgruppe: 11 bis 18 Jahre

## Hintergrund

Das Projekt wurde von Schüler\*innen der Církevní Gymnázium in Pilsen ausgeführt, wo sie Physik und Fotografie zu Kunst verbanden.

Unter Brechung versteht man die Beugung des Lichts beim Übergang von einem transparenten Medium mit einem Brechungsindex zu einem anderen transparenten Medium mit einem anderen Brechungsindex.

Wird ein Objekt vor eine Linse gehalten, kann das erzeugte Bild je nach Art der Linse vergrößert oder verkleinert, aufrecht oder umgedreht sein.

Die Kunst in dieser Untersuchung wird mit konvexen Konvergenzlinen hergestellt. Diese Konvergenzlinen können im Labor gefunden oder mit verschiedenen Arten von Gläsern mit Wasser oder anderen Flüssigkeiten hergestellt werden.

Befindet sich ein Objekt außerhalb des Mittelpunkts, ist das erzeugte Bild real und invertiert.

## Was wird benötigt?

- ✓ Unterschiedlich geformte Gläser
- ✓ massive Glaskugel
- ✓ Wasser



## Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Verschiedene Hintergründe erstellen, (z.B. wie sie auf den Bildern zu sehen sind) und diese ausdrucken.
2. Verschieden geformte Gläser vor die Bilder stellen und die Gläser mit Wasser füllen.
3. Betrachten und Fotografieren.

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE



## Was ist passiert?

Durch die Brechung des Lichts werden die Linien gebogen und die Farben invertiert.

# Mikroskop für Mobiltelefone

Frankreich

Altersgruppe: 11 bis 14 Jahre

## Hintergrund

Mit der Kamera eines Mobiltelefons kann man ein vielseitiges Mikroskop bauen.

## Was wird benötigt?

- ✓ ein mit einer Kamera ausgestattetes mobiles Gerät (Telefon, Tablet, usw.)
- ✓ Linse (im Internet nach Kollimationslinsen aus Acryl suchen; sie sind in großen Mengen erhältlich)
- ✓ Karton
- ✓ Gummibänder
- ✓ Schere
- ✓ Optional: Locher, Millimeterpapier, durchsichtiges Klebeband



## Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Den Karton auf die Größe des Geräts zuschneiden und die Position der Kamera markieren.
2. Ein Loch in den Karton machen und die Linse einsetzen. (Ein Locher eignet sich gut, um etwas Pappe zu entfernen und dennoch einen festen Sitz zu gewährleisten, damit die Linse nicht verrutscht, aber auch ein Kugelschreiber oder Bleistift ist geeignet.)
3. Die Kamera auf das Objektiv setzen und sie mit Gummibändern sichern. (Dies kann einige Zeit in Anspruch nehmen und muss möglicherweise während der Nutzung gelegentlich nachgeholt werden.)
4. Das Gerät ist nun bereit für die Verwendung als Mikroskop.

## Was ist passiert?

Objekte werden vergrößert, und man kann mehr Details erkennen als mit dem bloßen Auge möglich ist.

## Wie geht's weiter?

Weiter vergrößern und z. B. Tier- und Pflanzenoberflächen vergleichen.

*Vielen Dank an Michael Gregory für seine Idee.*

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

# Was können wir tun, um uns vor UV-Strahlung zu schützen?

Spanien

Altersgruppe: 11 bis 18 Jahre

## Was wird benötigt?

- ✓ UV-Farbwechselferlen (weithin im Internet erhältlich)
- ✓ UV-Taschenlampe
- ✓ verschiedene Sonnencremes
- ✓ verschiedene Sonnenbrillen
- ✓ verschiedene Sonnenhüte
- ✓ verschiedene Tücher
- ✓ Frischhaltefolie oder Acetatblatt

## Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Die Perlen zur Kontrolle mit der Taschenlampe dem UV-Licht aussetzen.
2. Ein Zeitlupenvideo von der Farbänderung der UV-Perlen machen.  
Das Video anhalten, wenn der Farbwechsel zu sehen ist.  
Von jeder Farbe eine Bildschirmaufnahme machen. Auf diese Weise kann man eine 1-10-Farbtabelle der Farbveränderung erstellen, um die Wirkung von Sonnencremes usw. zu bewerten.
3. Nun die Perlen mit verschiedenen Tüchern bedecken, z. B. T-Shirts, und sie 1 Minute lang dem UV-Taschenlampenlicht aussetzen.
4. Die Farbkarte benutzen, um die Farbe der Perlen nach jedem Tuch zu bewerten.
5. Dann die Perlen mit verschiedenen Sonnenbrillen abdecken und sie 1 Minute lang dem UV-Licht aussetzen.
6. Wieder die Farbkarte benutzen, um die Farbe der Perlen nach jeder Brille zu bewerten.

7. Schließlich etwas Sonnencreme auf eine Frischhaltefolie auftragen, die Perlen damit abdecken und sie 1 Minute lang dem Licht der UV-Taschenlampe aussetzen.
8. Die Farbkarte benutzen, um die Farbe der Perlen nach jeder Creme zu bewerten.

VON  
LEHRKRÄFTEN  
FÜR  
LEHRKRÄFTE

## Was ist passiert?

Die UV-Perlen färben sich in ein tieferes Rosa/Lila, wenn sie mehr UV-Strahlung erhalten.

Sie färben sich heller rosa/violett, wenn sie weniger UV-Licht ausgesetzt sind. Sie sind farblos, wenn sie wenig oder kein UV-Licht erhalten.

## Wie geht's weiter?

Als Erweiterung könnten die Schüler\*innen neue und innovative Möglichkeiten zum Schutz von Lebewesen vor UV-Strahlung auf anderen Planeten erforschen.

