

HELMHOLTZ

SPITZENFORSCHUNG FÜR
GROSSE HERAUSFORDERUNGEN



EXPERIMENTE

FÜR ZUHAUSE

VOL.3



NETZWERK SCHÜLERLABORE
IN DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT

IMPRESSUM

HERAUSGEBER

Helmholtz-Gemeinschaft
Deutscher Forschungszentren e.V.

Kommunikation und Außenbeziehungen

Helmholtz-Geschäftsstelle Berlin, Sara Arnsteiner (V.i.S.d.P.)

BILDNACHWEISE

Illustrationen Umschlag: Freepik/Harryarts, Shutterstock/Nikolaeva, Freepik/balasoiu; S. 2: Shutterstock/Nikolaeva; S. 3: Jindrich Novotny; Hintergründe Innenteil: Freepik/balasoiu, Fotolia/reconceptus, Freepik/Creative_hat; Notizzettel & Pins: Freepik, Freepik/vvstudio; S.4: Shutterstock/Yuganov Konstantin; S. 5: Shutterstock/KK Tan; S. 6: Shutterstock/Sunny studio; S. 8: AWI/Stefan Hendricks; S.13: CISPA, Superbass/CC-BY-SA-4.0 (Klammer); S. 20–21: DKFZ/Katrin Platzer; S. 22: DLR/CC-BY 3.0; S. 24–25: DLR/CC-BY 3.0; S. 27: NASA/JPL-Caltech (oben); S. 28–29: DLR_School_Lab TU Dortmund, Sylvia Rückheim; S. 30–31: DLR/Alexander Kasten; S. 36–37: GEOMAR Kiel/Joachim Dengg; S. 40–41: Gläsernes Labor; S. 44–45: HZG/Natalya Grohn; S. 46: IPP (oben), IPP/Dr. Jörg Riemann (Illustrationen); S. 47: IPP/Rainer Munzert (links), TU Chemnitz/Professur Festkörpermechanik (rechts); S. 48–49: Forschungszentrum Jülich; S. 55: Shutterstock/Olena Yakobchuk; S. 56: DESY/Gesine Born; S. 57: GFZ; S. 62: Shutterstock/Rawpixel.com;

Soweit nicht anders angegeben, liegen die Bildrechte auf den Experimentierseiten beim jeweiligen Forschungszentrum.

REDAKTION

Adelheid Sommer, Joachim Dengg, Annette Doerfel

DESIGN

Helmholtz/Stephanie Lochmüller

DRUCK

Druck- und Verlagshaus Zarbock, Frankfurt a.M.

HAFTUNGSAUSSCHLUSS

Die Experimente in diesem Heft sind von den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Schülerlabore sorgfältig geprüft worden. Dennoch ist eine Haftung der Schülerlabore für Personen-, Sach- und Vermögensschäden ausgeschlossen.

STAND

November 2020



LIEBE JUNGE FORSCHERINNEN UND FORSCHER,



in der dritten Ausgabe von „Experimente für zuhause“ erwarten euch wieder viele spannende Experimente! Hier geht es darum, neugierig zu sein, Phänomene in der Natur nicht nur als gegeben hinzunehmen, sondern sie genauer zu untersuchen und zu verstehen. Egal ob zuhause in der Küche, im Unterricht in der Schule oder in einem Labor an einem Helmholtz-Zentrum – das Experiment ist für das Verständnis meist die wichtigste Grundlage. Dass man dafür nicht immer teure Versuchsanlagen oder Hilfsmittel braucht, zeigen die Beispiele in diesem Heft.

Wenn ihr tiefer in ein Thema einsteigen wollt, besucht uns doch an einem unserer 32 Schülerlabore an den Helmholtz-Zentren. Hier könnt ihr mit eurer Schulklasse oder auch individuell unter Anleitung von Fachleuten experimentieren. So kann jede und jeder Themen aus der Forschungspalette der Helmholtz-Zentren genauer kennenlernen, sei es beispielsweise aus der Meeresforschung, der Medizin, der Luft- und Raumfahrt oder der IT.

Jetzt wünsche ich euch allen viel Vergnügen und Erfolg bei den hier beschriebenen Experimenten! Und denkt daran: Genau wie in der echten Forschung lernt man auch durch Fehler. Also, nicht verzweifeln, falls etwas nicht gleich beim ersten Versuch klappt! Es lohnt sich!

Otmar D. Wiestler
Euer Otmar D. Wiestler
Präsident der Helmholtz-Gemeinschaft



PS: Übrigens gibt es einige Experimente auch als Video unter
→ www.helmholtz.de/experiment

INHALT

Impressum.....	2
Vorwort.....	3
Sicherheitshinweise.....	6

EXPERIMENTE DER SCHÜLERLABORE	8
1. Was passiert, wenn die Polkappen schmelzen?.....	8
2. Stelle deinen eigenen Joghurt her	10
3. Wer ist der Kunsträuber? Entschlüssele die Nachricht!.....	12
4. Einen Magnetrührer selber bauen	14
5. Magnetbahn in der Spule.....	16
6. Ein Kartentrick	18
7. Algenwachstum in einem Bioreaktor	20
8. Die Suche nach einer zweiten Erde	22
9. Ein Fall von Masse?	24
10. Chaos im Sonnensystem	26
11. Wie stark ist die Luft?	28



12. Der Magnus-Flieger	30
13. Wie orientieren sich Pflanzen?.....	32
14. Einen Flummi selber bauen	34
15. Die Wellen in der Flasche.....	36
16. Wie veränderte die Eiszeit die Landschaft?.....	38
17. Die Glocke im Kopf	40
18. Seifenblase mit Loch	42
19. Spannender Schleim	44
20. Unsichtbares sichtbar machen	46
21. Das Geheimnis von Bubble-Tea und Frucht-Kaviar.....	48
22. Bau der Leonardo-Brücke	50
23. Wachstücher selber herstellen.....	52

Das Netzwerk Schülerlabore in der Helmholtz-Gemeinschaft.....	54
Die Schülerlabore als Partner der Schulen	56
Übersicht der Angebote der Schülerlabore in der Helmholtz-Gemeinschaft.....	58
Das Netzwerk Schülerlabore – eine Übersicht der Standorte.....	62





SICHERHEITSHINWEISE

Das Arbeitszimmer, in dem eine Forscherin oder ein Forscher arbeitet, nennt man Labor. Da auch du eine kleine Forscherin oder ein kleiner Forscher bist, ist auch dein Arbeitsplatz ein Labor.

DORT GIBT ES FOLGENDE DINGE ZU BEACHTEN:

1. Du solltest nicht essen oder trinken, außer der Versuch sieht es ausdrücklich vor.
2. Halte deinen Laborplatz stets aufgeräumt, besonders, wenn du mit spitzen, heißen, scharfen oder schweren Gegenständen gearbeitet hast.
3. Spiele nicht mit elektrischen Schaltern, Steckdosen, Steckern oder Geräten.

Am besten sprichst du vor dem Experiment mit einem Erwachsenen – damit nichts schiefgeht. Manche Experimente kannst du alleine durchführen, andere gehen ohnehin leichter, wenn dir jemand hilft.

UND WICHTIG:

Verliere nicht den Mut, falls ein Experiment nicht sofort gelingt! Probiere einfach, bis es klappt. Forscherinnen und Forscher brauchen Geduld und geben auch nicht gleich auf. Doch es lohnt sich, denn bei jedem Experiment erfährst du etwas Neues!



WAS PASSIERT, WENN DIE POLKAPPEN SCHMELZEN?



Spätestens seit der „Fridays for Future“-Bewegung weiß jeder, was der Klimawandel ist. Durch diesen erwärmt sich unsere Erde. Besonders große Folgen hat die Erderwärmung in den Polarregionen, wo alles gefroren ist. Schmilzt dort das Eis, hat das weltweit Folgen. Mit diesem Versuch kannst du herausfinden, was passiert, wenn die Pole schmelzen.

SO GEHT'S:

1. Färbe das Wasser mit etwas Lebensmittelfarbe und fülle damit eine Eiszwürfelform. Stelle die Form ins Gefrierfach, bis das Wasser gefroren ist. Alternativ kannst du in Silikonformen zwei große Eiszwürfel herstellen.
2. Gib das Salz zu einem Liter Wasser und rühre die Flüssigkeit so lange um, bis sich das Salz aufgelöst hat.
3. Gib in eine der zwei Schüsseln in die Mitte ein kleines Glas, einen Eierbecher oder einen Stein.
4. Platziere in diese Schüssel die Eiszwürfel auf das Glas/den Eierbecher/den Stein als Insel. Das stellt unseren Südpol dar. In die andere Schüssel legst du auch Eiszwürfel, dies ist der Nordpol.
5. Befülle die Schüsseln mit der Salzlösung, sodass der Wasserstand in beiden Schüsseln vier Zentimeter beträgt. Die Insel darf nicht komplett unter Wasser stehen, sodass der Eiszwürfel zu Beginn trocken bleibt. Markiere den Wasserstand mit einem Filzstift.
6. Lasse die Eiszwürfel von alleine langsam schmelzen. Alternativ kannst du vorsichtig mit einem Haartrockner nachhelfen.



Seeeis am Nordpol

In welcher Schüssel wird der Wasserstand höher? Wo lagert sich das eingefärbte Schmelzwasser ab?



ERKLÄRUNG



Sicherlich habt ihr beobachtet, dass der Wasserstand nur in einer Schüssel ansteigt: in der mit der Insel. Der im Wasser liegende Eiszwürfel nimmt, wenn er schmilzt, in flüssiger Form einfach den Platz ein, den er zuvor als Eiszwürfel verdrängt hat. Liegt der Eiszwürfel allerdings auf einer Insel, verdrängt er kein Wasser. Schmilzt er, ergibt sich aus dem Schmelzwasser ein Anstieg des Wasserstandes. Dieses Phänomen nennt sich Meeresspiegelanstieg. Würde zum Beispiel das gesamte Eis des Südpols, das auf einem Kontinent liegt, auf einen Schlag schmelzen, würde sich der Meeresspiegel um 70 Meter erhöhen. Zum Glück passiert das nicht. Aktuell wird davon ausgegangen, dass sich der Meeresspiegel – ausgelöst durch den Klimawandel – in den nächsten 200 Jahren um bis zu 3 Meter erhöhen wird. Das hört sich nicht nach viel an, kann aber Strände und küstennahe Häuser überfluten.

Hast du gesehen, wo genau das Schmelzwasser hinfließt? Das Wasser vom Eiszwürfel schichtet sich auf das Meerwasser. Das liegt daran, dass Süßwasser leichter als Meerwasser ist.

SCHÜLERLABOR OPENSEA

Alfred-Wegener-Institut
Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung
Kurpromenade 201, 27498 Helgoland
Tel.: +49 4725-8193268
E-Mail: opensea@awi.de
www.awi.de/arbeiten-lernen/aus-der-schule/ins-schuelerlabor/opensea-helgoland

DAS BRAUCHST DU:

- 2 GLASSCHÜSSELN
- LEBENSMITTELFARBE
- WASSER
- EISWÜRFELFORM UND EISFACH
- 4 ESSLÖFFEL SALZ
- KLEINES GLAS, STEIN ODER EIERBECHER
- FILZSTIFT
- HAARTROCKNER

STELLE DEINEN EIGENEN JOGHURT HER

Bakterien sind kleinste Lebewesen, die man mit dem bloßen Auge nicht sehen kann. Einige von ihnen sind für eine Vielzahl von Krankheiten verantwortlich, andere erleichtern unser Leben im Alltag. Durch sie können wir beispielsweise Medikamente produzieren oder Lebensmittel herstellen wie Brot, Käse oder Joghurt. Wie du selbst mittels dieser „Kleinsthelferchen“ Joghurt anfertigst, wollen wir dir hier zeigen.

SO GEHT'S:

1. Gib jeweils zwei leicht gehäufte Teelöffel Naturjoghurt in die geöffneten Gläser.
2. Fülle anschließend die Gläser bis zum unteren Drittel mit H-Milch.
3. Verrühre mithilfe des Schneebesens die Joghurtkultur gründlich mit der Milch.
4. Verteile nun die restliche Milch gleichmäßig auf die Gläser und schließe den Deckel.
5. Erwärme den Backofen auf 40–45 Grad Celsius. **ACHTUNG: Es darf nicht zu heiß sein! Joghurtbakterien sind Lebewesen. Bei einer Temperatur über 50 Grad Celsius sterben sie ab.**
6. Stelle nun die Gläser auf ein Backblech und lasse sie 10–12 Stunden bei 40–45 Grad Celsius im Backofen stehen.
7. Stelle die Gläser anschließend in den Kühlschrank. Der Joghurt ist dort rund 7 Tage haltbar und kann mit Marmelade, kakaohaltigem Getränkepulver oder Obst gesüßt und verfeinert werden.

TIPP: Erhitze vorher die Gläser ohne Deckel 15 Minuten bei 120 Grad Celsius im Backofen, um sie zu sterilisieren. Die Deckel sterilisierst du für etwa 15 Minuten in kochendem Wasser. Lass dir dabei von einem Erwachsenen helfen. Alternativ kannst du die Gläser und die Deckel in der Spülmaschine waschen.



ERKLÄRUNG



Naturjoghurt enthält sogenannte Milchsäurebakterien. Diese können den in der Milch vorhandenen Milchzucker (Lactose) in Milchsäure (Lactat) umwandeln. Dadurch wird die Milch sauer und bekommt den typischen, leicht säuerlichen Joghurtgeschmack. Durch die Säure „flockt“ das Eiweiß in der Milch aus, die Milch wird fester und cremiger und Joghurt entsteht.

Diesen Prozess bezeichnet man als Fermentation. Je länger die Fermentation andauert, desto mehr Milchsäure produzieren die Bakterien, und desto säuerlicher schmeckt der Joghurt. Die Lagerung im Kühlschrank verlangsamt diese Fermentation rapide, stellt sie jedoch nicht komplett ein. Auch im Kühlschrank säuert dein Joghurt immer noch leicht nach. Damit sich nur die Milchsäurebakterien und keine anderen Bakterien vermehren, muss die Milch bereits keimfrei sein. Aus diesem Grund verwendet man die erhitzte und somit keimfreie H-Milch.

BIOS BIOTECHNOLOGISCHES SCHÜLERLABOR BRAUNSCHWEIG

Science Campus Braunschweig-Süd
Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung

Inhoffenstraße 7, 38124 Braunschweig
Tel.: +49 531-61811901

E-Mail: bios.lab@helmholtz-hzi.de
www.bios-braunschweig.de

DAS BRAUCHST DU:

- 1 LITER H-MILCH (KUH- ODER ZIEGENMILCH) ODER SOJADRINK
- 1 BECHER NATURJOGHURT (150 GRAMM)
- 7 STERILE (KEIMFREIE) GLÄSER ZUM ABFÜLLEN (150 MILLILITER)
- TEELÖFFEL
- SCHNEEBESEN
- BACKOFEN

WER IST DER KUNSTRÄUBER? ENTSCHLÜSSELE DIE NACHRICHT!

Aus dem Saarbrücker Museum wurden mehrere Kunstwerke gestohlen. Die Polizei geht von einem Einzeltäter aus und nennt ihn „T“. Du hast eine verschlüsselte Nachricht erhalten. Bist du schneller als die Polizei?

Es gibt vier Tatverdächtige:



Name: Klaus Zimmer
Beruf: Sportler
Auto: weißer VW



Name: Peter Weber
Beruf: Bauarbeiter
Auto: unbekannt



Name: Bernd Müller
Beruf: Lehrer
Auto: unbekannt



Name: Monika Schmidt
Beruf: Anwältin
Auto: rotes Auto, Kennzeichen PW-123

SO GEHT'S:

1. Schneide die Vorlagen aus, die du unter <https://challenge.saarland/cc> findest.
2. Lege die große Scheibe unter die kleine, sodass der Aufdruck nach oben zeigt.
3. Steche mit einer Musterbeutelklammer mittig durch beide Scheiben und klappe die beiden Metallenden auseinander. Nun kannst du die beiden Scheiben unabhängig voneinander drehen.
4. Die verschlüsselte Nachricht lautet:

„Mrhtra xbaagra frura, jvr G va rva fpujnemrf Syhpugnghb trfgvrtra vfg haq frvar Oevyr natrmbtra ung.“

Jeden Buchstaben der Nachricht musst du mithilfe der Scheibe um eine bestimmte Anzahl an Zeichen verschieben, um sie Buchstabe für Buchstabe zu entschlüsseln. Diese Zahl ist hier 13. Drehe deshalb die äußere Scheibe so, dass der Buchstabe „A“ der kleineren Scheibe genau auf dem Buchstaben „N“ der großen Scheibe liegt.



5. Nun behältst du die Position der Scheiben bei, suchst die Buchstaben der Nachricht auf der kleinen Scheibe und liest jeweils den Buchstaben ab, der oberhalb auf der großen Scheibe liegt.
6. Wenn du mit Hilfe der Nachricht „T“ identifizieren konntest, dann trage den Namen im Internet unter <https://helmholtz.challenge.saarland> ein.

ERKLÄRUNG



Die verwendete Verschlüsselungsmethode heißt „Caesar Chiffre“. Sie wurde schon vor Hunderten von Jahren verwendet, um geheime Nachrichten zu verschicken. Dabei wird jeder Buchstabe um eine bestimmte Anzahl verschoben. Lautet diese Anzahl zum Beispiel 3, wird jeder Buchstabe um drei Positionen verschoben.

A wird also zu D, B zu E, C zu F usw. Z wird in diesem Fall zu C. Wenn du das Schritt für Schritt anwendest, kannst du die Nachricht verstehen und aus den vier Tatverdächtigen die Täterin oder den Täter auswählen. Verschlüsselungen gibt es überall im Alltag. Die meisten Nachrichten in Messengern und Apps werden verschlüsselt. Diese Verschlüsselungen sind häufig komplizierter und sicherer als unser Beispiel, aber die Idee ist vergleichbar.

Versuche doch mal deine eigenen Nachrichten zu verschlüsseln und mit Freunden auszutauschen. Dafür braucht jeder von euch eine Chiffre-Scheibe und ihr müsst euch auf eine geheime Zahl einigen.

CISPA CYSEC LAB

CISPA – Helmholtz-Zentrum für Informationssicherheit

Innovationspark am Beckerturm, Gebäude B 6.2

Kaiserstr. 170–174, 66386 St. Ingbert

Tel.: +49 681-302 70975

E-Mail: cysec-lab@cispa.de

www.cispa.de/schuelerlabor

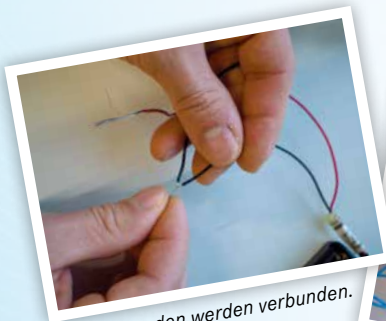
DAS BRAUCHST DU:

- COMPUTER
- DRUCKER
- DRUCKERPAPIER
- SCHERE
- MUSTERBEUTELKLAMMER

EINEN MAGNETRÜHRER SELBER BAUEN



Ein Magnetrührer gehört zur Ausrüstung eines jeden Chemikers. Er besteht aus einem rotierenden Magnetpaar und einem magnetischen Rührstäbchen, das sich in einem gefüllten Becherglas befindet und für die Durchmischung der Flüssigkeiten sorgt. Mit dieser Anleitung kannst Du selber einen Magnetrührer bauen.



Die Kabelenden werden verbunden.



Der Magnetrührfisch richtet sich nach den Polen der aufgeklebten Magnete aus.



Mit einer Rührplatte aus durchsichtigem Material bleibt dein Versuchsaufbau erkennbar.

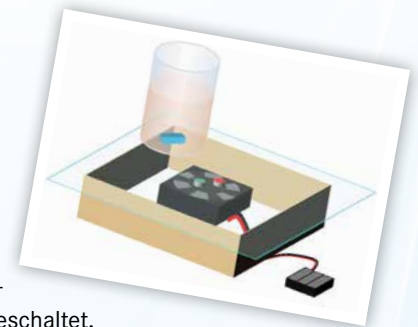
SO GEHT'S:

1. Schließe zuerst den Batteriehalter an die Anschlusskabel des Lüfters an. Entferne dazu die Isolation an den Kabeln und schließe rot an rot und schwarz an schwarz an.
2. Klebe nun die zwei kleinen Magnete in der Mitte des Lüfters fest. Dabei muss einmal der Nord- und einmal der Südpol nach oben zeigen. Der Abstand zwischen den Magneten sollte ungefähr der Länge des Rührstäbchens entsprechen.
3. Stelle den Rahmen um den Ventilator und lege die Glasscheibe darauf.
4. Setze ein Glas mit Flüssigkeit auf die Scheibe und gib das magnetische Rührstäbchen hinzu.
5. Setze die Batterien in den Batteriehalter, um den Lüfter zu starten.

ERKLÄRUNG



Ein Magnetrührer nutzt die anziehende Kraft von Magneten aus. Die auf dem Lüfter aufgeklebten Magnete üben eine Kraft auf das ebenfalls magnetische Rührstäbchen aus. Wird nun der Lüfter angeschaltet, so bewegt sich das Rührstäbchen mit. Durch seine Bewegung im Becherglas wird die Flüssigkeit durchmischt. Für die Arbeit im Labor sind diese Rührstäbchen so beschichtet, dass sie nicht mit Chemikalien reagieren. Das kannst du nachbauen, indem du entweder einen kleinen Stabmagneten oder eine Schraube mit dem Kunststoff eines Strohhalms ummantelst und an den Enden mit Leim verschließt.



DAS BRAUCHST DU:

- AUSGEBAUTER LÜFTER EINES COMPUTERS MIT ANSCHLUSSKABELN
- BATTERIEHALTER FÜR DREI 1,5 VOLT-BATTERIEN MIT ANSCHLUSSKABELN
- RAHMEN (MIND. SO HOCH WIE DER LÜFTER, Z.B. HOHER BILDERRAHMEN) UND GLASSCHEIBE ZUM AUFLEGEN AUF DEN RAHMEN (DU KANNST AUCH EINE ANDERE DÜNNE, NICHT-MAGNETISCHE PLATTE WÄHLEN)
- LEIM ODER BASTELKLEBER
- 2 KLEINE MAGNETE, Z.B. KLEINE NEODYMMAGNETE
- MAGNETISCHES RÜHRSTÄBCHEN (KLEINER STABMAGNET ODER METALLSCHRAUBE)
- GLAS MIT FLÜSSIGKEIT

SCHÜLERLABOR DELTAX

Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf
Bautzner Landstraße 400, 01328 Dresden
Tel.: +49 351 260 3496
E-Mail: deltax@hzdr.de
www.hzdr.de/deltax

MAGNETBAHN IN DER SPULE

Wer große Eisenbahnen mag, wird diese kleine lieben! Sie bewegt sich fast wie von Zauberhand durch einen aus Draht gewickelten Tunnel. Natürlich ist das kein Zaubertrick – sondern Elektromagnetismus!

SO GEHT'S:

1. Bastle zuerst deinen Tunnel: Wickle dazu mehrere Meter Kupferdraht um den Stab, sodass du eine lange Spule erhältst. Damit sich die Magnetbahn später nicht verhakt, müssen die Windungen sehr eng und gleichmäßig gewickelt sein!
2. Verbinde die Batterie so mit den Magneten, dass entweder beide Nordpole oder beide Südpole der Magnete die Batterie berühren (wie oben gezeigt). Um die richtige Orientierung zu erreichen, kannst du zuerst einen Magneten an die Batterie heften und mit dem anderen testen, ob sich die beiden Magnete abstoßen oder anziehen. Wenn sie sich abstoßen, zeigen gerade zwei gleichnamige Pole aufeinander. Ziehen sie sich an, hast du zwei gegensätzliche Pole zusammengebracht.
3. Schicke nun den fertigen Zug durch den Tunnel.



DAS BRAUCHST DU:

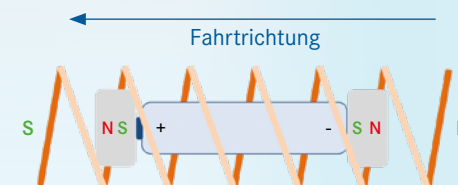
- 2 ETWA 15 X 8 MILLIMETER GROßE NEODYM-SCHEIBENMAGNETE
- AAA-BATTERIE
- ETWA 30–50 METER KUPFERDRAHT MIT 1,0 MILLIMETER DURCHMESSER (ACHTUNG: DER DRAHT DARF MIT SILBER ODER ZINN BESCHICHTET SEIN, SOLLTE ABER NICHT ISOLIERT SEIN!)
- STAB MIT MIND. 15 MILLIMETER DURCHMESSER



ERKLÄRUNG



Die Enden der Batterie sind über die Magnete mit dem Draht verbunden und dadurch fließt ein Strom. Durch den Stromfluss entsteht in der Spule ein Magnetfeld mit einem Nord- und einem Südpol. Welcher Pol sich auf welcher Seite ausbildet, hängt von der Wicklungsrichtung der Spule ab! In unserem Beispiel entsteht der Nordpol rechts, wo sich der Minuspol der Batterie befindet.



Die Neodymmagnete auf der Batterie besitzen natürlich selbst auch ein Magnetfeld, wobei jeweils derselbe Pol – in unserem Beispiel der Nordpol – nach außen zeigt.

In diesem Fall treffen auf der linken Seite der Nordpol des einen Neodymmagneten und der Südpol der Spule aufeinander und ziehen sich gegenseitig an. Auf der rechten Seite hingegen treffen der Nordpol des anderen Neodymmagneten und der Nordpol der Spule aufeinander und stoßen sich ab. Durch diese Anziehung und Abstoßung erfährt die Batterie eine Kraft nach links und saust wie eine Bahn durch den Tunnel!

ACHTUNG: Neodymmagnete sind sehr stark und können daher die Finger quetschen. Außerdem kann die Batterie durch den Stromfluss schnell warm werden.

SCHÜLERLABOR PHYSIK.BEGREIFEN

Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY

Notkestr. 85, 22607 Hamburg

Tel.: +49 40-89983314

E-Mail: physik.begreifen@desy.de

physik-begreifen-hamburg.desy.de

EIN KARTENTRICK

Wahrscheinlich ist dir schon einmal aufgefallen, dass neue Spielkarten nach dem Auspacken oft aneinander haften. Manchmal ist dieser Effekt sogar so stark, dass gleich mehrere Karten sich gemeinsam anheben lassen. Dies geschieht auf fast magische Weise. Hinter vielen Zauberktricks jedoch stecken einfache physikalische Phänomene, die, wenn man sie einmal verstanden hat, den Zauber verpuffen lassen.



DAS BRAUCHST DU:

- 5 NEUE, ODER NOCH SEHR GLATTE SPIELKARTEN
- RAUE UNTERLAGE WIE ETWA EINE TISCHDECKE ODER EIN GESCHIRRTUCH
- KLEBESTREIFEN ODER ALTERNATIV EINEN SAUGNAPF

SO GEHT'S:

1. Lege die fünf Spielkarten nebeneinander auf die raue Unterlage.
2. Benutze einen Klebestreifen, um dir einen Halter für die erste Karte zu basteln. Alternativ kannst du einen Saugnapf verwenden.
3. Nimm die erste Karte hoch und lege sie über die nächste Karte. Presse nun die Karten aneinander und hebe sie vorsichtig an.
4. Wiederhole diesen Vorgang, bis du alle Karten angehoben hast.

TIPP: Mit etwas Übung kannst du eine oder mehrere Karten auch ohne Klebestreifen oder Saugnapf anheben. Presse dazu deine leicht angefeuchtete Fingerkuppe stark auf die Oberfläche der Karte.

ERKLÄRUNG



Da die Unterlage rau ist, befindet sich immer etwas Luft unter den Karten.

Außerdem befindet sich Luft oberhalb der Karten, sodass von beiden Seiten der atmosphärische Luftdruck auf sie wirkt.

Wenn du die zwei Karten übereinander legst und auf sie drückst, liegen sie sehr dicht aneinander. Da ihre Oberfläche sehr glatt ist, befindet sich zwischen ihnen keine Luft mehr. Ober- und unterhalb der Karten herrscht aber nach wie vor der atmosphärische Luftdruck. Dieser drückt die beiden Karten aneinander und sorgt dafür, dass du beide anheben kannst.

Den Luftdruck kann man durch die Teilchen der Luft erklären. Die Luftteilchen fliegen frei umher, stoßen dabei gegen die Karten und prallen wieder ab. Dabei üben sie eine Kraft auf die Karten aus.



SCHÜLERLABOR PHYSIK.BEGREIFEN

Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY

Platanenallee 6, 15738 Zeuthen

Tel.: +49 33762-77121

E-Mail: physik-begreifen-zeuthen@desy.de

physik-begreifen-zeuthen.desy.de

ALGENWACHSTUM IN EINEM BIOREAKTOR

Bestimmt hast Du schon einmal beobachtet, wie sich ein Aquarium oder ein Teich in nur wenigen Wochen grün färbt. Dafür verantwortlich sind Algen, die im Wasser wachsen. In großen Industrieanlagen – sogenannten Bioreaktoren – wird mit diesen Algen Öl produziert. In unserem Experiment kannst du einen Bioreaktor bauen und Algen unter verschiedenen Bedingungen wachsen lassen.



Algen im Labor

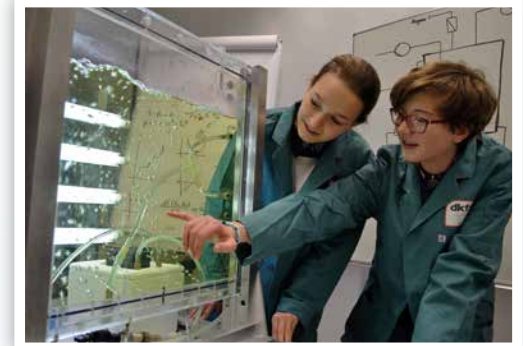
SO GEHT'S:

1. Entnimm aus einem Aquarium oder einem stehenden Gewässer eine Wasserprobe, die auch Algen enthält. Das erkennst du an der leichten Trübung des Wassers.
2. Verteile die Probe gleichmäßig auf die Flaschen und fülle sie danach mit Leitungswasser auf.
3. Gib zu jeder deiner Kulturen etwa drei Milliliter oder etwa einen halben Teelöffel Flüssigdünger hinzu.
4. Verschließe die Flaschen mit je einem Stopfen aus Watte.
5. Platziere die Flaschen an Orten mit verschiedenen Bedingungen, etwa auf der Fensterbank mit viel Sonneneinstrahlung oder in einem dunklen Raum. Beobachte in den nächsten Wochen, wie gut die Algen wachsen.

ERKLÄRUNG



Je dunkler und kräftiger die Flüssigkeit in deiner Flasche am Ende deines Versuches geworden ist, desto besser ist die Algenkultur gewachsen.



Selbstkonstruierter Photobioreaktor

Die Algen in deinen Flaschen benötigen zum Wachstum Licht, Wasser, Kohlenstoffdioxid (CO_2) und Nährstoffe. Das CO_2 wird aus der Umgebungsluft entnommen, deshalb solltest du die Flaschen nur mit einem Wattestopfen verschließen und nicht mit dem normalen Deckel komplett abdichten. Die Nährstoffe sind im Dünger enthalten, den du zu deinen Kulturen hinzugegeben hast.

In der Landwirtschaft wird manchmal zu viel Dünger eingesetzt, der dann ins Grundwasser und von dort auch in Badeseen gelangt. Das kann dazu führen, dass dort zu viele Algen wachsen und der See gesperrt werden muss.

In großen Fabriken hingegen wird in Bioreaktoren zusätzlich Dünger und Luft, die CO_2 enthält, zugegeben, damit die Algen besser wachsen und letztlich mehr Öl produziert wird. Dieses Öl kann anschließend in Ethanol oder einen Biokraftstoff umgesetzt werden, dessen Eigenschaften mit Dieselmotorkraftstoff vergleichbar sind. Beim Bau der Bioreaktoren wird darauf geachtet, dass die Organismen mit möglichst viel Licht versorgt werden. Sie werden auch als Photobioreaktoren bezeichnet.

HEIDELBERGER LIFE-SCIENCE LAB

Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ)

Im Neuenheimer Feld 581, 69120 Heidelberg
Tel.: +49 6221-421400

E-Mail: life-science-lab@dkfz-heidelberg.de
www.life-science-lab.org

DAS BRAUCHST DU:

- 2–4 FLASCHEN
- GEWÄSSERPROBE MIT ALGEN
- WATTE
- FLÜSSIGDÜNGER
- PIPETTE ODER TEELÖFFEL

DIE SUCHE NACH EINER ZWEITEN ERDE

Die Suche nach Planeten in anderen Sonnensystemen ist schwierig. Sie leuchten nicht wie die Sterne, die sie umkreisen – daher lassen sie sich nicht direkt beobachten. Es gibt aber zwei Wege, um sie indirekt aufzuspüren: Bei der Transitmethode wird die geringe Verdunklung des Sterns gemessen, wenn der Planet vor ihm vorbei fliegt. Bei der Radialgeschwindigkeitsmethode verrät sich ein Planet indirekt, indem er mit seiner Anziehungskraft den Stern leicht zum „Tumeln“ bringt – wie in diesem Experiment.

SO GEHT'S:

1. Male die größte Kugel so an, wie du dir einen Stern (wie z.B. unsere Sonne) vorstellst, und die kleineren wie Planeten.
2. Schneide das Nähgarn in drei Stücke von etwa 10, 15 und 25 Zentimetern Länge. Die beiden kürzeren Fäden knotest du jeweils mit einem Ende um eine kleine Schraube.
3. Drehe die Schraube mit dem kürzesten Faden mithilfe eines Schraubendrehers in den Stern und die andere in einen der Planeten. Knoten die anderen Enden der beiden Fäden locker um den Spieß, sodass sie verschiebbar bleiben und der „Äquator“ beider Kugeln etwa auf gleicher Höhe ist.
4. Knoten den langen Faden locker zwischen den beiden anderen Fäden um den Spieß. Mit dem anderen Ende befestigst du das Modell an eine Stelle, an der sich alles frei bewegen kann – zum Beispiel an einer Tischkante.
5. Verschiebe die Knoten am Spieß so, dass der Spieß horizontal hängt. Der Knoten, an dem das ganze Modell hängt, markiert den gemeinsamen Schwerpunkt der beiden Himmelskörper.



6. Versetze den Spieß vorsichtig in eine Drehbewegung, sodass sich Stern und Planet um diese Achse drehen, und wiederhole dies mit verschiedenen Kugelpositionen (mal näher oder weiter vom Stern weg) und unterschiedlich großen beziehungsweise schweren Planeten.
7. Beobachte, wie sich der gemeinsame Schwerpunkt und die „Wackel-Bewegung“ des Sterns verändern.

ERKLÄRUNG



Die **Radialgeschwindigkeitsmethode** nutzt zwei Effekte: Erstens umkreisen beide Himmelskörper den gemeinsamen Schwerpunkt, weshalb der Stern ein wenig „taumelt“ oder „wackelt“. Dieses „Wackeln“ lässt sich zwar nicht direkt beobachten. Aber hier hilft der zweite Effekt: Bewegt sich der Stern beim „Wackeln“ auf uns zu, wird die Wellenlänge seines Lichts „gestaucht“ – vereinfacht kann man sagen, dass es etwas „bläulicher“ erscheint. Bewegt sich der Stern von uns weg, wird das Licht gedehnt und erscheint „rötlicher“. Diese Blau- bzw. Rotverschiebung lässt sich sehr genau messen.

Wenn die Eigenschaften des Sterns bekannt sind, ergeben sich aus der **Radialgeschwindigkeitsmethode** Rückschlüsse auf die Masse und aus der **Transitmethode** auf die Größe des Planeten. Beide Methoden liefern die Umlaufdauer des Planeten um seinen Stern und damit deren Abstand zueinander. Auf diese Weise wurden schon Tausende Planeten in anderen Sonnensystemen entdeckt und bestimmt.

DLR_SCHOOL_LAB BERLIN

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)

Rutherfordstraße 2, 12489 Berlin
Tel.: +49 30-67055229

E-Mail: schoollab-berlin@dlr.de
www.dlr.de/schoollab/berlin

DAS BRAUCHST DU:

- HOLZSPIß
- MEHRERE UNTERSCHIEDLICH SCHWERE UND GROßE STYROPORKUGELN
- RUND 0,5 METER NÄHGARN
- 2 SCHRAUBEN, SCHRAUBENDREHER
- VERSCHIEDENE FILZSTIFTE

EIN FALL VON MASSE?



Dir ist sicherlich schon einmal etwas heruntergefallen. Das ist manchmal ärgerlich, kann aber für ein kleines, spannendes Experiment genutzt werden. Denn es stellt sich die Frage: Fallen Körper mit unterschiedlichen Massen gleich schnell? Oder anders formuliert: Wovon ist der freie Fall abhängig?

SO GEHT'S:

1. Befülle eine Kugelhälfte mit Steinchen, Sand etc. und klebe sie mit der anderen Kugelhälfte mit Klebeband an der Naht zu.
2. Nimm das Blatt Papier und packe es gefaltet oder zusammengeknüllt in die andere Kugel und klebe diese zu.
3. Wiege jeweils die gefüllten Kugeln mit der Küchenwaage und notiere ihre Massen.
4. Lass nun die Kugeln gleichzeitig auf das Kissen fallen und beobachte den Fall und den Aufprall der beiden Kugeln. Wiederhole das Experiment mehrfach.



TIPP:

Filme das Auftreffen auf das Kissen von der Seite mit dem Handy – am besten mit der Slow-Motion-Funktion.

ERKLÄRUNG



DAS BRAUCHST DU:

- 2 ACRYL- BZW. PLASTIKKUGELN MIT 2 TRENNBAREN HÄLFTEN
- BLATT PAPIER, KLEBE BAND
- STEINCHEN, SAND ODER ANDERER BALLAST
- KISSEN, KÜCHENWAAGE



Im Alltag beobachten wir, dass einige Körper (wie z.B. ein Hammer oder Steinchen) schneller fallen als andere Gegenstände (wie z.B. eine Feder oder ein Blatt Papier). Ausschlaggebend für die unterschiedlichen Fallzeiten ist aber nicht die Masse, sondern die Form des Gegenstandes. In unserem Experiment haben beide Kugeln dieselbe Form, daher besitzen sie auch den gleichen Luftwiderstand, der sie beim Fallen abbremst. Darum treffen beide Kugeln auch zeitgleich auf dem Kissen auf, obwohl ihre Massen unterschiedlich sind.

Welche große Rolle der Luftwiderstand spielt, kannst du ganz einfach herausfinden, wenn du ein Blatt Papier fallen lässt – und zwar erst ganz normal, ohne es zu zerknüllen und dann zerknüllt. Es hat beide Male dieselbe Masse, fällt aber unterschiedlich schnell. Und was passiert, wenn man zwei Objekte mit verschiedener Masse an einem Ort fallen lässt, wo es keine Luft und daher keinen Luftwiderstand gibt? Sieh dir dazu das Video eines Apollo-Astronauten an, der auf dem Mond einen Hammer und eine Feder fallen lässt. Du findest es unter den Suchwörtern „Dave Scott Hammer“ im Internet.

Der „freie Fall“ ist übrigens ein Begriff aus der Physik. Die Fallbewegung eines Körpers, die nicht durch den Luftwiderstand beeinflusst wird, nennt man „freier Fall“. Das bedeutet, dass alle Körper unabhängig von ihrer Masse und Form im Vakuum gleich schnell fallen.

DLR_SCHOOL_LAB BRAUNSCHWEIG

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)

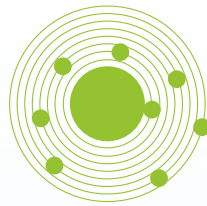
Lilienthalplatz 7, 38108 Braunschweig

Tel.: +49 531-2952191

E-Mail: schoollab-bs@dlr.de

www.dlr.de/schoollab/braunschweig

CHAOS IM SONNENSYSTEM



Planeten scheinen sich präzise um die Sonne zu drehen. Manche kleinere Objekte wie Asteroiden rasen allerdings kreuz und quer durch das Sonnensystem. Wenn sie die Flugbahn der Erde kreuzen, versuchen Forscherinnen und Forscher zu berechnen, ob sie auch die Erde treffen könnten. Warum das gar nicht so einfach ist, lässt sich mit einem einfachen Modell des Sonnensystems mit Sonne, Asteroid und Jupiter zeigen.

SO GEHT'S:

1. Befestige das Metallgewicht an einem Ende der Schnur und das andere Ende beispielsweise an einem Haken an der Decke. Achte darauf, dass es frei hängt und fast bis zum Boden reicht. Das Metallgewicht soll knapp über dem Boden hängen, darf ihn aber nicht berühren.
2. Lege die Pappe unter das herunterhängende Metallgewicht und klebe die Sonne mittig darunter auf die Pappe.
3. Klebe den Magneten mit soviel Abstand zur Sonne auf die Pappe, dass das Metallgewicht noch angezogen wird, und klebe den Jupiter auf den Magneten (siehe Bild).
4. Das Metallgewicht ist in dem Modell der Asteroid, der durch das Sonnensystem fliegt. Lass ihn um die Sonne kreisen, indem du ihm etwas Schwung gibst. Gib ihm mehr Schwung, sodass er an Jupiter (also dem Magneten) vorbei fliegt und sich die Flugbahn des Asteroiden verändert.



TIPP:
Vorsicht!
Starke Magnete
können gefährlich sein.
Bitte besprich dich
mit einem
Erwachsenen.

ERKLÄRUNG



Die meisten Asteroiden kreisen – ähnlich wie die Planeten – um die Sonne. In unserem Modell bilden Schnur und Gewicht ein sogenanntes Pendel, das um die Mitte (Sonne) kreist, wenn man es entsprechend anstößt. So wie wir durch Gravitation von der Erde angezogen werden, werden Asteroiden vom Jupiter angezogen, wenn sie ihm zu nahe kommen. In dem Modell wird die Gravitationskraft des Jupiters durch die magnetische Anziehungskraft des Magneten dargestellt. Auch wenn Gravitationskraft und Magnetkraft etwas ganz anderes sind, führt es zum gleichen Verhalten: Es entsteht eine chaotische Bewegung! Der Asteroid fliegt plötzlich nicht mehr gleichmäßig auf einer Kreisbahn, sondern kreuz und quer, mal schneller, mal langsamer.

Das Besondere bei chaotischer Bewegung ist, dass sich die künftige Bahn des Asteroiden schwer vorhersagen lässt. Wenn du das Gewicht auch nur etwas anders startest, kommt nach kurzer Zeit eine völlig andere Flugbahn dabei raus. Da die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler den Ort und die Geschwindigkeit eines Asteroiden immer nur ungefähr kennen, werden die Vorhersagen schlechter, je länger man den Flug vorhersagen möchte.



DAS BRAUCHST DU:

- SCHNUR, MAGNETEN
- METALLGEWICHT AUS EISEN
- AUSGEDRUCKTE ODER SELBSTGEMALTE BILDER VON JUPITER UND SONNE
- SCHERE UND STIFTE
- PAPIER UND PAPPE
- KLEBEBAND ODER KLEBER

DLR_SCHOOL_LAB BREMEN

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)

Robert-Hooke-Str. 7, 28359 Bremen
Tel.: +49 421-244201131

E-Mail: schoollab-bremen@dlr.de
www.dlr.de/schoollab/bremen

WIE STARK IST DIE LUFT?

Auf der Erde sind wir immer von Luft umgeben. Für uns ist sie lebensnotwendig, denn ohne sie würden wir ersticken. Im Alltag nehmen wir Luft selten bewusst wahr. Trotzdem übt sie Druck aus, die Holz zum Bersten bringen kann, wie du in diesem Versuch sehen wirst.

DAS BRAUCHST DU:

- MEHRERE DÜNNE HOLZLEISTEN (CA. 50–80 ZENTIMETER LANG)
- ZEITUNGEN
- TISCH, SCHUTZBRILLE
- HAMMER



SO GEHT'S:

1. Lege die Holzleiste so auf einen Tisch, dass sie zur Hälfte über die Tischkante hinausragt.
2. Schlage nun kräftig von der Seite mit einem Hammer nahe an der Tischkante auf den über den Tisch hinausragenden Teil der Holzleiste. Bei diesem Versuchsteil musst du deine Augen mit einer Schutzbrille schützen! Notiere, was passiert.
3. Lege die Holzleiste erneut, wie zuvor beschrieben, auf den Tisch, aber mit drei bis vier Zeitungsblättern darüber. Achte darauf, dass diese möglichst dicht auf der Holzleiste liegen.
4. Schlage ruckartig auf etwa die gleiche Stelle der Holzleiste wie zuvor. Was beobachtest du nun?
5. Lege nun eine weitere Holzleiste wie in Schritt 3 bereit und schlage dieses Mal langsam auf das Holzstück.



Die Holzleiste wird auf den Tisch gelegt und dann wird kräftig auf das überstehende Ende geschlagen. Was passiert?



Nun werden mehrere Blätter Zeitungspapier über die Holzleiste gelegt. Nun wird wieder ruckartig auf die Leiste geschlagen.

ERKLÄRUNG

Im ersten Versuch fliegt die Leiste durch die Luft. Im zweiten Versuch mit der Zeitung zerbricht die Holzleiste beim schnellen Schlagen, aber nicht bei der langsameren Bewegung.

Dies hat mit dem Druck zu tun, den die Luft auf die Zeitung, sowie den Tisch und auch auf uns ausübt! Diesen Druck nennt man Luftdruck. Die über der Holzleiste liegende Zeitung hat eine große Fläche, auf welche die Luft drücken kann. Wenn man langsam auf die Leiste schlägt, hat die Luft genug Zeit, um unter die Zeitung zu strömen und dort einen Gegendruck aufzubauen. Somit kann sich die Zeitung vom Tisch lösen und die Holzleiste zerbricht nicht.

Schlägt man ruckartig auf die Leiste, kann die Luft nicht schnell genug unter die Zeitung strömen. Der Luftdruck von oben presst die Zeitung und die Leiste weiter auf den Tisch, und das Holz zerbricht durch den Schlag.

DLR_SCHOOL_LAB TU DORTMUND

Emil-Figge-Str. 66, 44227 Dortmund
Tel.: +49 231-7556356

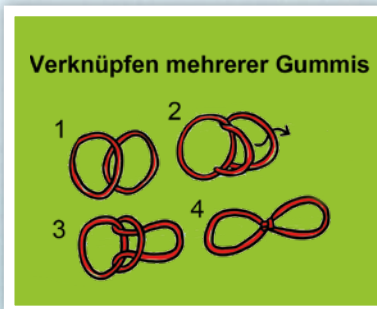
E-Mail: dlr-schoollab@tu-dortmund.de
www.tu-dortmund.de/schoollab
www.dlr.de/schoollab/tu-dortmund

DER MAGNUS-FLIEGER

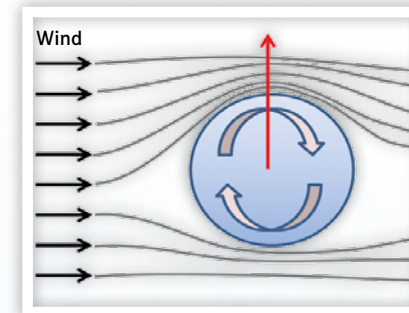
Hast du schon mal von der Bananenflanke gehört? Vielleicht hast du sogar schon mal selbst beim Fußballspielen eine Bananenflanke geschossen? Man spricht davon, wenn der Ball in einem engen Bogen fliegt. Den Vorgang dahinter nennt man Magnus-Effekt und er spielt auch in der Luftfahrt eine Rolle. In diesem Experiment kannst du einen Flieger mithilfe des Magnus-Effekts bauen.

SO GEHT'S:

1. Stelle einen der Becher mit der Öffnung nach oben auf die Pappe und zeichne den Boden des Bechers mit einem Stift nach.
2. Füge nun außen am Kreis einen „Zahn“ hinzu, der einer Haifischflosse ähnelt und schneide das Objekt aus der Pappe aus.
3. Klebe auf die eine und die andere Seite jeweils einen Becher mit dem Boden auf und male den Magnus-Flieger an, wenn du möchtest.
4. Lege nun das Gummiband um den Zahn und wickle es um die Mitte herum auf. Wenn dein Gummiband nicht lang genug ist, kannst du mehrere miteinander verknüpfen. Du kannst den Flieger jetzt wie eine Steinschleuder fliegen lassen. Beobachte beim Abschießen, dass sich der Flieger entgegen seiner Flugrichtung dreht.



Höhere Windgeschwindigkeit, geringerer Druck



Langsamere Windgeschwindigkeit, höherer Druck

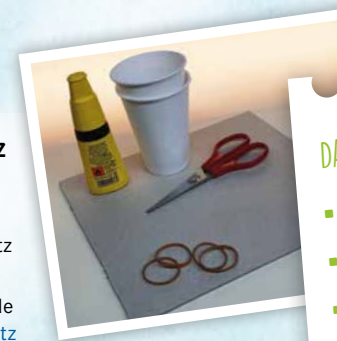
ERKLÄRUNG

Der Flieger bewegt sich nicht nur nach vorne, sondern er dreht sich dabei auch noch. Durch diese Rotation versetzt er die Luft um sich herum in Bewegung – und zwar so, dass die Luftmassen über ihm beschleunigt, unter ihm verlangsamt werden. Das führt in der Luft oben zu einem Unterdruck, unten jedoch steigt der Luftdruck. Durch diesen Druckunterschied wird der Flieger abgelenkt und bewegt sich in Richtung des Unterdruckes. Und wenn du ihn etwas schräg startest, ist dadurch eine zur Seite leicht gewölbte (bananenförmige) Flugbahn zu beobachten.

Veranschaulichen kannst du dir die Wirkung des Luftdruckes, indem du ein loses Blatt Papier mit beiden Händen vor den Mund hältst und waagerecht darüber hinweg bläst. Über dem Blatt beschleunigst du dadurch die Luft: Auch da entsteht so ein Unterdruck und die lose Blattseite bewegt sich aufwärts.

Ähnlich wie hier am Magnus-Flieger wird das Prinzip des Auftriebs durch Druckunterschied zwischen Ober- und Unterseite eines Körpers auch an den Tragflächen eines Flugzeuges ausgenutzt. Dabei sorgt – jedoch anders als beim Magnus-Effekt – die gewölbte Form der Tragflächen für die unterschiedlichen Geschwindigkeiten der Luft beim Vorbeiströmen.

DLR_SCHOOL_LAB NEUSTRELITZ
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)
Kalkhorstweg 53, 17235 Neustrelitz
Tel.: +49 3981-480220
E-Mail: schoollab-neustrelitz@dlr.de
www.dlr.de/dlrschoollab/neustrelitz



DAS BRAUCHST DU:

- 2 BECHER AUS STABILER PAPPE
- PAPPE, SCHERE, KLEBE, STIFT
- STARKES GUMMIBAND
- TUSCHE ODER FILZSTIFTE

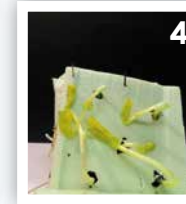
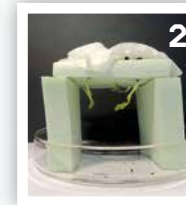
WIE ORIENTIEREN SICH PFLANZEN?

Pflanzen brauchen Licht. Aber unter der Erde, wo die Samen keimen, ist es dunkel. Orientieren sich Pflanzen mehr an der Schwerkraft oder an dem Licht? Versuche das in diesem Experiment herauszufinden.

SO GEHT'S:

1. Drücke die Samen in die Erde und feuchte sie an.
2. Stelle einen Pappkarton darüber und verdunkle so die Schale.
3. Warte etwa zwei Tage bis die Pflanzen gekeimt sind.
4. Bohre nun mehrere Löcher in einen Styroporblock und stecke einige der Keimlinge hindurch. Lege den Block so auf zwei andere Blöcke, dass die Keimlinge „kopfüber“ nach **unten** wachsen und die Wurzeln oben sind. Lege auf die Wurzeln ein feuchtes Papiertaschentuch und stelle alles wieder unter den Karton.
5. Schau am nächsten Tag nach. Unsere Erbsenkeimlinge haben sich gebogen und wachsen wieder nach oben. Und auch die Wurzeln haben ihre Wuchsrichtung geändert und biegen sich jetzt nach unten.
6. Drehe den Block um 90 Grad auf die Seite. Schon am nächsten Tag haben sich die Pflanzen im Dunkeln weiter gebogen und sind wieder nach oben gewachsen. Du kannst den Block mehrmals drehen und die Pflanzen in „Kurven“ wachsen lassen (siehe Bild 5).

TIPP:
Die Keimlinge sollten nie austrocknen, also halte sie immer gut feucht.



ERKLÄRUNG

Pflanzen können die Schwerkraft wahrnehmen. In besonderen Zellen in der Wurzel und der Spitze des Sprosses sind sogenannte Stärkekörper, die durch die Schwerkraft auf empfindliche Membranen herabsinken. Dadurch ändert sich die Richtung, in die die Pflanze wächst. Das dauert etwas und lässt sich auch nicht rückgängig machen. So kommt das Wachstum in „Kurven“ zustande.

Wiederhole das Experiment, aber schneide diesmal **unten an einer Seite** des Kartons ein Fenster, durch das Licht hereinkommt. Was ändert sich? Was würde passieren, wenn unsere Pflanzen auf der Internationalen Raumstation in Schwerelosigkeit wachsen?

DLR_SCHOOL_LAB KÖLN

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)

Linder Höhe, 51147 Köln
Tel.: +49 2203-6013093

E-Mail: schoollab-koeln@dlr.de
www.dlr.de/dlrschoollab/koeln

DAS BRAUCHST DU:

- PFLANZENSAMEN ZUM AUSSÄEN, Z.B. ERBSEN, BOHNEN
- SCHALE MIT BLUMENERDE
- PAPIERTASCHENTÜCHER
- 3 STYROPORBLÖCKE
- PAPP- ODER SCHUHKARTON

EINEN FLUMMI SELBER BAUEN

Hast du schon einmal mit einem Flummi gespielt? Normalerweise bestehen Flummis aus Hartgummi. Doch du kannst sie auch selbst herstellen und so gestalten, wie es dir gefällt. Dazu kannst du nachwachsende Rohstoffe benutzen, die du zu Hause hast.

SO GEHT'S:

1. Mische in einem Schälchen die Stärke mit Wasser, Öl und, wenn du möchtest, drei bis vier Tropfen der gewünschten Lebensmittelfarbe.
2. Nimm die Mischung in die Hand und forme eine Kugel daraus. Füge noch etwas Wasser oder Stärke hinzu, falls die Mischung zu bröselig oder zu klebrig ist.
3. Verpacke die Kugel in die Plastiktüte und erhitze sie in der Mikrowelle, bis die Tüte sich stark aufgebläht hat. Das passiert nach etwa 20 Sekunden. Danach kannst du die Kugel vorsichtig herausnehmen. Sie sollte sich gummiartig anfühlen. **ACHTUNG: Die Tüte ist heiß, beim Öffnen und Herausnehmen der Kugel vorsichtig sein!**
4. Zum Schluss muss die Kugel nur noch für ein paar Stunden aushärten, bevor du sie als Flummi benutzen kannst. Der fertige Flummi hält etwa ein bis zwei Tage, dann wird er hart.
5. Wenn du möchtest, kannst du die ausgehärtete Kugel in einen Luftballon einpacken. Dadurch springt er besser. Schneide den Luftballon dazu quer in Streifen und ziehe diese Streifen über den Flummi.

DAS BRAUCHST DU:

- 3 GEHÄUFTE TEELÖFFEL STÄRKE
- 1 TEELÖFFEL ÖL
- 2 TEELÖFFEL WASSER
- SCHÜSSEL, HANDSCHUHE, SCHNEEBESEN, KOCHLÖFFEL, MIKROWELLE
- PLASTIKTÜTE MIT DRUCK- ODER ZIPVERSCHLUSS
- LEBENSMITTELFARBE, LUFTBALLON

ERKLÄRUNG

Das Erhitzen in der Mikrowelle zerstört die Schichtstruktur der Stärkekörner. Dadurch kann die Stärke wie ein trockener Schwamm sehr viel Wasser aufnehmen und einlagern. Euer Flummi wird dadurch elastisch. Diesen Effekt nennt man „Stärkeverkleisterung“. Er spielt auch beim Backen eine wichtige Rolle.

Der Aufprall eines Flummis auf den Boden ist ein gutes Beispiel für einen elastischen Stoß: Beim Aufprall verformt sich der Flummi. Dabei wird die gesamte Bewegungsenergie für eben diese Verformung aufgewendet und so gespeichert. Ist dieser Vorgang abgeschlossen, gleicht der Flummi einer gespannten Feder: Springt er wieder nach oben, verwandelt sich die so gespeicherte Energie zurück in Bewegungsenergie.



DLR_SCHOOL_LAB TU DRESDEN
 Technische Sammlungen Dresden
 Junghansstr. 1-3, 01277 Dresden
 Tel.: +49 351-4887262
 E-Mail: dlr.school.lab@tu-dresden.de
www.dlr.de/schoollab/tu-dresden

DIE WELLE IN DER FLASCHE



Der Anblick von Wellen an der Meeresoberfläche ist dir sicher vertraut, aber wusstest du, dass es auch tief unten im Ozean Wellen gibt, von denen man oben oft gar nichts merkt? Diese Wellen können sehr groß werden und sogar brechen, sodass sie das Wasser im Inneren des Ozeans durcheinanderwirbeln. Was sie möglich macht und welche Eigenschaften sie haben, wollen wir in diesem Experiment ausprobieren.

SO GEHT'S:

1. Fülle die Flasche mit Leitungswasser, verschließe sie fest mit dem Schraubdeckel und prüfe über dem Waschbecken, ob der Verschluss dicht ist.
2. Gib in einen Messbecher etwas mehr als einen halben Liter Wasser und so viel Lebensmittelfarbe, bis das Wasser kräftig gefärbt ist.
3. Gieße nun über der Spüle zuerst das gefärbte Wasser durch den Trichter in die Flasche und fülle dann langsam und vorsichtig bis zum obersten Rand mit dem Speiseöl auf. Es sollten keine Luftblasen bleiben.
4. Verschließe die Flasche wieder fest und prüfe noch einmal, ob nichts heraustropft.
5. Lege nun die Flasche waagrecht und warte, bis die Flüssigkeiten sich nicht mehr bewegen.
6. Hebe die Flasche an einem Ende ein Stück an und lege sie wieder zurück in die Waagrechte. Was beobachtest du?

TIPP: Man kann das Experiment weiter als Spielzeug aufbewahren, oder das Öl vorsichtig in eine kleine Flasche abgießen und diese im Hausmüll entsorgen. Kippe das Öl bitte nicht in den Ausguss!

ERKLÄRUNG



Das Öl schichtet sich über das Wasser. Das liegt daran, dass eine bestimmte Menge Öl – wie beispielsweise ein halber Liter – leichter als die gleiche Menge Wasser ist. Physiker sagen dann, das Öl hat eine geringere **Dichte**. Durch das Anheben der Flasche wird Wasser im Öl nach oben bewegt und fällt unter der Einwirkung der Schwerkraft wieder zurück. Dabei schießt es zuerst etwas über seine Ruhelage hinaus, bevor es in die andere Richtung zurückgedrängt wird und sich der Vorgang abgeschwächt wiederholt: Eine Welle entsteht. Da sie sich im Inneren unseres Wasser-Öl-Ozeans ausbreitet, wird sie „interne Welle“ genannt. Die Bewegungsgeschwindigkeit und die Höhe von internen Wellen hängen von der unterschiedlichen Dichte der beteiligten Flüssigkeiten ab: je kleiner der Unterschied, desto langsamer und höher die Welle.

Im echten Ozean liegen oft Schichten von Wasser übereinander, deren Dichteunterschied beispielsweise durch verschiedene Salzgehalte viel kleiner als der zwischen Wasser und Öl ist. Deshalb bewegen sich interne Wellen im Ozean langsamer als die in unserer Flasche und sie werden höher als an der Meeresoberfläche.



Gefärbtes Wasser einfüllen



Öl zugeben



Der „Ozean“ in der Flasche

SCHULPROGRAMME DES GEOMAR

GEOMAR

Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel

Wischhofstr. 1–3, 24148 Kiel

Tel.: +49 431-6004006

E-Mail: schulprogramme@geomar.de

www.geomar.de/schule



DAS BRAUCHST DU:

- 1-LITER-FLASCHE MIT VERSCHLUSS (ZUR SICHERHEIT AUS PLASTIK)
- ETWA 0,5 LITER SPEISEÖL
- LEITUNGSWASSER
- LEBENSMITTELFARBE
- TRICHTER, MESSBECHER

WIE VERÄNDERTE DIE EISZEIT DIE LANDSCHAFT?

Wenn du das Schülerlabor des Helmholtz-Zentrums in Potsdam besuchen möchtest, musst du einen kleinen Berg hochlaufen. Wieso gibt es eigentlich Berge in Brandenburg, obwohl es doch zum Norddeutschen Tiefland gehört? In diesem Experiment kannst du lernen, wie Gletscher während einer Eiszeit eine Landschaft komplett verändern können.

SO GEHT'S:

1. Lege die Kieselsteine in die Plastikbox.
2. Gieße Wasser in die Box, bis alle Steine mit etwa zwei Zentimetern Wasser bedeckt sind, und stelle sie für mindestens drei Stunden in ein Eisfach.
3. Fülle die große, flache Schale mit kinetischem Sand und stelle diese quer in die zweite Schale, sodass eine Rampe entsteht.
4. Löse nun den Eisblock, der dein Gletschermodell ist, aus der Plastikbox.
5. Warte rund zwei bis vier Minuten, bis du die eingefrorenen Steine des Gletschers von der Unterseite fühlen kannst.
6. Setze nun dein Gletschermodell im oberen, erhöhten Bereich der Schale auf den Sand auf und schiebe es mit leichtem Druck über die Sandoberfläche nach unten. Stoppe einige Zentimeter vor der unteren Begrenzung deiner Schale.
7. Beobachte, wie der Gletscher abtaut und baue dann mit den Fingern eine Abflussrinne für das Schmelzwasser des Gletschers, sodass das Wasser nach unten abfließen kann.



DAS BRAUCHST DU:

- 2 FLACHE, GROßE SCHALEN
- KINETISCHEN SAND ODER ANGEFEUCHTETEN SPIELSAND
- GLAS MIT WASSER
- ETWA 5 KLEINE KIESELSTEINE (5–10 MILLIMETER)
- PLASTIKBOX (ETWA 8 X 8 ZENTIMETER GROß)

ERKLÄRUNG



Die Landschaft in Norddeutschland wurde durch Eiszeiten stark verändert. Große Eismassen wie Gletscher schoben sich von Norden kommend über die Erdoberfläche. Die Gletscher drückten die Landschaft durch ihr Gewicht zusammen und schoben Gesteine und Sand vor sich her. Zudem wurden im Gletscher Gesteine mittransportiert. Als das Klima sich erwärmte, tauten die Gletscher ab und es bildeten sich viele Seen. Die Gesteine und auch große Gesteinsblöcke wie Findlinge sowie der Sand blieben liegen. Diese Materialien bildeten die Hügel und Flachbereiche, die du heute in Norddeutschland sehen kannst. Man nennt sie Moränen. Je nach Entstehungsort während des Eistransportes unterscheidet man zwischen Grundmoräne (unter dem ehemaligen Gletscher), Seitenmoräne (an den Seiten des Gletschers) und der Endmoräne (vor dem Eisrand). Das Schmelzwasser des Gletschers durchbrach an manchen Stellen die Endmoräne (glaziale Rinne) und floss bis zum nächsttieferen Bereich, dem Urstromtal. Im Schmelzwasser war Sand enthalten, der vor der Endmoräne als große Sandfläche (Sander) abgelagert wurde.

Die typische Abfolge der Landschaftsformen: Grundmoräne, Endmoräne, Sander und Urstromtal, die durch einen Gletschervorstoß entstehen, nennt man „glaziale Serie“.

GFZ-SCHÜLERLABOR

Helmholtz-Zentrum Potsdam –
Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ

Telegrafenberg, 14473 Potsdam
Tel.: +49 331-2881045

E-Mail: schuelerlabor@gfz-potsdam.de
www.gfz-potsdam.de/schule



TIPP:

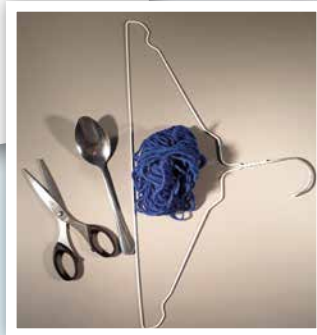
Du kannst Föhnchen basteln und beschriften, um die Landschaftsformen der glazialen Serie im Sand zu kennzeichnen.

DIE GLOCKE IM KOPF

Egal, ob laut oder leise, ein Schreien oder Flüstern, ein Lied oder ein Summen: Unsere Ohren nehmen alle Geräusche war. Aber was passiert da eigentlich genau? Was sind Töne, Geräusche und Klänge? Und warum haben wir eine Schnecke und einen Hammer im Ohr? In diesem Experiment geht es darum, wie unser Ohr aufgebaut ist.

DAS BRAUCHST DU:

- METALLKLEIDERBÜGEL ODER METALLLÖFFEL
- SCHERE
- EINIGE WOLLFÄDEN
- TISCH ODER STUHL



SO GEHT'S:

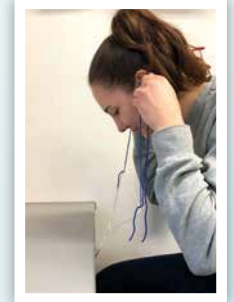
1. Befestige an einem Metallkleiderbügel oder einem Metalllöffel rechts und links je eine Wollschnur.
2. Wickle die Schnurenden um deine Zeigefinger.
3. Lass den Metallkleiderbügel beziehungsweise den Metalllöffel herunterhängen und gegen eine Tischkante oder einen Stuhl pendeln. Merke dir, was du gehört hast.
4. Wiederhole den Versuch, aber stecke dir beim Versuch die ganze Zeit die Finger in die Ohren. Hörst du nun etwas anderes?



Hier siehst du, wie du die Wollfäden um den Finger wickelst.



Mit den Fingern in den Ohren schwingst du den Bügel gegen die Tischkante.



ERKLÄRUNG



Alles, was wir hören, sind Schallwellen, die sich in einem Raum ausbreiten. Die Geräusche fangen wir mit unserer Ohrmuschel auf. Sie werden durch den Gehörgang geleitet und treffen dort auf das Trommelfell, das anfängt zu schwingen. Diese Schwingungen werden zum Innenohr weitergeleitet und über die kleinsten Knochen im Körper, Hammer, Amboss und Steigbügel auf die Ohrschnecke übertragen. Ab hier werden die mechanischen Signale in elektrische umgewandelt und über den Hirnnerv zum Gehirn weitergeleitet.

Der eher langweilige Ton beim Gegenschlagen gegen den Tisch aus dem ersten Versuch verwandelt sich in einen Glockenton, wenn man die Finger in die Ohren steckt. Im zweiten Versuch werden die Schwingungen des Bügels über die Schnüre direkt in den Gehörgang geleitet. Da auch Knochen den Schall leiten, wirkt die Form der Schädelknochen anschließend wie ein Klangkörper, sodass das Geräusch wie eine Kirchenglocke klingt. Die Nasennebenhöhlen verstärken den Schall noch.



Hier siehst du das Ohr als großes Modell.

GLÄSERNES LABOR

Campus Berlin Buch GmbH

Robert-Rössle-Str. 10, 13125 Berlin
Tel.: +49 30-94892928

E-Mail: info@glaesernes-labor.de
www.glaesernes-labor.de

SEIFENBLASE MIT LOCH



Bestimmt hast du schon einmal Seifenblasen gemacht und zugeschaut, wie sie rund und bunt davonschweben, bis sie zerplatzen. Wir zeigen dir einen Trick, mit dem du andere verblüffen kannst: Seifenblasen, die aussehen, als hätte jemand ein Stück abgeschnitten.

SO GEHT'S:

1. Gib einen Esslöffel Spülmittel in 80 Milliliter Wasser und mische beides gut. (Wir haben „Fit“ verwendet, bei anderen Spülmitteln kannst du durch Ausprobieren die richtige Mischung finden.)
2. Feuchte das Glas von innen an.
3. Gieße etwas Seifenlösung in den Deckel, und puste mit dem Strohhalm eine Seifenblase von etwa drei bis vier Zentimeter Durchmesser daraus.
4. Nun stülpe sofort aber vorsichtig das feuchte Glas über die Seifenblase.
5. Beobachte, wie sich auf der Seifenblase bunte Ringe bilden, die sich von oben nach unten bewegen. Wenn die Seifenblase lange genug hält, wird sie oben an ihrer dünnsten Stelle weiß und kurz darauf scheint sie dort ein Loch zu bekommen. Nicht jede Seifenblase tut uns den Gefallen und bekommt ein Loch – aber tatsächlich kannst du mit etwas Geduld und Übung eine langlebige, „halbe“ Seifenblase erzeugen.



TIPP:
Mit guter Beleuchtung und einer dunklen Unterlage sind die Farben der Seifenblase noch besser sichtbar!



ERKLÄRUNG



Angeleuchtete Dinge sehen wir, weil von ihnen zurückgeworfenes (reflektiertes) Licht in unser Auge kommt. Bei der Seifenblase wird Licht von der Außen- und der Innenseite der Seifenhaut zurückgeworfen. Da sie dünn ist, sind die Seiten nah beieinander. Trotzdem hat das Licht, was innen reflektiert wird, einen etwas längeren Weg in unser Auge als das Licht von der Außenseite. Auf dem Weg ins Auge überlagern sich nun das Licht von der Innen- und der Außenseite und dabei entstehen die schönen Farben.

Mit der Zeit wird die Seifenhaut – zuerst oben – noch dünner, weil die Seifenlauge nach unten fließt. Damit wird der Wegunterschied zwischen Außen- und Innenseite kleiner und das Licht überlagert sich so, dass es sich auslöschen kann. Dort, wo wir ein Loch sehen, ist die Seifenhaut noch da aber unsichtbar. Bei normalen Seifenblasen sind Löcher selten zu sehen. Die Seifenblasen fliegen herum, verlieren dabei schnell ihre Feuchtigkeit und platzen. Du aber hast deine Seifenblase durch das feuchte Glas vor dem Austrocknen geschützt. Daher hält sie länger und trocknet wie in Zeitlupe.

TIPP: Willst du mehr darüber wissen, wie Licht sich überlagert, dann schaue unter den Stichworten „Welleneigenschaften des Lichtes“ und „Interferenz“ nach.

SCHÜLERLABOR BLICK IN DIE MATERIE

Helmholtz-Zentrum für Materialien und Energie

Wilhelm-Conrad-Röntgen-Campus (WCRC):

Albert-Einstein-Str. 15, 12489 Berlin

Tel.: +49 30-806213497

Lise-Meitner-Campus (LMC):

Hahn-Meitner-Platz 1, 14109 Berlin

Tel.: +49 30-806242668

E-Mail: schuelerlabor@helmholtz-berlin.de

www.helmholtz-berlin.de/schuelerlabor

DAS BRAUCHST DU:

- SPÜLMITTEL („FIT“)
- WASSER
- GLAS, STROHHALM
- DECKEL EINER PLASTIKFLASCHE

SPANNENDER SCHLEIM



Ist dir schon mal zu viel Ketchup auf deinen Teller geflossen, weil du die Flasche zu stark geschüttelt hast? Das liegt daran, dass Ketchup beim Schütteln flüssiger wird. Hüpfknete besitzt ebenso diese merkwürdige Eigenschaft. Sie wird beim Kneten mal fest und mal zähflüssig wie Schleim. Bei diesem Experiment kannst du deinen eigenen spannenden Schleim aus Stärke und Wasser herstellen.



SO GEHT'S:

1. Decke deine Arbeitsfläche mit Schutzfolie oder mit Zeitungspapier ab.
2. Vermische mit einem Holzlöffel Speisestärke und kaltes Wasser im Verhältnis 3:2 (also beispielsweise 400 Gramm Stärke und 260 Milliliter Wasser) in einer Schale, bis eine gleichmäßige Flüssigkeit entsteht.
3. Untersuche das Gemisch:
 - Tauche deinen Finger in das Gemisch und versuche ihn dann schnell wieder herauszuziehen.
 - Schlage mit dem Holzlöffel oder mit der Faust auf das Gemisch.
 - Lass eine Murmel auf das Gemisch fallen.
 - Forme aus dem Gemisch eine Kugel und lasse sie auf deiner flachen Hand einige Sekunden liegen.
4. Besonders viel Spaß bringt das Laufen auf diesem Stärke-Wasser-Gemisch. Mische dafür in einer großen Schale 2,4 Kilogramm Stärke (sechs Päckchen Stärke mit je 400 Gramm) und 1,6 Liter Wasser. Steige barfuß in die Schale und versuche auf der Stelle zu laufen oder deine Füße versinken zu lassen.

ERKLÄRUNG



Das Geheimnis des Verhaltens der Flüssigkeit liegt im Aufbau der Stärke. Mischt man Stärke und Wasser, entsteht ein Gemisch, eine sogenannte „Suspension“. Das Wasser umspült die Stärkekörner und wirkt wie ein Schmierfilm. Somit verhält sich das Gemisch, wenn man beispielsweise mit dem Finger hindurch fährt, wie eine Flüssigkeit, da die Körner auf dem Wasser gleiten. Wirkt nun aber ein plötzlicher Druck auf die Flüssigkeit, dann wird das Wasser verdrängt und die einzelnen Stärkekörner verhaken sich ineinander – das Gemisch wird fest. Das passiert, wenn man beispielsweise mit der Faust auf das Gemisch schlägt oder schnell eine Kugel knetet. Ohne Druck dringt dann erneut das Wasser zwischen die Stärkekörner und das Gemisch wird wieder flüssig.

Isaac Newton (1643 – 1727), ein englischer Wissenschaftler, hat die Zähflüssigkeit von Stoffen untersucht und wichtige Gesetze formuliert. Diese merkwürdigen Gemische hat man nach ihm benannt: „nicht-Newtonsche Flüssigkeiten“.

TIPP: Wichtig! Das Stärke-Wasser-Gemisch nur in den Mülleimer werfen, nicht in die Toilette oder in das Waschbecken. Verstopfungsgefahr!



SCHÜLERLABOR QUANTENSPRUNG

Helmholtz-Zentrum Geesthacht
 Max-Planck-Straße 1, 21502 Geesthacht
 Tel.: +49 4152-871144
 E-Mail: schuelerlabor@hzg.de
www.hzg.de/schuelerlabor

DAS BRAUCHST DU:

- SCHALE, MESSBECHER, WAAGE
- HOLZLÖFFEL, MURMEL
- KALTES WASSER
- SPEISESTÄRKE ODER MAISSTÄRKE
- SCHUTZFOLIE ODER ZEITUNGSPAPIER
- LEBENSMITTELFARBE

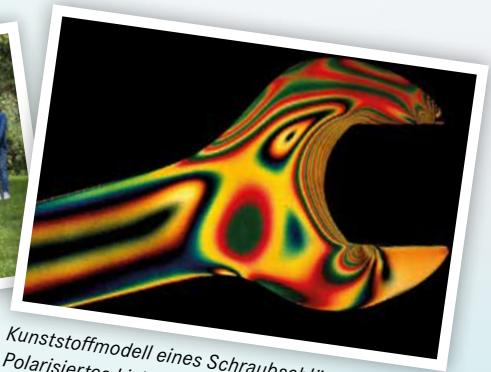
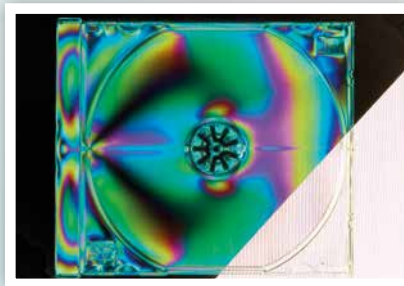


UNSICHTBARES SICHTBAR MACHEN

Wenn ein schwerer LKW über eine Brücke fährt, ist diese einer großen Belastung ausgesetzt. Ebenso ein Schraubenschlüssel, wenn man eine Schraube festziehen will. Aber wie kann man „sehen“, wie diese Kräfte in einem stark belasteten Bauteil wirken und wo die Belastung am höchsten ist? Ganz einfach: mit einem ganz besonderen, sogenannten polarisierten Licht.

SO GEHT'S:

1. Schalte den Computer ein, sodass der Bildschirm leuchtet. Er sendet polarisiertes Licht aus.
2. Halte den Polarisationsfilter oder die Folie flach vor den Bildschirm, drehe sie und beobachte, was geschieht. Die Helligkeit ändert sich, bis der Filter ganz schwarz wird. Er lässt jetzt kein Licht mehr hindurch.
3. Schiebe nun die transparente CD-Hülle zwischen Bildschirm und Filter. Es zeigen sich regenbogenartige Muster.
4. Biege die CD-Hülle ein wenig. Die Muster verändern sich.



Kunststoffmodell eines Schraubenschlüssels.
Polarisiertes Licht macht die Spannungen sichtbar.

ERKLÄRUNG



Wie die Welle auf einem schwingenden Seil haben auch Lichtwellen eine Schwingungsrichtung – man nennt dies „Polarisation“. Im Sonnenlicht fällt das nicht auf, denn die vielen Lichtstrahlen haben unterschiedliche, rein zufällige Schwingungsrichtungen. Anders ist das jedoch bei LCD-Bildschirmen: Sie strahlen polarisiertes Licht ab, das nur in einer Richtung schwingt. Der Filter beziehungsweise die Folie lassen jedoch nur eine Schwingungsrichtung hindurch – wie ein Gitter, das der Welle nur eine einzige Schwingungsrichtung erlaubt. Dreht man den Filter vor dem Bildschirm, so verdunkelt er sich. Denn nur, wenn die Schwingungsrichtung der Lichtwellen mit dem Durchlasswinkel des Filters übereinstimmt, können sie passieren. Ansonsten kommt nur ein Teil oder nichts mehr hindurch.

Die CD-Hülle aus Kunststoff zwischen Bildschirm und Filter ändert die Polarisation des hindurchlaufenden Lichts – je nach den Spannungen im Material, die beim Herstellen der Hülle entstanden sind oder beim Biegen hinzukommen. Ein bestimmter Teil des Lichts kann dann den Filter passieren, was die Regenbogenmuster bewirkt. Auf diese Weise kann man Kunststoffmodelle von Bauteilen auf innere Spannungen hin untersuchen. Die Fusionsforscherinnen und -forscher im IPP, die ein Kraftwerk nach dem Vorbild der Sonne entwickeln, messen so elektrische Ströme in ihrem Brenngas.

SCHÜLERLABOR KIDSBITS

Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP, assoziiertes Mitglied)

Boltzmannstr. 2, 85748 Garching

Tel.: +49 89-32991744

E-Mail: kidsbits@ipp.mpg.de

www.kidsbits.info

DAS BRAUCHST DU:

- LCD-COMPUTERBILDSCHIRM
- TRANSPARENTE CD-HÜLLE AUS KUNSTSTOFF
- EINE POLARISATIONSFOLIE ODER EINEN -FILTER

DAS GEHEIMNIS VON BUBBLE-TEA UND FRUCHT-KAVIAR



Vor einigen Jahren kamen Bubble Teas in Mode: Teegetränke, denen farbige Gelkugeln mit einer flüssigen Füllung zugesetzt sind, welche beim Zerbeißen platzen. Auch in der Sterne-Küche sind diese Gelkugeln als Frucht-Kaviar sehr beliebt. Doch wie werden die Gelkugeln hergestellt?

SO GEHT'S:

1. Setze die Natriumalginatlösung in einem Trinkglas an: Gib dafür die 2 Gramm Natriumalginatpulver in 100 Milliliter gefärbtes Leitungswasser und rühre so lange, bis alles klumpenfrei ist.
2. Setze die Calciumlösung in einem tiefen Teller an: Gib 5 Gramm Calciumlactatpulver in 500 Milliliter Leitungswasser.
3. Ziehe die Pipette mit deiner Natriumalginatlösung auf.
4. Halte die Pipette knapp **über** die Oberfläche der Calciumlösung und tropfe vorsichtig die Natriumalginatlösung in die Calciumlösung, sodass kleine Kugeln entstehen. Das ist gar nicht so einfach und erfordert ein bisschen Übung.
5. Hole die Gelkugeln mit dem Sieb aus der Calciumlösung. Wasche sie vorsichtig unter Wasser ab. Dann kannst du sie essen oder mit den Fingern zerdrücken.

TIPP:

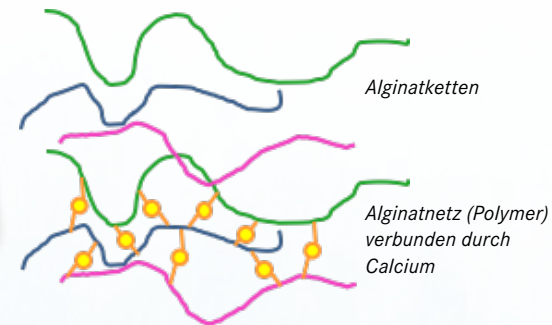
Diese beiden Chemikalien bekommst du in der Apotheke.

DAS BRAUCHST DU:

- 2 GRAMM NATRIUMALGINAT (PULVER)
- 5 GRAMM CALCIUMLACTAT (PULVER)
- 100 MILLILITER LEITUNGSWASSER GEFÄRBT MIT LEBENSMITTELFARBE ODER FRUCHTSAFT
- TIEFER TELLER ODER SCHÜSSEL
- PIPETTE ODER PLASTIKSPRITZE
- GLAS, LÖFFEL, SIEB



Drücken der Alginatlösung in Calciumlösung



ERKLÄRUNG



Alginat besteht aus vielen einzelnen langen (negativ geladenen) Ketten, die wie weiche Spaghetti im Wasser schwimmen. Nach und nach lagern sich die Wasserteilchen an die langen Ketten an. Die Lösung quillt und wird gelartig wie Wackelpudding. Wenn die Alginatlösung dann in calciumhaltige Lösung gelangt, verbinden die (positiv geladenen) Calciumteilchen (Ionen) sofort die Alginatkettten miteinander. Ein Calciumteilchen hält quasi immer zwei Alginatkettten fest. So werden die Alginatkettten zu einem stabilen Netz verbunden, einem sogenannten „Polymer“. Die Reaktion findet zunächst an der Kontaktfläche von Alginat- und Calciumlösung statt. Es entsteht also eine Kapsel. Je länger die Kugel in der Calciumlösung bleibt, desto fester wird sie.

Übrigens: Auch im Labor kommen Gelkapseln als Reaktionsfläche in Bioreaktoren zum Einsatz. Beispielsweise werden Enzyme so im Gel oder der Kapsel fixiert, dass sie sich nicht mit dem Reaktionsprodukt vermischen können und so später wiederverwertet werden können (Immobilisierung von Enzymen oder Mikroorganismen).

ENTSORGUNG: Alle Lösungen können jeweils getrennt voneinander problemlos im Abfluss entsorgt werden. Besser ist es jedoch, die Alginatlösung mit Kochsalz zum Gelieren zu bringen, sodass das Gel im Hausmüll entsorgt werden kann.

SCHÜLERLABOR JULAB

Forschungszentrum Jülich

Wilhelm-Johnen-Straße, 52428 Jülich

Tel.: +49 2461-611428

E-Mail: schuelerlabor@fz-juelich.de

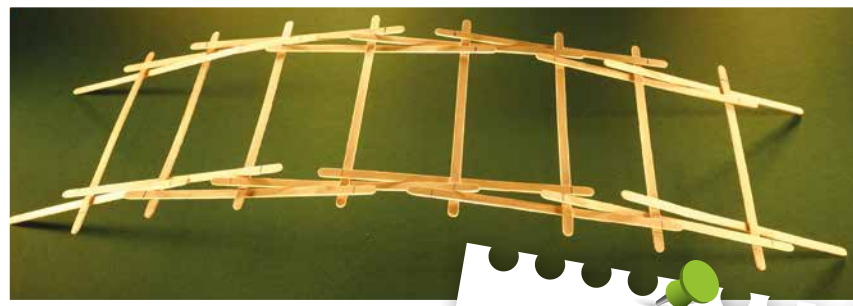
www.julab.de

IDEE:

Veranstalte mit deinen Freunden einen Wettbewerb: Drücke die Alginatlösung so aus der Pipette, dass ein Wurm entsteht! Wer macht den längsten Wurm?

BAU DER LEONARDO-BRÜCKE

Seit Jahrhunderten bauen Menschen Brücken, damit sie beispielsweise eine Schlucht oder einen Fluss überwinden können. Normale Brücken wurden früher aus Stein und Mörtel oder mit Holz und Nägeln gebaut. Die sogenannte Leonardo-Brücke besteht lediglich aus mehreren gleichförmigen Balken, die ganz ohne Verbinder, Nägel oder Schrauben miteinander verbunden sind. Dadurch kann sie materialschonend abgebaut werden, um sie an einem anderen Ort wiederaufzubauen.

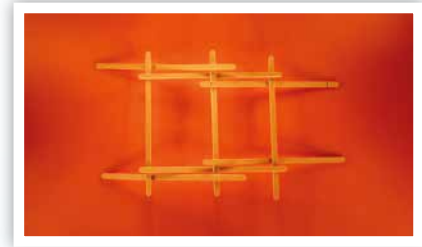
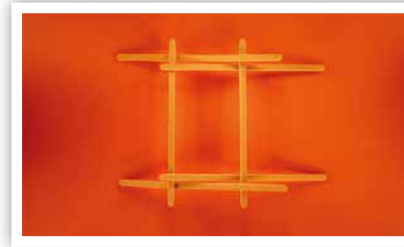


SO GEHT'S:

1. Ordne und verkeile die Stäbchen so, dass eine Brücke entsteht.
2. Finde heraus, wie viele Stäbchen du für ein Brückenglied benötigst und wie viele du für weitere Brückenglieder verbrauchst.
3. Probiere aus, wie lang, hoch und steil du die Brücke bauen kannst.

DAS BRAUCHST DU:

- ETWA 50 EISSTIELE ODER FLACHE RÜHRSTÄBCHEN AUS HOLZ



ERKLÄRUNG

Die Leonardo-Brücke benötigt keine Verbindungselemente. Sie hält bloß aufgrund der Reibung zwischen den Stäbchen. Dieses Bauprinzip verwendet den sogenannten Selbsthemmungsmechanismus, bei dem sich das System bei Belastung verfestigt. Dieser hängt von der Haftung der Hölzer ab, also der Reibung. Je rauer die Hölzer, desto besser für die Festigkeit des Brückenbogens, denn ein Rutschen der Hölzer wird so verhindert. Die Leonardo-Brücke ist nach dem Erfinder Leonardo da Vinci (1452–1519) benannt.

Für das erste Brückenglied benötigst du sechs Stäbchen, für die weiteren Brückenglieder jeweils drei mehr. Je nach Länge der Stäbchen und der Anzahl der Brückenglieder wird die zu überbrückende Strecke größer.

SCHÜLERLABORE AM KIT

Karlsruher Institut für Technologie

Hermann-von-Helmholtz-Platz 1, 76344 Eggenstein-Leopoldshafen

Tel.: +49 3721-60824801

E-Mail: schuelerlabore@FTU.KIT.edu

www.schueler.kit.edu

WACHSTÜCHER SELBER HERSTELLEN

Vielleicht hast du dich schon mal gefragt, wie unsere Urgroßeltern ihre Lebensmittel ohne Plastik- oder Alufolie verpackt haben. Ein Blick in die Natur kann dir bei der Antwort weiterhelfen: Worin verpacken beispielsweise Bienen ihren Honig? Genau, in Wachs! Genauso kannst auch du dieses Naturprodukt nutzen, wenn du Lebensmittel einpacken oder abdecken willst.

SO GEHT'S:

1. Gib das Wachs in eine Schüssel und erwärme es **vorsichtig** mit dem Haartrockner, bis es flüssig ist. **ACHTUNG:** Das Wachs wird ab etwa 65 Grad Celsius flüssig und heiß! Spritzgefahr!
2. Lege das Tuch in das flüssige Wachs und bewege es so lange mit dem Löffel darin hin und her, bis es das ganze Wachs aufgenommen hat und vollständig durchtränkt ist.
3. Nimm das Tuch nun mit dem Löffel vorsichtig heraus und lasse es abkühlen. Wenn es nur noch leicht warm ist, kannst du es sehr gut formen und glätten.
4. Mit dem Wachstuch kannst du nun die verschiedensten Lebensmittel einpacken oder abdecken.

TIPP: Es sollten keine Löcher oder Stellen ohne Wachs erkennbar sein. Falls doch, war es zu wenig Wachs oder das Tuch zu groß. Dann musst du noch mehr Wachs schmelzen und dazugeben.



DAS BRAUCHST DU:

- ETWA 2 BIS 3 ESSLÖFFEL BIENENWACHS IN TROPFENFORM AUS DEM NATURKOSTLADEN
- EIN ETWA 15 X 15 ZENTIMETER GROSSES LEINEN- ODER BAUMWOLLTUCH
- SCHÜSSEL, ESSLÖFFEL, HAARTROCKNER

ERKLÄRUNG



Das Tuch ist eine ökologische Verpackung, die schon unsere Urgroßeltern kannten – das klassische Wachstuch. Das flüssige Wachs dringt in die Fasern und Zwischenräume des Stoffes ein. Es macht das Tuch wasserdicht und verhindert so die Verdunstung und das Eindringen von Feuchtigkeit. Es schützt den Inhalt genau wie eine Plastik- oder Alufolie. Mit handwarmem Wasser und Spülmittel kannst du nach der Verwendung das imprägnierte Tuch reinigen und in der Wärme, beispielsweise auf einer Heizung, wieder in Form bringen.

Mit der mehrfachen Verwendung dieses natürlichen Produktes vermeidest du Plastikmüll, der sonst vielleicht in die Umwelt gelangen könnte. Zusätzlich senkst du auch den Ausstoß von Kohlenstoffdioxid, das entstehen würde, wenn Plastikmüll verbrannt wird, und das für den Klimawandel mitverantwortlich ist.



Tuch mit Wachs



Wachstuch



Lebensmittel mit Wachstuch abgedeckt im Kühlschrank

UFZ-SCHÜLERLABOR

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ

Permoserstraße 15, 04318 Leipzig

Tel.: +49 341-2351845

E-Mail: schuelerlabor@ufz.de

www.ufz-schuelerlabor.de

DAS NETZWERK SCHÜLERLABORE

in der Helmholtz-Gemeinschaft

Am Experimentieren hat jeder Spaß: Man kann etwas Neues ausprobieren, einen bestimmten Effekt erzielen und mit modernsten Geräten, mit neuen Technologien und interessanten chemischen Stoffen umgehen. Experimente helfen Schülerinnen und Schülern vor allem dabei, naturwissenschaftliche Theorien tiefergehend zu begreifen und zu hinterfragen.

In den Forschungszentren der Helmholtz-Gemeinschaft sind Experimente und sorgfältige Beobachtungen die Grundlage jeder wissenschaftlichen Arbeit. Mit ihnen werden Theorien überprüft und neue Erkenntnisse gewonnen. Und – unter uns gesagt – sie sind auch einfach spannend!

Diese Begeisterung für „Wissen-Schaffen“ aus erster Hand, aber auch das Verständnis für die Denkansätze und Methoden wissenschaftlichen Arbeitens, wollen die Schülerlabore in der Helmholtz-Gemeinschaft weiter vermitteln. Engagierte Fachkräfte und Betreuerinnen und Betreuer entwickeln deshalb Versuche, die wichtige Aspekte der Forschung an den verschiedenen Zentren auf anschauliche Weise zugänglich machen: durch eigenes Experimentieren der Schülerinnen und Schüler mit echten wissenschaftlichen Geräten und unter fachkundiger Betreuung, sei es im Rahmen eines Fachtages mit der ganzen Schulklasse, eines Ferienkurses oder vielleicht einer individuellen Facharbeit.

So wird die ganze Bandbreite der Forschung an Helmholtz-Zentren zugänglich: Themen aus den Bereichen Energie, Erde und Umwelt, Gesundheit, Information, Materie sowie Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr werden an den Schülerlaboren in Form von Experimenten aufgegriffen und altersgerecht angeboten. Sei es ein Experiment zur „Supraleitung – Wenn Züge schweben“, eine „Herkunftsanalyse von DNA aus Lebensmitteln“, die Betrachtung der „Eigenschaften kosmischer Teilchen“, die Untersuchung von „Plankton – der Grundlage mariner Nahrungsnetze“ oder eine eigene Konstruktion zur „Robotik in der Weltraumerkundung“: Hier wird Wissenschaft – oftmals sogar im wörtlichen Sinne – greifbar. Und wie sich schon ahnen lässt, sind hier unterschiedliche Schulfächer meist gar nicht mehr sauber



voneinander zu trennen, da sie genau wie in der echten Forschung eng miteinander verzahnt sind und interdisziplinäres Denken erfordern. Auch dies ist eine wichtige Erfahrung für Jugendliche!

Neben fachlichen Kenntnissen erhalten Schülerinnen und Schüler aber auch einen Eindruck davon, auf welche Art und Weise Forschung dazu beitragen kann, Antworten auf dringende gesellschaftliche Fragen zu finden, etwa die Sicherung der Lebensgrundlagen oder eine nachhaltige Energieversorgung der Zukunft. Zudem können sie Forscherinnen und Forscher treffen und auf diese Weise etwas über Berufsfelder in Wissenschaft und Technik sowie die Voraussetzungen dafür erfahren.

Zwar richtet sich der Schwerpunkt der Angebote des Netzwerkes Schülerlabore an die Sekundarstufe (Klassen 5–13), doch haben viele Schülerlabore auch Programme für Grundschulen und Kindergärten. Eine detaillierte Übersicht zu den Angeboten ist auf Seite 58–61 zu finden.



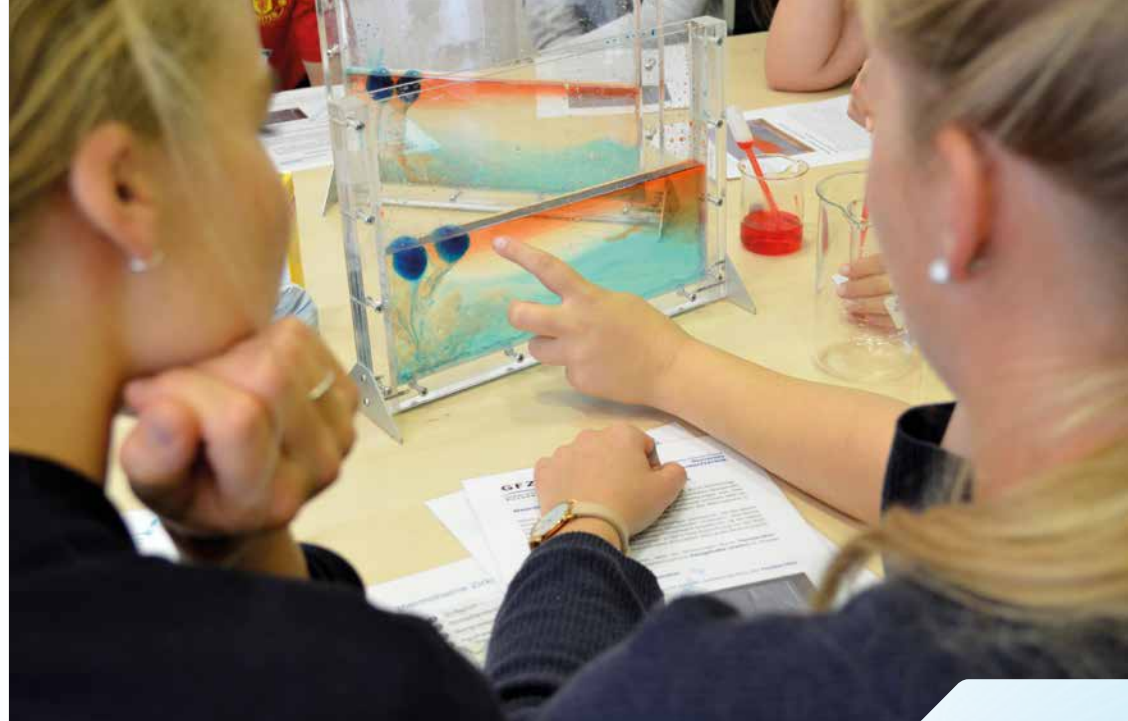
DIE SCHÜLERLABORE als Partner der Schulen



Der außerschulische Standort „Schülerlabor“ will nicht nur Spaß am Experimentieren, sondern auch nützliche Anregungen und neue Motivation für den Schulunterricht vermitteln. Dies gelingt am besten, wenn Angebote auf schulische Voraussetzungen abgestimmt und Lehrkräfte mit den Inhalten vertraut sind.

Die Arbeit der Schülerlabore in der Helmholtz-Gemeinschaft ist eng verbunden mit dem naturwissenschaftlichen Lernen an Schulen. Ein Besuch im Schülerlabor kann den Schulunterricht besonders dann sinnvoll ergänzen, wenn auf dem in der Schule erworbenen Wissen aufgebaut werden kann und die Erfahrungen im Schülerlabor anschließend wieder in den Unterricht einfließen.

Um dieses Ineinandergreifen von Schule und Schülerlabor zu optimieren, sind an vielen Standorten der Schülerlabore mit der Zeit enge Partnerschaften mit Lehrkräften entstanden, in denen zum Beispiel didaktische Aspekte der Experimente oder die Verzahnung mit Lehrplänen gemeinsam erarbeitet und diskutiert werden. Entscheidend ist dabei, dass die Schülerlabore den Schulunterricht nicht ersetzen können oder wollen, sondern vielmehr durch die im Experiment umgesetzten authentischen Forschungsthemen der Helmholtz-Zentren Akzente setzen, die zusätzliche Motivation für den Schulunterricht bringen.



In Informationsveranstaltungen und Fortbildungen können angehende und ausgebildete Lehrkräfte sich deshalb mit den Angeboten der Schülerlabore vertraut machen, selber experimentieren und mehr über aktuelle Entwicklungen in den naturwissenschaftlichen Fachbereichen erfahren. Durch den Dialog mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern im Labor bleibt Fachwissen für Lehrkräfte lebendig und anschaulich oder entwickelt auch eine ganz neue Faszination, die dann wiederum in den Unterricht weitergetragen werden kann.

Zunehmend sind Lehrkräfte an der Schule aufgefordert, ihren Unterricht interdisziplinär zu gestalten, doch fehlt es dafür oftmals sowohl an der vorherigen Ausbildung als auch an geeigneten Themen. Auch hier können die Schülerlabore mit der Forschung der Helmholtz-Zentren Beispiele liefern, die nicht nur naturwissenschaftliche Fächer unmittelbar miteinander verbinden, sondern sogar Bezüge zu wirtschaftlichen, ethischen oder politischen Fragen haben, wie zum Beispiel im Bereich der Gentechnik oder des Klimawandels.

$$E=mc^2$$

ÜBERSICHT DER ANGEBOTE DER SCHÜLERLABORE in der Helmholtz-Gemeinschaft

ZENTRUM	SCHÜLERLABOR	STANDORT	KITA	GS 1.-4. KL.	GS/OS 5.-6. KL.	7.-8. KLASSE		9.-10. KLASSE	SEK. II	BERUFS- SCHULKL.	LEHRERFORTBILDUNGEN			INFOVERANSTALTUNGEN		FERIENKURSE		
											5.-6.Kl.	Sek. I	Sek. II	Referendare	Lehramtsstudenten	GS	Sek. I	Sek. II
Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI)	SEASIDE	Bremerhaven	über HdkF*	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	OPENSEA	Helgoland				✓		✓	✓	✓								
Deutsches Krebsforschungs- zentrum (DKFZ)	Heidelberger Life-Science Lab	Heidelberg				✓		✓	✓			✓	✓	✓	✓		✓	✓
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)	DLR_School_Lab Berlin	Berlin			✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
	DLR_School_Lab Braunschweig	Braunschweig			✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
	DLR_School_Lab Bremen	Bremen		3.-4. Kl.	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	
	DLR_School_Lab Göttingen	Göttingen	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
	DLR_School_Lab Köln	Köln		4. Kl.	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
	DLR_School_Lab Lampoldshausen/Stuttgart	Lampoldshausen				✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	DLR_School_Lab Neustrelitz	Neustrelitz		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
	DLR_School_Lab Oberpfaffenhofen	Oberpfaffenhofen			bedingt	bedingt		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓			
	DLR_School_Lab RWTH Aachen	Aachen				✓		✓	✓	✓		✓	✓		Praktika		✓	✓
	DLR_School_Lab TU Darmstadt	Darmstadt			✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		Praktika			
	DLR_School_Lab TU Dortmund	Dortmund		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Praktika		✓	
	DLR_School_Lab TU Dresden	Dresden		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	
	DLR_School_Lab TU Hamburg	Hamburg		4. Kl.	✓	✓		✓	✓			dem- nächst	dem- nächst	✓		✓	✓	✓
	DLR_School_Lab Jena	Jena	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			

*Haus der kleinen Forscher

ÜBERSICHT DER ANGEBOTE DER SCHÜLERLABORE in der Helmholtz-Gemeinschaft

ZENTRUM	SCHÜLERLABOR	STANDORT	KITA	GS 1.-4. KL.	GS/OS 5.-6. KL.	7.-8. KLASSE		9.-10. KLASSE	SEK. II	BERUFS- SCHULKL.	LEHRERFORTBILDUNGEN			INFOVERANSTALTUNGEN		FERIENKURSE		
											5.-6.Kl.	Sek. I	Sek. II	Referendare	Lehramtsstudenten	GS	Sek. I	Sek. II
Deutsches Elektronen- Synchrotron DESY	DESY-Schülerlabor physik.begreifen	Hamburg		4. Kl.	✓	✓		✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓
	DESY-Schülerlabor physik.begreifen	Zeuthen			✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Forschungszentrum Jülich	Schülerlabor „JuLab“	Jülich	über HdKF*	4. Kl.	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
GEOMAR – Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel	Schulprogramme des GEOMAR	Kiel			✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓	auf Anfrage		✓	✓
Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB)	Schülerlabor Blick in die Materie	Berlin			✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR)	Schülerlabor DeltaX	Dresden			✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung (HZI)	Biotechnologisches Schü- lerlabor Braunschweig – BioS	Braunschweig							✓	✓			✓	✓	✓			✓
CISPA – Helmholtz-Zentrum für Informationssicherheit	CISPA Cysec Lab	St. Ingbert				✓		✓	✓	✓			✓		✓		✓	✓
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ	UFZ-Schülerlabor	Leipzig	über HdKF*					✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓
Helmholtz-Zentrum Geesthacht – Zentrum für Material- und Küstenforschung (HZG)	Schülerlabor „Quantensprung“	Geesthacht		✓				✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓		
Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungs- Zentrum GFZ	GFZ-Schülerlabor	Potsdam	Vor- schule	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	Schülerlabore am KIT	Eggenstein- Leopoldshafen/ Karlsruhe	über HdKF*	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin in der Helmholtz-Gemeinschaft (MDC)	Gläsernes Labor	Berlin-Buch			✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP, ass. Mitglied)	kidsbits	Garching/ Greifswald	Vor- schule	3./4. Kl.		✓			✓			✓	✓	✓		✓		

*Haus der kleinen Forscher

DAS NETZWERK SCHÜLERLABORE

Eine Übersicht der Standorte



- | | | | |
|----|---|----|--|
| 1 | HELGOLAND
OPENSEA AWI | 16 | BRAUNSCHWEIG
DLR_SCHOOL_LAB DLR |
| 2 | KIEL
SCHULPROGRAMME DES GEOMAR | 17 | DORTMUND
DLR_SCHOOL_LAB TU DORTMUND |
| 3 | GREIFSWALD
KIDSBITS IPP | 18 | GÖTTINGEN
DLR_SCHOOL_LAB DLR |
| 4 | BREMERHAVEN
HIGHSEA & SEASIDE AWI | 19 | LEIPZIG
UFZ-SCHÜLERLABOR UFZ |
| 5 | HAMBURG
SCHÜLERLABOR
PHYSIK.BEGREIFEN DESY | 20 | DRESDEN
SCHÜLERLABOR DELTAX HZDR |
| 6 | GEESTHACHT
SCHÜLERLABOR
QUANTENSPRUNG HZG | 21 | DRESDEN
DLR_SCHOOL_LAB TU DRESDEN |
| 7 | NEUSTRELITZ
DLR_SCHOOL_LAB DLR | 22 | JÜLICH
JULAB FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH |
| 8 | HAMBURG-HARBURG
DLR_SCHOOL_LAB
TU HAMBURG-HARBURG | 23 | KÖLN
DLR_SCHOOL_LAB DLR |
| 9 | BREMEN
DLR_SCHOOL_LAB DLR | 24 | AACHEN
DLR_SCHOOL_LAB RWTH AACHEN |
| 10 | BERLIN
GLÄSERNES LABOR MDC | 25 | DARMSTADT
DLR_SCHOOL_LAB TU DARMSTADT |
| 11 | BERLIN
BLICK IN DIE MATERIE HZB | 26 | HEIDELBERG
LIFE-SCIENCE LAB DKFZ |
| 12 | BERLIN
DLR_SCHOOL_LAB DLR | 27 | KARLSRUHE
KIT SCHÜLERLABORE KIT |
| 13 | POTSDAM
GFZ-SCHÜLERLABOR GFZ | 28 | LAMPOLDSHAUSEN/STUTTART
DLR_SCHOOL_LAB DLR |
| 14 | ZEUTHEN
SCHÜLERLABOR
PHYSIK.BEGREIFEN DESY | 29 | GARCHING
KIDSBITS IPP |
| 15 | BRAUNSCHWEIG
SCHÜLERLABOR BIOS HZI | 30 | OBERPFAFFENHOFEN
DLR_SCHOOL_LAB DLR |
| | | 31 | ST. INGBERT
CISPA CYSEC LAB CISPA |
| | | 32 | JENA
DLR_SCHOOL_LAB DLR |

EXPERIMENTE FÜR ZUHAUSE

Diese Broschüre bietet jungen Forscherinnen und Forschern viele einfache Beispiele zum Experimentieren aus ganz unterschiedlichen wissenschaftlichen Bereichen. Sie verdeutlichen, wie man auch im Kleinen aufregende Dinge findet. Die „Experimente für zuhause“ wurden von den Schülerlaboren in der Helmholtz-Gemeinschaft ausgewählt.

HELMHOLTZ

Helmholtz leistet Beiträge zur Lösung großer und drängender Fragen von Gesellschaft, Wissenschaft und Wirtschaft durch wissenschaftliche Spitzenleistungen in sechs Forschungsbereichen: Energie, Erde und Umwelt, Gesundheit, Information, Materie sowie Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr.

Die Helmholtz-Gemeinschaft ist mit mehr als 42.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern in 19 Forschungszentren und einem Jahresbudget von mehr als 5 Milliarden Euro die größte Wissenschaftsorganisation Deutschlands. Ihre Arbeit steht in der Tradition des großen Naturforschers Hermann von Helmholtz (1821–1894).

www.helmholtz.de/schuelerlabore



MIX
Papier aus verantwortungsvollen Quellen
Paper from responsible sources
FSC® C003425

