

# Wieso? Weshalb? Warum? Probier's mal aus!

Eine Experimentesammlung für den „Hausgebrauch“

BÜRO BERLIN  
Kommunikation und Medien  
Spreepalais am Dom  
Anna-Louisa-Karsch-Straße 2  
10178 Berlin

Helmholtz-Gemeinschaft  
Deutscher Forschungszentren  
Ahrstraße 45  
53175 Bonn



*Herzlich willkommen*

*bei der Helmholtz-Gemeinschaft, der größten deutschen Forschungsorganisation. Ihr möchtet wissen, was wir machen? Die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen in unseren 15 Forschungszentren heben schon einmal ab, wenn sie den Verkehr und Weltraum erforschen. Aber sie kümmern sich auch darum, wie wir gesund bleiben oder es werden, wenn wir krank sind. Manchmal stapfen sie durchs ewige Eis, wenn sie unseren Planeten Erde und die Umwelt unter die Lupe nehmen. Sie machen jedoch ebenso neue Technologien nutzbar und erforschen, was unsere Welt zusammenhält. Und ebenfalls sehr wichtig: Sie suchen schon jetzt nach neuen Methoden der Energieerzeugung, damit uns das Licht nicht ausgeht. Dies sind alles für unsere Zukunft bedeutende und spannende Themen.*

*Wichtig ist aber für uns auch, dass wir offen unsere wissenschaftlichen Arbeiten diskutieren und dass wir auch zukünftig Wissenschaftler und Ingenieure haben, die sich begeistert auf die Suche nach Neuem begeben. Für die Helmholtz-Gemeinschaft beginnt daher die Nachwuchsförderung nicht erst an der Universität. Deshalb laden wir euch ein, in unseren Schülerlaboren frühzeitig Forscherluft zu schnuppern und möchten mit euch über Wissenschaft diskutieren. Ziel unserer 18 Laboratorien ist es, dass ihr selber experimentiert und so mitreden könnt, wenn es um Wissenschaft und Technik geht. Das bieten wir euch nicht erst ab der Oberstufe an, sondern auch euren Geschwistern, die noch in die Grundschule oder den Kindergarten gehen: Auch sie können einige unserer Schülerlabore besuchen.*

*Viel Spaß beim Lesen der Broschüre und vor allem beim Experimentieren.*



**Jürgen Mlynek, Präsident der Helmholtz-Gemeinschaft**



„Wenn ich groß bin, möchte ich im Gläsernen Labor arbeiten.“ schrieb die neunjährige Tabea in unser Gästebuch auf der ersten Helmholtz-Schülerlaborausstellung in Berlin und: **„Mir hat es sehr gut gefallen!“**

Ein größeres Lob – so fanden wir – konnten wir nicht erhalten. Damit Tabea und die anderen interessierten Besucher aber nicht so lange warten müssen, haben sich die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Schülerlabore der Helmholtz-Gemeinschaft Versuche für zu Hause ausgedacht: naturwissenschaftliche Experimente mit einfachen Mitteln während eines Spaziergangs oder in der Küche durchführen und so Aufmerksamkeit für unsere Umwelt hervorrufen, die Phantasie anregen und Neugier wecken.

Den Funken überspringen lassen – das ist auch das Motto der 18 über ganz Deutschland verteilten Helmholtz-Schülerlabore.

Allerdings seid ihr hier im mehrfachen Sinne nah dran an der Forschung. Nicht nur weil die Schülerlabore sich meist direkt in den Forschungszentren der Helmholtz-Gemeinschaft befinden, sondern auch weil ihr hier mit Hightechgeräten, die ebenso in der Forschung genutzt werden, in richtigen Laboren forschen könnt. Damit bieten sie euch und euren Lehrern einen erstklassigen ergänzenden Service zum Unterricht. Wenn ihr neugierig geworden seid, dann besucht doch einmal unsere Internetseiten oder kommt mit eurer Schulklasse in eins unserer Labore.



#### Experimentieren macht Spaß!

Aber natürlich nur, wenn man sich dabei nicht verletzt. Deshalb solltet ihr immer vorsichtig arbeiten und unsere Gefahrenhinweise ernst nehmen. Am besten sprecht ihr vor dem Experiment mit einem Erwachsenen, damit nichts schief geht. Manche Experimente könnt ihr alleine durchführen, andere gehen ohnehin leichter, wenn ein Helfer geholfen wird.

Und wichtig: Nicht den Mut verlieren, falls ein Experiment nicht sofort gelingt! Einfach probieren, bis es klappt. Forscher brauchen Geduld. Doch es lohnt sich, denn bei jedem Experiment erfährt man etwas Neues!



## Wenn der Storchschnabel die „rote Karte“ zeigt

In den Zellen der Blütenblätter des Wiesenstorchschnabels ist blauer Farbstoff gespeichert, der als Delphinidin bezeichnet und chemisch in die Gruppe der Anthocyane eingeordnet wird. Blaue Anthocyane reagieren empfindlich auf saure (Essig, Zitronensaft) und alkalische (Seifenlauge) Lösungen mit eindrucksvollen Farbumschlägen: In einem sauren Millieu färben sie sich rot – in einer alkalischen Umgebung blau.

Während eines Spaziergangs am Waldrand könnt ihr ein einfaches Experiment machen: Mit einer abgepflückten Blüte des Wiesenstorchschnabels sucht ihr nach Ameisen und stört sie, indem ihr sie vorsichtig mit der Blüte betupft. Das macht die Insekten angriffslustig und sie wehren sich mit einem Spritzer Ameisensäure aus ihrem Hinterleib. Landet die Flüssigkeit auf den Blütenblättern, dringt die Säure schnell in das Gewebe ein. Bereits nach wenigen Sekunden erzeugt sie blutrote Punkte in den vorher blauen Blütenblättern. Die Änderung der Farbe von blau nach rot ist die Reaktion des Blütenfarbstoffs Anthocyan, wenn er mit Säure in Berührung kommt. Wie reagieren andere blaue Blumen? Probiert's aus!

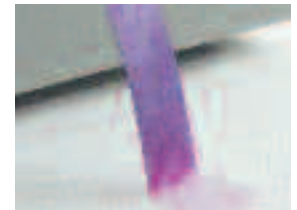
Nehmt ein paar Blütenstängel des Wiesenstorchschnabels mit nach Hause, um dort die Wirkung von Essig oder Zitronensaft zu untersuchen. Dazu besorgt ihr euch noch einen faustgroßen Kieselstein und aus der Küche ein Plastik-Schneidbrett. Schneidet einen 1 cm breiten Streifen Papier aus einer weißen Filtertüte oder Küchenpapier. Zerreibt die blauen Blütenblätter mit dem Kieselstein auf dem Brett, gebt einen Esslöffel Wasser dazu und haltet das Ende des Papierstreifens in den Brei. Die blaue Flüssigkeit steigt im Papierstreifen auf. Beobachtet, was passiert, wenn ihr den Streifen in einen Tropfen Essig oder Zitronensaft haltet. Gebt nun Seifenlauge auf den Papierstreifen. Was passiert?

Der Wiesenstorchschnabel mit himmelblauen Blüten und stark gelappten Blättern blüht von Juni bis September.

Und so wird's gemacht: Blütenblätter des Wiesenstorchschnabels auf einem Schneidbrett mit Kieselstein zerreiben.

Einen Esslöffel Wasser zu den Blütenblättern geben und einen Filterpapierstreifen in den Brei eintauchen.

Den blaugefärbten Papierstreifen in einen Tropfen Essig tunken.



## Lebensraum Boden

Der Boden ist nicht nur eine Ansammlung von Partikeln wie Sand und Steine. Für alle Pflanzen und Tiere bildet der Boden die Lebensgrundlage. Viele Lebewesen verlassen den Boden nie, für andere Tiere dient der Boden als Kinderstube. Jedes Lebewesen hat ganz spezielle Aufgaben in diesem Lebensraum. Denkt einmal an den Regenwurm. Er durchlüftet den Boden und vermischt die Erdschichten. Was passiert mit den Laubblattbergen des Herbstes oder mit Tierleichen? Ja, es entsteht wieder fruchtbarer Boden. Analysiert die verschiedenen Kreisläufe, an denen der Boden beteiligt ist, beim nächsten Waldspaziergang.

### Und so wird es gemacht:

1. Grenzt mit den Holzstöcken und einer Schnur einen Quadratmeter ab.
2. Untersucht den Boden, in dem ihr von oben anfangt. Schaut euch die Blätter, die auf dem Boden liegen, genau an. Schnell werdet ihr feststellen, dass die Blätter Fraßspuren haben oder dass ein weißes Pilzgeflecht Blätter teilweise bedeckt. Sammelt diese Blätter und vergleicht sie mit einem grünen lebenden Blatt. Im Vergleich der Blätter erkennt ihr die Laubstreuersetzung.
3. Jetzt nehmt vorsichtig die Laubschicht ab und legt sie auf das weiße Tuch. Auf diesem könnt ihr die Bodentiere gut erkennen. Einige Tiere sehen aus wie kleine Skorpione. Sie werden Pseudoskorpione genannt. Schaut euch diese Tiere genau in der Becherlupe an und zählt die Beine. Genau, es sind acht Beine. Somit gehört der Pseudoskorpion zu den Spinnentieren.
4. Grabt mit der Schaufel und untersucht die Zusammensetzung des Bodens. Nach der Laub- folgt die Moderschicht. Hier sind die Laubblätter stark zersetzt und mit Erdpartikeln vermischt. Unter der Moderschicht folgt die Humusschicht, sie ist dunkelbraun. Ihr folgt die Sandschicht. Vermesst die einzelnen Schichten.

Die Bodenschichten werden untersucht und die Bodentiere vorsichtig gesammelt.



Hier werden Insekten im Totholz eines Holzstapels untersucht.



Unter einem Stereomikroskop lassen sich die Bodentiere noch besser betrachten.





## Rotkohl oder Blaukraut?

Substanzen, die wir in unserer Umwelt finden, sind sauer, neutral oder alkalisch. Das kann für ihre Wirkung wichtig sein. Beispielsweise hat unsere Haut einen Schutzmantel, der leicht sauer ist, und der als Schutz vor Krankheitserregern dient. Manche Pflanzen wachsen sehr gut auf saurem Boden (z.B. Blaubeeren), während andere neutralen Boden bevorzugen (z.B. Farn).

Es gibt Geräte, die genau testen, wie stark sauer oder alkalisch eine Substanz ist – man kann aber bereits durch einen einfachen Versuch viel über den Säuregehalt einer Lösung herausfinden.

Bedecke eine Hand voll klein geschnittenen Rotkohl in einem Topf mit Wasser und koche ihn zehn Minuten. Anschließend lässt du das Gemisch im Topf abkühlen. Währenddessen steckst du einen Kaffeefilter in einen Trichter, beides zusammen stellst du auf ein Gefäß (ein hohes Trinkglas oder eine gut ausgespülte Flasche). Wenn das Rotkohl-Wasser-Gemisch abgekühlt ist, gießt du es vorsichtig durch den Filter in das Gefäß und wartest, bis der Saft durchgelaufen ist. Mit dem Saft kannst du verschiedene Substanzen auf ihren Säuregehalt testen.

Für jede Substanz, die du testen möchtest, benötigst du ein Glas (die Gläser kann man nach dem Abwasch wieder benutzen) und füllst etwas Rotkohlsaft hinein. Dann gibst du die flüssige Testsubstanz zu (viele Substanzen kann man in Wasser auflösen). An der Färbung kannst du nun den Säuregehalt erkennen (rot – stark sauer; leicht rot – schwach sauer; violett – neutral; blau – alkalisch; grün, gelb – stark alkalisch). Teste doch mal verschiedene Sorten von Wasser (Mineral-, Leitungs-, Teich-, Meerwasser) oder verschiedene Reinigungsmittel.

Jetzt kannst du selbst entscheiden, ob es besser Blaukraut oder Rotkohl heißt.

**Rotkohlsaft färbt stark – am besten ist es, wenn du vor dem Versuch eine Schürze oder alte Kleidung, die schmutzig werden darf, anziehst. Außerdem solltest du den Bereich, in dem du arbeiten willst, mit Zeitung abdecken. Alle Abfallprodukte können über den Müll oder den Ausguss entsorgt werden.**

So kann dein Ergebnis aussehen. Die getesteten Substanzen waren hier (von links): Waschmittel, Sodatabletten, destilliertes Wasser, Cola, Essig, Zitronensaft.



## Unsichtbare Helfer

Nicht nur in der Natur, sondern auch zu Hause in der Küche gibt es „unsichtbare Helfer“: Mikroorganismen. Einen einfachen Versuch zur Wirkung von solchen Winzlingen kannst du so durchführen:

### Versuchsanleitung

Du wiegst 8,5 g Hefe (aus dem Supermarkt) ab und mischst sie mit 100 ml lauwarmen Wasser. Das ist dein Hefeansatz. Dann wiegst du fünf mal 10 g Mehl für fünf nummerierte Gläser ab: In das Glas Nr. 1 werden 2,5 ml Hefeansatz und 7,5 ml Leitungswasser gefüllt. In das Glas Nr. 2 kommen 5 ml Hefeansatz und 5 ml Leitungswasser, in die Bechergläser Nr. 3 - 5 je 10 ml Hefeansatz. Daraufhin werden 1 g Zucker in das Glas Nr. 4 und 1 g Salz in das Glas Nr. 5 zugegeben. Jetzt muss alles jeweils gut verrührt werden. Fülle mit einem Trichter die Inhalte der fünf Gläser in fünf genauso nummerierte 100ml-Messzylinder oder markierte Trinkgläser. Notiere dir das Anfangsvolumen und stelle die Proben dann an einen warmen Ort bei 35°C. Lies alle 10 Minuten ab, ob sich das Volumen des Teigs geändert hat und notiere die Ergebnisse. Wenn alles funktioniert, erkennst du, dass der Teig umso lockerer wird, je mehr Hefe darin ist. Auch die Zusatzstoffe wie Salz und Zucker, die von den Hefezellen verarbeitet werden, haben eine Wirkung. Denn schon bei der Umsetzung des Zuckers durch die Hefe entsteht das Kohlendioxid, welches den Teig lockert.

Glas	Mehl	Hefeansatz	Wasser	Zucker	Salz
1	10 g	2,5 ml	7,5 ml	-	-
2	10 g	5,0 ml	5,0 ml	-	-
3	10 g	10,0 ml	-	-	-
4	10 g	10,0 ml	-	1 g	-
5	10 g	10,0 ml	-	-	1 g

Mit Tests, die auch auf den Lebensprozessen von Mikroorganismen basieren, kann man in der modernen Forschung z.B. Umweltproben untersuchen oder Schadstoffe aus Boden und Wasser entfernen. Somit haben die Wissenschaftler ihre (fast) unsichtbaren Helfer. Der Hefe-Wachstums-Test wird auch in der Forschung eingesetzt, wenn es darum geht, giftige Substanzen nachzuweisen. Dabei wird allerdings nicht mit Teig gearbeitet, sondern es wird die Wachstumsrate der Zellen bestimmt. Mit diesem Versuch können viele Tierversuche vermieden werden.

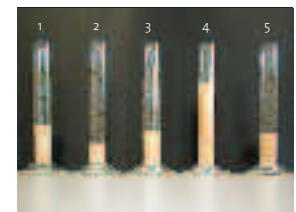
*von oben nach unten:*

Hefezellen in 100-facher und  
400-facher Vergrößerung,  
Kohlendioxidblasen im Hefeteig.

Schüler bei der Vorbereitung des Hefe-Versuchs.



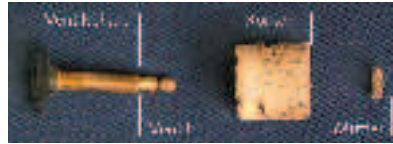
Hefe-Versuch nach 30 Minuten.



## Wasserrakete

### Was brauchst du dafür?

- 1 1,5 Liter-Plastik-Getränkeflasche
- 1 alten Fahrradschlauch mit Ventil (den erhältst du auch kostenlos im Fahrradladen)
- 1 Luftpumpe mit Schlauch Wasser
- 1 Korken, der gut auf die Getränkeflasche passt
- 3 Raketenflügel aus Pappe, die du selber basteln kannst
- 1 Startplatz im Freien



**So funktioniert das Experiment:** Schneide das Ventil aus dem Schlauch heraus. Bohre ein passendes Loch längs durch den Korken und schiebe den Ventilschaft durch den Korken. Setze auch gleich das Ventil samt Überwurfmutter wieder ein. Klebe die drei gebastelten Raketenflügel außen an die Flasche, so dass sie stabil auf den Flügeln steht. Fülle die Flasche zu 1/3 mit Wasser und verschließe sie mit dem präparierten Korken. Jetzt pumpe mit der Luftpumpe die Wasserrakete auf. Bei genügend hohem Druck wird der Korken ausgestoßen und die Rakete fliegt davon.

**Warum schießt die Rakete in den Himmel?** Nach dem Start drückt die Luft in der Flasche das Wasser durch den offenen Flaschenhals nach unten. Dadurch wirkt auf die Flasche eine Kraft nach oben, die die Rakete beschleunigt. Gleichzeitig verliert die Rakete immer mehr an Masse, da das Wasser ja aus der Flasche heraus spritzt. In dem Moment, wo das Wasser komplett aus der Rakete herausgedrückt wird, hat diese ihre maximale Geschwindigkeit erreicht, wird durch Gravitation und den eigenen Luftwiderstand gebremst und fällt schließlich wieder zu Boden.

### ACHTUNG!

- > Suche dir einen großen Startplatz im Freien!
- > Zuschauer sollten beim Start einer Wasserrakete einen ausreichenden Sicherheitsabstand einhalten!
- > Vorsicht vor horizontalen Querschlägern!
- > Niemals beim Start in Richtung Menschen zielen!





## Der Countdown läuft – mit Vitamin C ins All



Raketen bewegen sich nach dem Rückstoßprinzip fort, indem sie Gas aus den Düsen ausstoßen und dadurch in die entgegengesetzte Richtung beschleunigen. Um dieses Prinzip selbst erforschen zu können, benötigt ihr leere Film Dosen, Vitamintabletten, eine Spritze, kaltes und warmes Wasser, eine Stoppuhr sowie buntes Papier, um die Rakete zu verzieren – Letzteres muss nicht sein, sieht aber lustig aus. Vitamintabletten enthalten neben den Vitaminen auch Citronensäure und Natriumhydrogencarbonat. Gibt man die Tablette in eine Filmdose mit Wasser (nicht verschließen), beobachtet man, dass es zu sprudeln beginnt und Schaum aus dem Gefäß gedrückt wird. Gleichzeitig wird die Tablette kleiner, bis nur noch farbiges Wasser mit vielen Gasblasen in der Dose zurück bleibt. Die Blasen bestehen aus Kohlenstoffdioxid – der Chemiker sagt dazu auch  $\text{CO}_2$  – das sich bei der Reaktion der Citronensäure mit dem Natriumhydrogencarbonat im Wasser gebildet hat. Solange das  $\text{CO}_2$  aus der Filmdose entweichen kann, ist für einen ständigen Druckausgleich gesorgt. Was geschieht aber, wenn wir das Gas daran hindern, aus dem Gefäß zu entweichen?



Gebt je 1/2 Tablette in die Rakete und ändert die Wassermenge in 5 ml Schritten (mit einer Spritze abmessen).

Wie ändert sich die Zeit bis zum Abheben der Rakete und die Flughöhe? Bei welcher Wassermenge steigt sie am höchsten?

Befüllt die Rakete mit der Wassermenge, bei der sie am höchsten geflogen ist und gebt 1/4, 1/2, 3/4 oder eine ganze Tablette dazu.

### Versuchsdurchführung:

Befüllt eine Filmdose mit Wasser und einer Brausetablette. Verschließt die Dose und stellt sie mit dem Deckel nach unten auf den Boden. **Zügig aus der „Gefahrenzone“ gehen**, abwarten und beobachten. Was passiert? Die Filmdose schießt mit einem lauten „Plopp“ in die Höhe. Deckel, Tablette und Wasser sind am Boden zurückgeblieben. Wieder hat sich  $\text{CO}_2$  gebildet, aber diesmal konnte das Gas nicht entweichen und hat sich in der Dose angesammelt. Mit Zunahme der Gasmenge steigt auch der Druck im Gefäß so lange an, bis der Deckel herausgedrückt wird. Mit dem Deckel werden auch das Wasser und die Tablettenreste durch den Überdruck nach unten weggestoßen. Als Reaktion auf den Ausstoß bewegt sich die Filmdose nach oben.

Ist eine Änderung von Startzeitpunkt oder Höhe erkennbar? Gibt es eine optimale Tablettengröße? Wiederhole den Versuch mit warmem Wasser. Beeinflusst die Wassertemperatur Startzeit oder Flughöhe? Befülle eine weiße und eine schwarze Filmdose mit dem idealen Tabletten-Wasser-Verhältnis. Welche hebt zuerst ab? Welche steigt höher?



## Kann man Wasser stapeln?

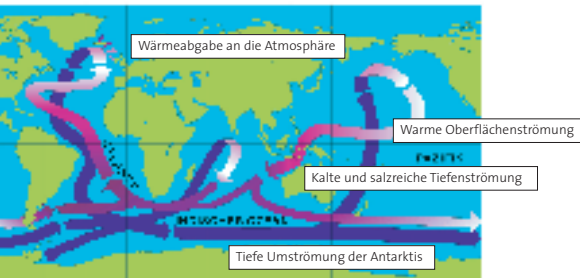
Vielleicht denkst du zunächst, Wasser im flüssigen Zustand sei natürlich nicht stapelbar. Aber denk daran, dass man mit sogenannten „Tatsachen“ oft eine Überraschung erleben kann. Mit diesem Experiment kannst du auf jeden Fall diese Frage sicher beantworten.

### Was brauchst du dafür?

- 1 Pipette
- 1 Reagenzglas
- 2 Gläser mit Wasser (je ca. 0,2 Liter)
- Haushaltssalz
- Lebensmittelfarbe (erhältlich in großen Lebensmittelgeschäften)

Färbe zunächst Wasser mit Lebensmittelfarbe ein. Anschließend gib 30 g Salz in das gefärbte Wasser und rühre so lange, bis sich das Salz im Wasser gelöst hat. Du hast jetzt ein Glas salziges, gefärbtes Wasser und eines mit nicht salzigem, ungefärbtem Wasser. Stelle jetzt das salzige gefärbte Wasser in das Eisfach des Kühlschranks. Nach ca. zwei Stunden kannst du den Versuch fortsetzen. Du nimmst die Pipette und füllst kaltes salziges Wasser...

Wenn du jetzt ohne Hilfe gar nicht mehr weiter weißt, dann kannst du deine Freunde, Eltern, Verwandte oder Lehrer fragen. Bestimmt könnt ihr das zusammen heraus finden. Wenn dir niemand weiter helfen konnte, kannst du uns auch eine e-mail schicken: [s.gatti@awi-bremerhaven.de](mailto:s.gatti@awi-bremerhaven.de) oder [whebold@awi-bremerhaven.de](mailto:whebold@awi-bremerhaven.de) Und... lässt sich nun Wasser stapeln?



**ERKLÄRUNG:** Wenn Wasser kälter oder salziger wird, wird es dichter. Dichter bedeutet, dass ein Liter Wasser nicht mehr genau 1 kg wiegt, sondern ein paar Gramm mehr. Denn die einzelnen Teile im Wasser stehen dichter zusammen.

### Warum haben wir dieses Experiment vorgeschlagen?

Auch im Meer gibt es Wasser, das verschieden salzig und unterschiedlich warm ist. So entstehen Strömungen, die das Klima von ganzen Kontinenten beeinflussen. So mildert z.B. der nördliche Ausläufer des Golfstroms das Klima ganz West- und Nordeuropas.



## Flaschenthermometer



**So funktioniert das Experiment:** Löse die Lebensmittelfarbe in dem kalten Wasser auf und gieße das gefärbte Wasser in die Flasche. Bohre ein Loch in den Verschluss (oder in den Korken) und verschließe die Flasche. Schiebe dann den Trinkhalm durch das Loch, bis er in die Flüssigkeit eintaucht. Dichte den Verschluss (Korken) gut mit Knete ab und wärme mit deinen Händen die Flasche. Das bunte Wasser wird in den Trinkhalm steigen.

**Warum steigt das Wasser in den Trinkhalm?** Die eingeschlossene Luft in der Flasche wird durch deine Hände erwärmt. Durch Erwärmung bewegen sich die Luftteilchen schneller und entfernen sich voneinander. Dadurch nimmt die Dichte ab und das Volumen wird größer, das heißt, die Luft aus der Flasche braucht mehr Platz und drückt auf den Wasserspiegel. Da die Luft nicht entweichen kann, drückt sie auf die Wasseroberfläche, so dass das Wasser in dem Trinkhalm aufsteigt.

### Wusstest du, dass das Thermometer nach demselben Prinzip funktioniert?

Ein Thermometer besteht im Wesentlichen aus einer luftleeren Röhre, die mit Alkohol (früher Quecksilber) gefüllt ist. Die Flüssigkeit dehnt sich bei Erwärmung aus und bei Abkühlung zieht sie sich zusammen. Über eine Skalierung kannst du die Längenänderung als Temperatur ablesen.

#### Was brauchst du dafür?

- 1 leere Flasche  
mit Verschluss oder mit Korken
- 1 Trinkhalm
- Bienenwachs oder Knete
- Wasser
- Lebensmittelfarbe

**Zu Beginn des Experimentes:**  
Im Strohhalm befindet sich wenig Wasser.



**Der Wasserstand im Strohhalm steigt bei leichter Erwärmung der Flasche (z.B. mit den Händen).**

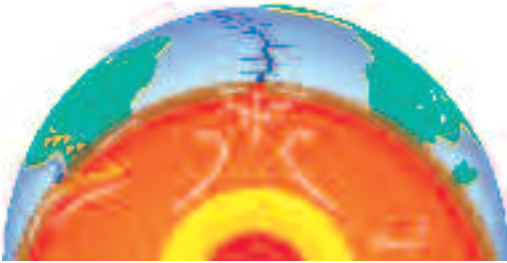


**Bei anhaltender Wärmezufuhr steigt der Pegel weiter.**



## Heißer Motor in der Erde

Der Transport von Wärme kann in der Natur auf verschiedene Arten geschehen: Durch Wärmestrahlung, wie beim Ofen, oder durch Wärmeleitung, z.B. in Metallen. Wenn Wärme, wie in unserem Versuch, durch die Bewegung von Materie transportiert wird, nennt man das Konvektion. Diese Konvektion findet auch in der Erde statt. Der Erdkern ist sehr heiß, über 5000 °C. Das zähflüssige Gestein im Erdmantel, das den Kern umgibt, wird aufgeheizt und steigt auf. Oben kühlt es ab und sinkt nach unten. So entsteht ein Kreislauf – der Motor für die so genannte Platten-tettonik: Die Erdkruste besteht aus einzelnen Platten, die auf dem warmen Erdmantel schwimmen. Durch die Konvektionsbewegungen im Erdmantel werden sie an manchen Stellen auseinander, an anderen Stellen zusammen geschoben. Das ist häufig der Grund für Erdbeben und Vulkanausbrüche.



**Der Versuch:** Für den Versuch benötigst du zwei Flaschen, ein Stück Karton, Lebensmittelfarbe sowie heißes und kaltes Wasser. Als erstes füllst du in eine Flasche heißes Wasser bis fast zum oberen Rand und fügst die Farbe zu. Die andere Flasche füllst du mit kaltem Wasser und drückst dann auf die Öffnung das Stück Pappe. Dreh jetzt mit der Pappe als Verschluss diese Flasche um und stell sie auf die Öffnung der anderen Flasche. Wenn du die Pappe wegziehst, kann das Wasser zwischen den Flaschen frei fließen. Was dann passiert, siehst du auf den Fotos unten.

**Die Erklärung dafür?** Flüssigkeiten bestehen aus Teilchen, die sich frei bewegen können. Je wärmer die Flüssigkeit ist, desto stärker bewegen sie sich und desto mehr Platz brauchen sie. Die Teilchen sind also im warmen Wasser weiter voneinander entfernt. Es ist deshalb leichter als kaltes und drängt entgegen der Schwerkraft nach oben. Die Farbe macht deutlich, wie das warme Wasser aufsteigt. Durch den gleichen Effekt steigt auch das am Erdkern erwärmte Gestein auf.



## Ich kann hören, aus welcher Richtung du klopfst

Wenn wir verstehen wollen, was Lärm ist, müssen wir uns mit der Schallausbreitung beschäftigen: Aufgrund des zeitlich versetzten Eintreffens des Schalls am Ohr ist es möglich zu bestimmen, woher ein Geräusch kommt. Das nennt man Richtungs-hören. Schon eine ganz geringe Zeitdifferenz, z.B. von 30  $\mu$ s (30millionstel Sekunde), können wir zwischen dem Eintreffen eines kurzen Geräusches in beiden Ohren wahrnehmen. Um die Richtung feststellen zu können, muss man also mit beiden Ohren hören. Lang anhaltende Geräusche machen es dabei natürlich schwieriger, die Richtung zu erkennen.

### Ihr könnt das Experiment zu zweit zu Hause durchführen.

Dazu braucht ihr nur ein etwa 1 m langes Gartenschlauchstück. Wenn ihr kleine Trichter habt, könnt ihr diese zum besseren Hören an die Enden des Schlauches aufstecken. Ein Teilnehmer hält nun die Enden des Plastikschauchs oder die Trichter an die Ohren. Der Schlauch muss sich hinter dem Rücken befinden. Der Horchende schließt die Augen. Mit einem Bleistift klopfet ein zweiter Teilnehmer nun leicht irgendwo auf den Schlauch.

Ihr werdet feststellen, dass es deutlich zu hören ist, ob sich die Klopfstelle weit oder nah am rechten oder linken Ohr befindet und auch, ob genau auf die Mitte des Schlauches geklopft wurde. Der Horchende zeigt mit Kopfbewegungen nach links oder rechts an, aus welcher Richtung das Geräusch kommt – die „Mitte“ mit einem Nicken nach vorne. Wird nur um 1 cm von der Mitte abweichend geklopft, so zeigt er schon um 5° (Grad) zur Seite.

Führt diesen Versuch auch mit einem längeren oder einem dickeren Schlauch durch. Welche Veränderung könnt ihr dann feststellen?

Mit einem langen Schlauch und zwei Trichtern könnt ihr telefonieren. Probiert dieses mit unterschiedlichen Abständen aus.



© martin wundsam

Unser Gehör kann bestimmen, aus welcher Richtung ein herannahender Zug kommt. In einer Diskothek machen viele laute Geräuschquellen eine Schallortung fast unmöglich.

Im Alltag ist es wichtig zu hören, aus welcher Richtung der Schall kommt, wie z.B. im Straßenverkehr.



Aus welcher Richtung kommt der Schall?



Telefonieren mit einem Schlauch – so sieht das dann aus:





## Schwerelosigkeit – wenn Gewicht keine Rolle spielt...

Warum fällt auf der Erde ein Apfel herunter und warum schwebt er dem Astronauten auf der Raumstation vor der Nase weg? Die Massen zweier Körper ziehen sich gegenseitig an. Mit einem einfach zu bauenden Gerät, einem sogenannten Gravimeter, kannst du die Schwerkraft messen. Dieses besteht aus drei mal zwei sich abstoßenden Magneten, die in einer Führung übereinander gehalten werden. Steht das Gravimeter auf einem Tisch, stoßen sich die Magnete durch die Magnetkraft ab. Gleichzeitig wirkt aber die Gewichtskraft (Eigengewicht der Magnete) der Abstoßung entgegen: Ein bestimmter Abstand stellt sich ein.

Schwerelos nennt man einen Zustand, in dem man keine Beschleunigungen und daher keine Gewichtskraft mehr messen kann. Wir können Schwerelosigkeit für kurze Zeit erreichen, wenn wir ein Objekt fallen lassen. Wissenschaftliche Versuche unter Schwerelosigkeit kann man darum auch in einem Fallturm durchführen. Lässt du das Gravimeter (auf ein Kissen!) fallen, kannst du beim Fall beobachten, dass die Magnete sich so weit wie möglich voneinander entfernen.

Was ist passiert? Die Magnetkraft wird natürlich nicht stärker, wenn man das Gravimeter loslässt. Aber weil sie nicht mehr gegen das Eigengewicht der Magnete anarbeiten muss, ist sie in der Lage, diese weit auseinander zu drücken. Wenn die Dauer der Schwerelosigkeit in einem Fallturm, wie er links zu sehen ist, nicht ausreicht, kann man z.B. einen Parabelflug nutzen. Der Pilot fliegt auf einer parabelförmigen (bogenförmigen) Flugbahn. Probier es selber aus, indem du dein Gravimeter in einem Bogen einem Freund zuwirfst. Du wirst erstaunt sein, dass es möglich ist, auch nach oben zu fallen: das Gravimeter zeigt Schwerelosigkeit auch schon an, wenn es nach oben fliegt!

Näheres zu diesem Thema unter [www.dlr.de/Schoollab/Koeln\\_Porz/Experimente/Schwerelosigkeit](http://www.dlr.de/Schoollab/Koeln_Porz/Experimente/Schwerelosigkeit) oder [www.zarm.uni-bremen.de](http://www.zarm.uni-bremen.de)

Im freien Fall wirkt die Massenträgheit der Schwerkraft entgegen. Im 146 Meter hohen Bremer Fallturm des Zentrums für angewandte Raumfahrttechnologie und Mikrogravitationsforschung (ZARM) an der Universität Bremen kann man 9 Sekunden lang „schwerelos“ arbeiten.

Das selbst gebaute Gravimeter:

Besorg dir drei starke Magnetpaare, 1 m Rundstab und zwei quadratische Holzplättchen. Zeichne in die Mitte einer Holzplatte einen Kreis, dessen Durchmesser genau so groß ist wie der eines Magneten zuzüglich des Durchmessers eines Holzstabs zuzüglich 1 mm.

Leg die Scheiben übereinander und bohre vier Löcher an den Schnittstellen des Kreises mit den Diagonalen des Quadrates. Jedes Magnetpaar verklebe so, dass die Magnete nach außen zeigen. Schiebe diese so zwischen die Stäbe, dass sie sich abstoßen. Nun kannst du die Stäbe in den Holzplättchen festkleben.



rechts: So zeigt das selbstgebaute Gravimeter Schwerelosigkeit an.



## Nagel, Draht und Batterie – ein Elektromagnet

Wickle um einen Eisennagel einen dünnen, langen Kupferdraht, der mit einer Kunststoffummhüllung (Isolierung) überzogen ist. Die möglichst fest und dicht gehaltene Wicklung befestige mit Klebeband. Entferne dann mit der Zange vorsichtig die Kunststoffschicht an den beiden Drahtenden. Verbinde die beiden blanken Drahtenden mit einer Batterie und halte die Nagelspitze z.B. über eine Büroklammer.

**Was passiert, wenn du an die Nagelspitze einen Kompass hältst? Probiere aus, was passiert, wenn du einen doppelt so langen Draht um deinen Nagel wickelst!**

Jeder kennt Dauermagnete, z.B. Büromagnete, mit denen man Zettel an Pinnwände heften kann oder Küchenmagnete, die an der Metalltür des Kühlschranks haften bleiben. Es gibt aber auch Elektromagnete. Sie werden durch elektrischen Strom erzeugt. Fließt ein elektrischer Strom durch einen Draht, so erzeugt er um sich herum ein Magnetfeld. Ist der Draht im Kreis gewickelt, wie der Draht auf dem Nagel, so bildet er eine Spule und die Magnetfelder der einzelnen Drahtstücke überlagern sich. Die magnetische Kraft wird dadurch so groß, dass sie Büroklammern festhalten kann.

Auf Schrottplätzen gibt es Elektromagnete, die so stark sind, dass sie ganze Autos anheben können.



Alexander und Katharina  
haben einen Elektromagneten  
gebaut.

Sie halten ihn an einen  
Kompass (Mitte).

So kann der Elektromagnet  
aussehen (unten).



Die einzelnen Windungen  
des Drahtes des Elektro-  
magneten bilden ein gemein-  
sames Magnetfeld, das  
z.B. eine Büroklammer an-  
ziehen kann.



## Zauberkräfte...

Verborgene Kräfte zu haben oder zaubern wie Harry Potter oder Hermine – wer hat sich das noch nicht gewünscht! Aber geht denn das? Nein, leider geht es nicht. Aber wenn du deine Freunde verblüffen willst, kannst du die unsichtbare Kraft der Magnete nutzen.

Magnete können sich anziehen oder abstoßen, sie haben zwei „Seiten“, wissenschaftlich nennen wir die Seiten Nord- oder Südpol. Mit dem unterschiedlichen Pol ziehen sie sich an – also Nord mit Süd. Mit den gleichen Polen stoßen sie sich ab – also Nord mit Nord oder Süd mit Süd. Das kannst du gut an einer Spielzeugetisenbahn ausprobieren, die Magnetkupplungen hat: Stößt die Lok den Waggon ab, dann dreh sie um und sie wird den Waggon ziehen oder umgekehrt.

Magnete ziehen Eisen an. Aus Eisen sind viele Sachen, die jeder zu Hause hat. Zum Beispiel Büroklammern, Nägel oder Stecknadeln: Sie bleiben alle am Magneten kleben. Auch manche Münzen enthalten Eisen, darum zieht der Magnet sie an.

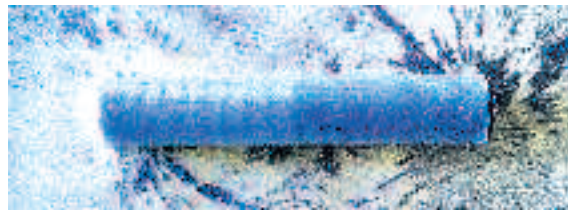
### Hier der „Zaubertrick“:

Die Anziehungskraft eines Hufeisenmagnets kann einen Nagel auf magische Weise bewegen: Lege den Nagel auf eine hölzerne Tischplatte, sie soll nicht zu dick sein. Nimm den Magnet in die Hand und richte ihn unter der Tischplatte auf den Nagel. Wenn du den Magneten jetzt hin und her bewegst, dreht sich der Nagel oder stellt sich sogar auf! Übe ein wenig – auch mit unterschiedlichen Gegenständen, wie Büroklammern, Stahlkugeln oder mit kleinen Metallautos. Dann kannst du deine Zuschauer bestimmt bei einer Vorführung überraschen. Viel Erfolg!

Magnete kannst du im Eisenwarengeschäft kaufen oder auch in alten Lautsprechern vom Wertstoffhof – aber schau mal zuerst an euren Kühlschränken, ob Zettel mit Magneten angeheftet sind. Diese sind vielleicht etwas schwach, aber sie gehen auch. Aber vergiss nicht, sie zurückzugeben! – Das IPP benutzt riesige und sehr starke Magnete für seine großen Experimente. Bei einem Besuch kannst du sie gerne besichtigen.



Eisenspäne, wie sie an den Polen eines Magneten ausgerichtet werden und sogenannte Magnetfeldlinien bilden.



Der tanzende Nagel an einem nicht vorhandenen Faden gehalten...







## Hörbarer Strom aus Zitronen

Eine einfache Batterie ist schnell gebaut. Was ihr dazu braucht, sind zwei verschiedene Metalle und eine Säure. Für eure Zitronenbatterie nehmt ihr eine Zitrone, eine Schraube und ein kleines Stückchen Kupfer (aus einem alten Kabel). Man steckt die Schraube in die Zitrone und bohrt an einer anderen Stelle ein kleines Loch in die Zitrone, in den man den Kupferdraht steckt. Jetzt ist eure Zitronenbatterie fertig.

**Wo ist aber der Strom?** Ihr könnt ihn hören, wenn ihr einen Kopfhörer nehmt. Haltet den Stecker an die Schraube und wischt mit dem Drahtende seitlich über den Stecker. Und was hört ihr?

**Mehr Strom?** Wenn ihr zwei (oder mehr) Zitronen mit Kabeln so verbindet, dass je ein Kupferstück und eine Schraube verbunden werden, dann beträgt die Spannung das Doppelte wie vorher. Ihr könnt damit sogar eine kleine Birne zum Leuchten bringen. Probiert es aus! Geht es auch mit anderen Früchten oder gar Kartoffeln? Und was ist mit Zitronensaft?

\*Die Zitrone bzw die anderen Früchte danach nicht mehr essen! Auch den Saft solltet ihr nicht trinken.

Das sind die Materialien, die ihr für die Zitronenbatterie braucht.



So steckt ihr den Kupferdraht und die Schraube in die Zitrone.



Mit einem Kopfhörer könnt ihr die Stromspannung sogar hören!



## Warum „Leitungswasser“ so heiß...

Leitungswasser leitet den elektrischen Strom. Deshalb darf man niemals elektrische Geräte, Steckdosen oder Schalter mit nassen Händen berühren oder sie auf andere Art mit Nässe oder Feuchtigkeit in Verbindung bringen. Aber was genau leitet nun den elektrischen Strom im Wasser? Chemisch reines Wasser, das es zum Beispiel als destilliertes Wasser für ein Dampfbügeleisen gibt, leitet den elektrischen Strom nämlich nicht.

**DURCHFÜHRUNG:** Fülle destilliertes Wasser in das Glasgefäß und befestige die Metallklammern oder Plättchen so am Gefäß, dass sie ins Wasser eintauchen, aber nicht ganz hinein rutschen können. Entferne an jedem Drahtende etwa 1 cm der Isolierung. Verbinde nun mit den abisolierten Drahtenden die Batterie mit der Lampe und den Metallklammern wie in der Abbildung. Streue nach und nach etwas Salz in das Wasser und rühre vorsichtig um, ohne die Metallklammern im Wasser zu berühren.

**BEOBACHTUNG:** Das Lämpchen leuchtet nach kurzer Zeit auf und wird vielleicht sogar etwas heller, je mehr Salz sich im Wasser aufgelöst hat.

**DEUTUNG:** Nur Wasser allein, also chemisch reines destilliertes Wasser, leitet den elektrischen Strom nicht – die Lampe bleibt dunkel. Wenn sich allerdings Salz in Wasser löst, bilden sich elektrisch geladene Teilchen, die jetzt den elektrischen Strom leiten können – die Lampe leuchtet.

Weil in unserem Trinkwasser aus der Leitung eine Menge verschiedener Salze gelöst sind, leitet also das Leitungswasser auch den elektrischen Strom.



### Was brauchst du dafür?

1 Glas

2 Metallklammern, -plättchen  
oder Büroklammern

1 Glühlämpchen (3,5 Volt) mit Fassung

1 Flachbatterie (4,5 Volt)

drei Stücke isolierten Schaltdraht (z.B.  
Klingeldraht, jeweils etwa 30 cm lang),  
destilliertes Wasser (0,25 Liter reichen)

Salz (z.B. aus einem Salzstreuer)

Zange, Schere, Plastiklöffel oder  
Holzstäbchen zum Umrühren

Destilliertes Wasser, das mit  
unterschiedlichen Mengen an  
Salz präpariert werden kann.



Durch das Salzwasser  
fließt Strom –  
die Lampe leuchtet.



Der gleiche Versuchs-  
aufbau mit Geräten aus  
dem Schülerlabor.



## Creative Liquids – Lebendige Flüssigkeiten

*„Materie besitzt die Fähigkeit, sich selbst zu organisieren. Seit dem Urknall bildet sie Strukturen aus, die sich allein aus den inneren Wechselwirkungen ihrer Bestandteile ergeben. Unter welchen Bedingungen oder Voraussetzungen Strukturbildungsprozesse zu neuen Ausformungen führen können, untersucht die wissenschaftliche Erforschung dynamischer Systeme.“* **Volkhard Stürzbecher\***

Die zugrunde liegenden Naturprozesse, die selbstständig Muster bilden, kann man auch mit einfachen Materialien in Flüssigkeiten wie Öl, Wasser aber auch in Sand, Papier und anderen natürlichen Stoffen selber erzeugen bzw. beobachten. Diese Musterbildungen in Flüssigkeiten, die durch die Oberflächenspannung erzeugt werden, werden beobachtbar, wenn gelöste Farbpigmente auf eine wässrige oder ölige Unterlage getropft werden. Dabei entstehen sehr unterschiedliche Strukturen wie Verästelungen (Dendriten), Blattformen (viscous fingering), Zellstrukturen oder pulsierende Gewebemuster.

Zu einem Experiment brauchst du nur eine Glasschale, Wasser und Farbpigmente – wir haben Seidenmalfarben verwandt. Als erstes solltest du deine Arbeitsoberfläche mit Küchenpapier gut abdecken. Fülle nun die Glasschale etwa halbhoch mit Wasser. Beobachte, welche Muster sich bilden, wenn du nun langsam die Seidenmalfarbe in das Wasser tropfst. Andere Muster entstehen, wenn du das Wasser durch stark verdünnten Tapetenkleister austauschst. Nach einiger kreativer Experimentierzeit kannst du vielleicht auch solche Musterbildungsprozesse erzeugen wie Volkard Stürzbecher. Deine Fragen, Anregungen und Ergebnisse leiten wir gerne an ihn weiter.

Seidenfarben, in verdünnten Tapetenkleister getropft, erzeugen diese „verästelten“ Muster.

Du benötigst eine Glasschale, Wasser bzw. stark verdünnten Tapetenkleister und Seidenmalfarben für dieses Experiment.

Musterbildungen in Flüssigkeiten durch Oberflächenspannung

So sieht das Musterbild an die Wand projiziert aus:

\* Der in Neustadt lebende Volkhard Stürzbecher beschäftigt sich seit 1995 künstlerisch mit oszillierenden chemischen Wellen.



## Sehen und gesehen werden...

### Verschwindende Papierschnitzel

**DURCHFÜHRUNG:** Zwei bis drei dunkle Papierschnitzel werden so an eine Seite der Nase angeklebt, dass sie alle gleichzeitig mit dem jeweiligen Auge (unscharf) gesehen werden können. Nun stützt man sich auf beide Ellenbogen und legt den Kopf in beide Hände, wobei das andere Auge mit der Hand verdeckt wird. Dann wird einer der Papierschnitzel mit bewegungslosem Auge für einige Sekunden fixiert.

**BEOBACHTUNG:** Zuerst verschwinden die nicht fixierten Papierschnitzel, dann auch der fixierte Schnitzel. Bewegt man das Auge und ein anderer Papierschnitzel wird fixiert, erscheinen alle Papierschnitzel wieder.

**DEUTUNG:** Feine unwillkürliche Augenbewegungen verhindern das Verschwinden der Wahrnehmung durch Verschieben des Reizmusters auf der Netzhaut des Auges. Die Frage, wodurch genau ein fest fixiertes Muster in der Wahrnehmung verblasst, ist noch nicht ganz geklärt.



### Eine verschwindende Lücke

**DURCHFÜHRUNG:** Das linke Auge wird geschlossen und mit dem rechten Auge wird einer der Punkte fixiert. Gleichzeitig werden die beiden Linien beobachtet. Verändert sich nichts, muss ein günstigerer Beobachtungsabstand gewählt werden.

**BEOBACHTUNG:** Die beiden Linien scheinen sich zu verbinden.

**DEUTUNG:** Die beiden Linien werden beim Fixieren eines Punktes gerade auf dem blinden Fleck auf der Netzhaut abgebildet. Da sich im blinden Fleck keine Lichtsinneszellen befinden, sieht man an dieser Stelle einfach nichts. Die Linien werden an der fraglichen Stelle scheinbar geschlossen.



		Grundschule, Ferienkurse	5.– 8. Klasse	9./10. Klasse	Gymnasiale Oberstufe	Berufsschul- klassen	Lehrer- Fortbildung	Infoveranstaltung für Referendare und Lehramtsstudenten
<b>Zentrum</b>	Ansprechpartner Ansprechpartnerinnen							
<b>AWI</b>	Dr. Susanne Gatti	●	●	●	●		●	●
<b>DESY, Hamburg</b>	Uta Langenbuch	●	●	●	●	●	●	
<b>DESY, Zeuthen</b>	Ulrike Behrens	● 4. Klasse	●	●	●	●	●	
<b>DKFZ</b>	Dr. Thomas Schutz	● Ferienkurse	●	●	●	●	●	●
<b>DLR Berlin-Adlershof</b>	Dr. Bernd Kirchner		●	●	●	●	●	●
<b>DLR Göttingen</b>	Susanne Strempel, Dr. Oliver Boguhn	●	●	●	●	●	●	●
<b>DLR Köln-Porz</b>	Dr. Richard Bräucker	● 4. Klasse	●	●	●	●	●	●
<b>DLR Oberpfaffenhofen</b>	Dr. Dieter Hausmann			●	●	●	●	●
<b>DLR Stuttgart/ Lampoldshausen</b>	Bernhard Heislbetz			●	●	●	●	●
<b>FZJ</b>	Andrea Fournier	●	●	●	●	●	●	●
<b>FZK</b>	Dr. Julia Ehlermann	●		● teilweise	● Schwerpunkt	●	●	●
<b>GBF</b>	Arntraud Meyer Dr. Iris Eisenbeiser	●		●	●	●	●	●
<b>GFZ</b>	Dr. Dietlinde Friedrich	●			●		●	
<b>GKSS</b>	Michael Buchsteiner	●		●	●	●	●	●
<b>GSF</b>	Dr. Antje Brand	●	●	●	●	●	●	●
<b>GSI</b>	Jutta Reiß			●	●	●	●	
<b>HMI</b>	Kerstin Berthold	●	● bis 6. Klasse	●	●	●	●	
<b>IPP Garching</b>	Ute Schneider-Maxon	● Kindergarten	● 7. Klasse		●			
<b>IPP Greifswald</b>	Beate Kemnitz	●	●	●	●	●	●	
<b>MDC</b>	Dr. Christian Unger Claudia Jacob	●	●	●	●	●	●	
<b>UFZ</b>	Dr. Torsten Lange				●		●	●

**Schülerlaborbeauftragte  
in den Zentren**

<b>AWI</b>	Dr. Susanne Gatti Tel: +49(0)471 4831-1392 sgatti@awi-bremerhaven.de
<b>DESY, Hamburg</b>	Uta Langenbuch Tel: +49(0)40 8998-4550 physik.begreifen@desy.de
<b>DESY, Zeuthen</b>	Ulrike Behrens Tel: +49(0)33762 77-121 physik.begreifen.zeuthen@desy.de
	Adelheid Sommer Tel: +49(0)33762 77-197 physik.begreifen.zeuthen@desy.de
<b>DKFZ</b>	Dr. Thomas Schutz Tel: +49(0)6221 42-1400 t.schutz@dkfz.de
<b>DLR Berlin-Adlershof</b>	Dr. Bernd Kirchner Tel: +49(0)30 67055-545 bernd.kirchner@dlr.de
<b>DLR Göttingen</b>	Susanne Stempel Tel: +49(0)551 709-2129 susanne.stempel@dlr.de
	Dr. Oliver Boguhn Tel: +49(0)551 709-2161 oliver.boguhn@dlr.de
<b>DLR Köln-Porz</b>	Dr. Richard Bräucker Tel: +49(0)2203 601-3093 richard.braeucker@dlr.de

<b>DLR Oberpfaffenhofen</b>	Dr. Dieter Hausamann Tel: +49(0)8153 28-1071 dieter.hausamann@dlr.de
<b>DLR Lampoldshausen/ Stuttgart</b>	Bernhard Heislbetz Tel: +49(0)6298 28-206 bernhard.heislbetz@dlr.de
<b>FZJ</b>	Andrea Fournier Tel: +49(0)2461 61-1428 schuelerlabor@fz-juelich.de
<b>FZK</b>	Dr. Julia Ehlermann Tel: +49(0)7247 82-2730 julia.ehlermann@ftu.fzk.de
<b>GBF</b>	Dr. Iris Eisenbeiser Arntraud Meyer Tel: +49(0)531 6181-945 bios.lab@gbf.de
<b>GFZ</b>	Dr. Dietlinde Friedrich Tel: +49(0)331 288-1075 dietlinde.friedrich@gfz-potsdam.de
<b>GKSS</b>	Michael Buchsteiner Tel: +49(0)4152 87-1631 buchsteiner@gkss.de
<b>GSF</b>	Dr. Antje Brand Tel: +49(0)89 3187-2766 antje.brand@gsf.de
<b>GSI</b>	Jutta Reiß Tel: +49(0)6159-2634 j.reiss@gsi.de
<b>HMI</b>	Kerstin Berthold Tel: +49(0)30 8062-2288 schuelerlabor@hmi.de
<b>IPP</b>	Ute Schneider-Maxon Tel: +49(0)89 32991331 schneider-maxon@ipp.mpg.de
<b>IPP Greifswald</b>	Beate Kemnitz Tel: +49(0)3834 88-1203 beate.kemnitz@ipp.mpg.de
<b>MDC</b>	Dr. Christian Unger (bis 30.6.06) Tel: +49(0)30 9489-2923 unger@bbb-berlin.de
	Claudia Jacob (ab 1.7.06) Tel: +49(0)30 9489-2930 c.jacob@bbb-berlin.de
<b>UFZ</b>	Dr. Torsten Lange Tel: +49(0)341 235-2755 kubus-schuelerlabor@ufz.de





**HERAUSGEBER:**

**Helmholtz-Gemeinschaft  
Deutscher Forschungszentren**

**IDEE UND REDAKTION:**

**Dr. Ellen Peerenboom**  
Helmholtz-Gemeinschaft

**KONZEPTION UND GESTALTUNG:**

**Martin Wundsam**  
Büro für visuelle Kommunikation, Lörrach  
wundsam@wundsam-design.de

**TEXT UND BILDER:**

Soweit ohne weitere Angaben  
wurden die Texte und Bilder  
von den Schülerlaboren  
der Helmholtz-Gemeinschaft  
zur Verfügung gestellt.

**DRUCK:**

**Uehlin** Print und Medien GmbH,  
Schopfheim

