



KONTEXTIS

ARBEITSHEFTE 2012

Axel Werner

Der Kreislauf der Steine

TERRALINA ERFORSCHT UNSERE ERDE



Gefördert von:

Eine Initiative des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung



Wissenschaftsjahr 2012

Zukunftsprojekt
ERDE



Liebe Lehrerinnen und Lehrer,



Autor

wir sind es gewohnt, unser Leben in Sekunden, Minuten, Stunden, Tagen, Wochen, Monaten und Jahren einzuteilen. Prozesse, die in irgendeine dieser Zeitkategorien fallen, können wir erkennen und nachvollziehen. Was deutlich schneller abläuft, erhaschen wir nicht. Und was deutlich länger braucht, entzieht sich ebenfalls unserer Beobachtung. Wenn ein Mensch eine lange Reise unternimmt, so kehrt er doch spätestens nach einigen Jahren zurück. Macht sich hingegen ein Wassertropfen auf die große Reise, dauert es tausend Jahre, bevor er ungefähr wieder am Startpunkt angelangt. In der Zwischenzeit wird er durch die Kraft der Sonne in den Himmel gehoben, reist in einer Wolke viele Kilometer weit, regnet irgendwo wieder ab, plätschert in einem Rinnsal, später in einem immer breiter werdenden Fluss zu Tale, erreicht auf diversen Umwegen das Meer und sehr viel später den Ozean, wo er dereinst zu seiner Reise aufbrach. Doch das alles ist noch gar nichts gegen den ungleich länger andauernden Kreislauf der Steine. Auf einer mehrere Millionen Jahre währenden gemächlichen Reise wird ein Sandkorn Teil eines größeren Steines, kann unterhalb der Erdoberfläche verschwinden und tief ins Erdinnere gedrückt durch die dort herrschende Hitze aufschmelzen. An einer weit entfernten Stelle wird er als Teil einer rotglühenden Lava aus einem Vulkan geschleudert und dann Teil unseres Erdbodens. Durch das Aufeinanderzubewegen kontinentaler Platten in Tausende Meter Höhe gehoben wird er nun Teil eines Gebirgsmassivs. Dort erlebt er hoch über den Wolken Wind und Wetter. Durch Erosion auch von dort wieder abgetragen und fortgeweht, landet er als winziges Körnchen irgendwo und alles beginnt von vorn.

In meinen Experimenten stelle ich Ihnen einige Orte und Phänomene vor, welche unser kleiner Stein auf seiner Exkursion entdeckt. Wann etwas schwimmt und dass auch Steine dies mitunter können, steht am Beginn der Reise. Wie Gebirge entstehen und warum Meerestiere hoch oben in den Alpen Abdrücke hinterlassen konnten, entdecken wir durch geschicktes Bearbeiten bunter Knete. Wie man einen Lavastrom erzeugt, was die optimale Flugbahn von vulkanischen Auswürflingen ist und wieso die Vulkane am Aussterben der Saurier auch eine Mitschuld haben, erforschen wir ebenso wie Magnetfelder. Was Vulkane uns über das Wandern der magnetischen Pole verraten, ist ebenfalls ein Thema. Wieso immer wieder große Steine aus der Erde kommen, zeigt mein David-gegen-Goliath-Experiment. Was es mit Fußballmolekülen auf sich hat und was coolen Glibberschleim mit der Entstehung der bunten Vielfalt unserer Umwelt verbindet, klären wir ebenso wie das Geheimnis der Osmose.

Ich wünsche Ihnen gutes Gelingen und spannende Aha-Erlebnisse - wie sie die unzähligen Kinder bei mir im Extavium in Potsdam bei diesen Experimenten hatten!

Ihr
Dr. Axel Werner
Potsdam,
im Frühjahr 2012



Hallo Kinder,

auch Steine unternehmen sehr weite Reisen. Bevor sie zurückkehren, vergehen viele Millionen Jahre. In dieser Zeit waren sie mal Sandkorn, mal Gebirge. Sie waren hoch über den Wolken und so tief in der Erde wie noch kein Mensch. Sie waren fest und flüssig, haben sich hochheben und durch die Luft schleudern lassen und nebenbei auch mächtig Einfluss darauf genommen, wie sich das Leben auf der Erde entwickelt. Neugierig geworden? Na dann los! Gehen wir gemeinsam auf Forschertour. Danach wissen wir viel mehr darüber, wie unsere Welt funktioniert.



IMPRESSUM

Herausgeber: Technische Jugendfreizeit- und Bildungsgesellschaft (tjfbg) gGmbH



Geschäftsführer: Thomas Hänsgen

Geschäftsstelle: Wilhelmstraße 52, D-10117 Berlin

Fon/Fax (030) 97 99 13-0/-22, www.tjfbg.de | info@tjfbg.de

Redaktion: Sieghard Scheffczyk, Illustrationen: Egge Freygang,

Grafik-Layout: Sascha Bauer

Druck: Möller Druck und Verlag GmbH, 1. Auflage: 24 000

Erscheinungsdatum: 6. August 2012, ISSN 1869-9987

Dieses Heft wurde klimaneutral gedruckt.



Druck | ID: 10389-1205-1005

Plattentektonik und die Grundlage des Schwimmens

So wird's gemacht:

Probiere zunächst, ob deine Knete als Kugel oder Stange schwimmt. Forme aus der Knete ein kleines Boot. Probiere zwischendurch immer mal, ob dein Boot schon schwimmen kann. Wenn das Kneteboot stabil auf dem Wasser schwimmt, belade es mit einigen deiner kleinen Gewichte. Wie viel Last trägt dein kleines Boot?

Was ist zu beobachten? Knete in Form einer Kugel oder Stange schwimmt nicht, sondern geht unter. Auch ein lediglich flach gewalztes Stück Knete taucht ab. Modellierst du hingegen eine Bootsform, so schwimmt die Knete auf dem Wasser. Je mehr sich deine Knete der Form eines Bootes oder einer Halbkugel annähert, umso mehr Last kannst du zuladen.

Warum ist das so?

Knete selbst ist zu schwer, um zu schwimmen. Wenn du die Knete zu einer **Kugel** formst und dir nun vorstellst, du hättest eine ebenso große Kugel **Wasser**, dann wäre deine Knetekugel schwerer als die Wasserkugel. Um auf dem Wasser schwimmen zu können, müsste sie jedoch leichter sein.

Formst du ein **Boot**, so befindet sich nun innerhalb des Bootskörpers **Luft**. Jetzt vergleichst du nicht mehr nur das Gewicht der Knete mit dem des Wassers, sondern das Gewicht von „Knete plus Luft“. Nun müsstest du also dein Kneteboot (mit der Luft) wägen, was natürlich immer noch nahezu genau die gleiche Masse hat (das bisschen Luft wiegt so wenig, dass dies keine Haushaltswaage anzeigen könnte). Aber als Boot nimmt das Ganze viel **mehr Platz** als vorher als Kugel ein. Wenn du dir nun in Gedanken vorstellst, dein Kneteboot wäre komplett aus Wasser – also auch alle Luft darin wäre jetzt Wasser – so wäre dieses „Wasserboot“ deutlich schwerer als dein Kneteboot mit der Luft. Es würde untergehen, während dein Kneteboot schwimmen kann.

Belädst du dein Boot nun, kommt diese Last noch mit dazu. Aber solange **Knete plus Luft plus Ladung** zusammen genommen leichter sind als eine gleichgroße Menge Wasser, schwimmt das Boot.

Materialien



Knete



Schüssel mit kaltem Leitungswasser



einige Steinchen, Kugeln, Muttern oder ähnliche kleine Gewichte

Die Faltung der Erde

So wird's gemacht:

Walze zuerst mit Hilfe der Flasche jeden einzelnen Knetestreifen auf der Knetunterlage aus. Die nun platten Knetestreifen sollten gleich lang und ungefähr 2 cm breit sein. Lege die Knetestreifen auf der Unterlage genau übereinander

Unser Heimatplanet ist über viereinhalb Milliarden Jahre alt. In dieser Zeit hat sich das Antlitz der Welt immer wieder verändert. Kontinente wandern über den Globus, Gebirge entstehen und werden wieder abgetragen. Die Bildung eines Gebirges dauert sehr lange. Innerhalb eines Menschenlebens sind kaum Veränderungen zu bemerken. Lässt man jedoch in Gedanken eintausend Jahre in einer einzigen Sekunde passieren, dann würde man in diesem Zeitraffer Bewegungen erkennen.

Materialien



knetfeste Unterlage



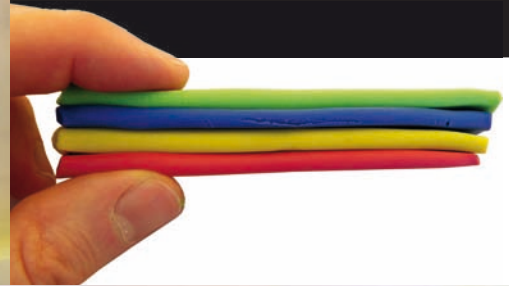
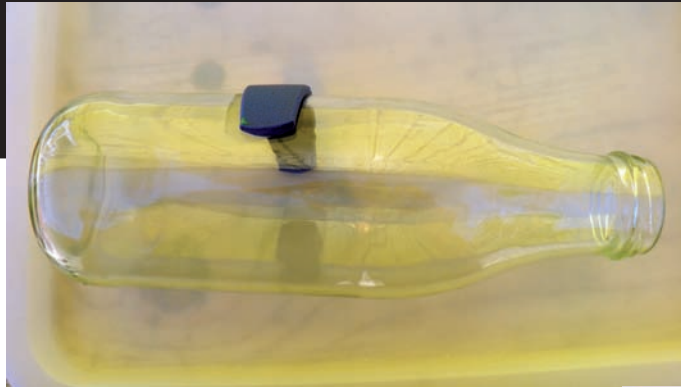
vier unterschiedlich farbige Knetestreifen



Glasflasche zum Ausrollen der Knete



Messer (kann stumpf sein)



und drücke diese dann vorsichtig mit deiner Hand gleichmäßig zusammen. Ganz unten sollte ein roter Knetestreifen liegen. Berühre das Knetestreifenpaket nun so, dass dein linker Daumen und Zeigefinger das Paket links umschließen und dein rechter Daumen und Zeigefinger das Paket rechts umschließen. Bewege nun beide Hände so aufeinander zu, dass sich das Knetepaket zu einem Berg mit Bergkuppe zusammenschiebt. Drücke den Kneteberg an allen Seiten noch einmal gut zusammen. Achte dabei darauf, dass der Berg sich nach oben verjüngt. Stelle deinen Berg auf die Knetunterlage. Schneide mit dem Messer einmal quer durch den Berg hindurch und zwar von der Bergspitze bis zum Fuß des Berges. Nun hast du einen Querschnitt durch die Schichten hergestellt, welche deinen Berg bilden. Du kannst nun auch noch die oberste Spitze deines Berges mit dem Messer abtrennen. Da du zwei Hälften hast, ist es möglich, einmal nur ein wenig und einmal etwas mehr von der Bergkuppe abzutrennen.



Was ist zu beobachten?

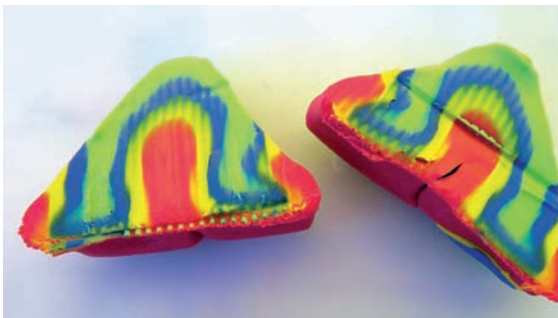
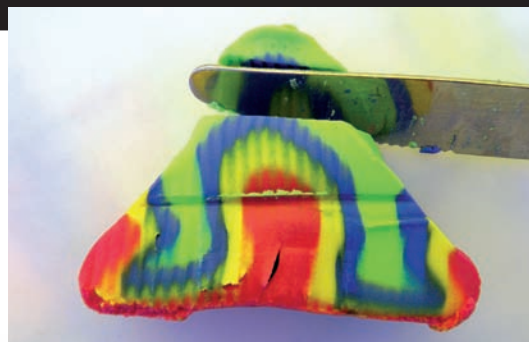
Schneidest du den Berg von oben nach unten mit dem Messer durch, wirst du feststellen, dass die anfangs übereinander geschichteten farbigen Knetestreifen zwar immer noch in der gleichen Reihenfolge übereinander liegen, nun aber auch von unten nach oben durch deinen Berg verlaufen. Interessant ist hier insbesondere, dass die ehemals unterste Schicht ebenfalls in die Bergspitze gewandert ist.





Schon gewusst?

Lange Zeit hatte man keine gute Erklärung dafür, wieso sich im **Hochgebirge Fossilien** finden lassen. Muschelabdrücke in einigen tausend Metern Höhe? Einige Forscher glaubten, dass wohl dereinst das Wasser so hoch gestanden haben müsse. Sie entwickelten die Idee von einem gigantischen Urmeer. Nach dem römischen Gott des Meeres nannte man die Vertreter dieser Theorie **Neptunisten**. Der schottische Gelehrte **James Hutton** (1726 - 1797) beobachtete, dass die Sandkrumen von den Feldern immer wieder abgetragen und fortgeweht werden. Gleichgültig, wie oft man die Erde umgräbt: irgendwann ist sie wieder fast glatt. Er schloss daraus, dass sich dieser Prozess auch im Großen abspielt. Nur, dass er da viel länger dauert. Ihm war als einem der ersten klar, dass geologische Prozesse viel langsamer ablaufen als das Menschen sie live beobachten könnten. Die Entstehung der Gebirge durch Faltung und Aufwerfen riesiger Gesteinsmassen in für Menschen unsichtbar langsamem Tempo war für ihn die Erklärung auch dafür, wie Abdrücke von Meeresbewohnern Tausende Meter über dem Meeresspiegel in Felswänden auftauchen können. Die Anhänger dieser Theorie nannte man **Plutonisten** (Pluto ist in der römischen Mythologie der Herrscher der Unterwelt), da ihrer Meinung nach die Gestaltung der Welt durch die Prozesse im heißen und beweglichen Erdinnern geschieht.



Schneidest du etwas von der Bergspitze ab, erkennst du vormals untere Schichten auch mit dem Blick von oben auf den Berg. Trennst du noch etwas mehr ab, liegt irgendwann sogar die ursprünglich unterste der Schichten frei.

Der unterste, rote Knetestreifen steht symbolisch für das heiße Magma. Das befindet sich ziemlich tief in der Erde. Aber wie du siehst, gelangt es durch die Faltung nach oben. Kommt dann auch noch die Bergkuppe abhanden, liegt es frei und kann als Lava aus dem Berg fließen.

Was steckt dahinter?

Die **Alpen** in Europa, der **Himalaya** in Asien, die **Rocky Mountains** in Nordamerika, der **Atlas** in Afrika, die **Anden** in Südamerika und viele andere Gebirge sind durch Faltung entstanden. Man nennt sie daher auch **Faltengebirge**. Was du mit der Kraft deiner Finger in wenigen

Sekunden bei deiner Knete geschafft hast, dazu braucht es in der Natur eine sehr viel größere Kraft und sehr viel längere Zeiträume. Das Grundprinzip ist jedoch das gleiche. Gestein wird durch seitlich von außen einwirkende Kräfte zusammengestaucht. Wenn Kontinentalplatten aufeinander treffen, kann so etwas im großen Stile geschehen. Das Gestein weicht nach oben aus. Solange der äußere Druck anhält, wächst dadurch ein Gebirge. Zum Beispiel führte eine solche **Kontinent-Kontinent-Kollision** zwischen der Eurasischen und der Indischen Platte zur Bildung des Himalaya.

Bergspitzen sind selten richtig spitz. Meist sind sie **abgeflacht**. Durch Wind und Wetter werden Stück um Stück die obersten Schichten abgetragen. Ein solcher Prozess wird Erosion genannt. Somit ist irgendwann eine Schicht von ganz unten plötzlich ganz oben zu sehen.

Vulkane selbst gebaut

Materialien So wird's gemacht:



Unterlage, auf der man kneten kann



etwas bunte Knete



Zitronensäurepulver



Natron



Teelöffel



Wasser



rote Lebensmittelfarbe



Spülmittel



Pipette

Forme die Knetmasse solange in der Hand, bis sie schön weich wird. Nun ist es deiner Fantasie überlassen, wie dein Vulkan aussehen und wie groß er werden soll.

Forme den Vulkan auf einer Unterlage, denn Knetreste und Lava lassen sich nur schwer von der Tischplatte entfernen! Für das Experiment ist es wichtig, dass der Krater ausreichend groß für den sprudelnden Lavastrom ist und auch der Vulkanschlot schön lang gestreckt geformt wird – das verbessert den Effekt!

Gib in deinen Krater 3 Teelöffel Natron und 4 Teelöffel Zitronensäure. Durchmische beide Pulver vorsichtig. Färbe etwas Leitungswasser mit roter Lebensmittelfarbe und füge einen Schuss Spülmittel dazu. Mit einer Pipette träufelst du behutsam das rot gefärbte Spüli-Wasser auf das Natron-Zitronensäure-Gemisch. Umgehend fängt es in deinem Vulkan an zu blubbern.



Was ist zu beobachten?

Sobald das Natron-Zitronensäure-Gemisch mit Wasser in Kontakt kommt, fängt es an zu brodeln. Es bilden sich so viele Blubberbläschen, dass der entstehende Schaum durch den Vulkanschlot aus deinem Vulkan wabert.



Schon gewusst?

Auch richtige Vulkane stoßen CO_2 aus. Dort ist das CO_2 jedoch nicht durch eine Reaktion von Natron und Zitronensäure entstanden, sondern durch **Verbrennungsprozesse**. Jedoch: Alle Vulkane zusammen pusten pro Jahr **50mal weniger** CO_2 in die Atmosphäre als die Menschen. Bilder von gigantischen Rauchschwaden über ausgebrochenen Vulkanen zeigen nicht das CO_2 , sondern den freiwerdenden **Staub**. Neben großen Steinbrocken werden ja auch unzählige winzige Steinchen in die Luft geschleudert, die – weil sie so leicht sind – nicht so rasch wieder runter fallen.

Warum ist das so?

Natron ist ein spezielles Salz und heißt mit vollständigem Namen Natriumhydrogencarbonat. Das Wörtchen **Carbonat** deutet darauf hin, dass **Kohlenstoff** vorhanden ist. Die Zitronensäure löst den Kohlenstoff aus dem Natron, so dass dieser nun frei ist und sich mit dem **Luftsauerstoff** verbinden kann. Das Ergebnis heißt: **Kohlenstoffdioxid**, kurz CO_2 . Ein Kohlenstoffatom und zwei Sauerstoffatome bilden nun ein Team und reisen gemeinsam durch die Welt. Das alles wird aber erst möglich, nachdem sich die Pulver in Wasser aufgelöst haben. Dadurch werden die Natronteilchen und die Zitronensäureteilchen so klein und beweglich, dass sie sich treffen, berühren, verbinden (der Chemiker nennt das: miteinander reagieren) können. Das entstehende CO_2 ist ein **Gas**. Es bildet sich fortwährend, solange die Pulver miteinander reagieren. Der Platz in deinem Vulkanschlot wird bald zu knapp und das Gas drängt nach draußen. Dabei blubbert es durch das bunte Wasser. Da du zusätzlich Spülmittel dazu gegeben hast, entsteht ein **Seifenblasenschaum**.



Weit – weiter – am weitesten! Flugbahnen von vulkanischen Auswürflingen

So wird's gemacht:

Schneide von dem dicken Trinkhalm soviel ab, dass er einige Zentimeter kürzer ist als dein dünnerer Trinkhalm. Lege einen Knetepropfen über ein Ende des dicken Trinkhalms. Achte darauf, dass die Knete gut hält und den Trinkhalm luftdicht verschließt. Schiebe den dünneren Trinkhalm in den dickeren. Puste kräftig in den dünneren Trinkhalm, so dass der dickere Trinkhalm mit dem Knetepropfen voran wegfliegen kann. Wiederhole das Ganze unter verschiedenen Winkeln. Wie musst du deine Vorrichtung halten, damit der Trinkhalm am weitesten fliegt? Verändere eventuell die Knetemenge.

Was ist zu beobachten? Je nach Abschusswinkel fliegt dein Trinkhalm unterschiedlich weit. Durch Probieren stellst du fest, dass der Winkel, unter dem dein Trinkhalm am weitesten fliegt, bei 45° liegt, also genau in der Hälfte zwischen waagrecht und senkrecht.

Warum ist das so?

Die **Flugbahn** deines Trinkhalms ist die gleiche wie die von Bällen, Kanonenkugeln oder vulkanischen Auswürflingen. Ihnen allen gemein ist, dass sie nur am Anfang einmal mehr oder weniger kräftig beschleunigt werden und danach **ohne zusätzlichen Antrieb** weiter fliegen. Zwei Dinge wirken nun auf die Geschosse

ein: der **Luftwiderstand** (durch den Gegenwind) und die **Erdanziehung**. Der Luftwiderstand sorgt dafür, dass jedes nur am Anfang einmal beschleunigte Geschoss zunehmend abgebremst wird und irgendwann zum Stillstand kommt. Die Erdanziehung bewirkt, dass jedes nach vorn oder oben geschossene oder geworfene Ding wieder zurück auf die Erde fällt. Dieses Zurückfallen kann nur verhindert werden, wenn ein Geschoss sehr schnell unterwegs ist. Das ist aber durch einmaliges kurzes Beschleunigen (wie z. B. mit einem Tritt gegen einen Fußball) nicht zu erreichen. Um nicht wieder zurückzufallen, müsste man mit wenigstens fast 8 Kilometern pro Sekunde fliegen – das wäre achtmal schneller als eine Gewehrkugel! Bei **Vulkanausbrüchen** werden oft große Mengen heißen Gesteins in die Luft geschleudert. Im Innern des Vulkanschlots entstehen gigantische Drücke, die sich explosionsartig entladen können. Die herausgeschleuderten Gesteine sind verschieden groß und haben unterschiedliche Flugbahnen. Manche der **Auswürflinge** landen somit in unmittelbarer Nähe, andere in großer Entfernung vom Vulkan. **Der Winkel von 45°** ist offensichtlich derjenige, unter dem ein Ball, ein Stein, ein Auswürfling, eine Kanonenkugel oder ein weggepuseter Trinkhalm zwar nicht am höchsten, aber am weitesten fliegen.

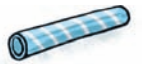
Materialien



Knete



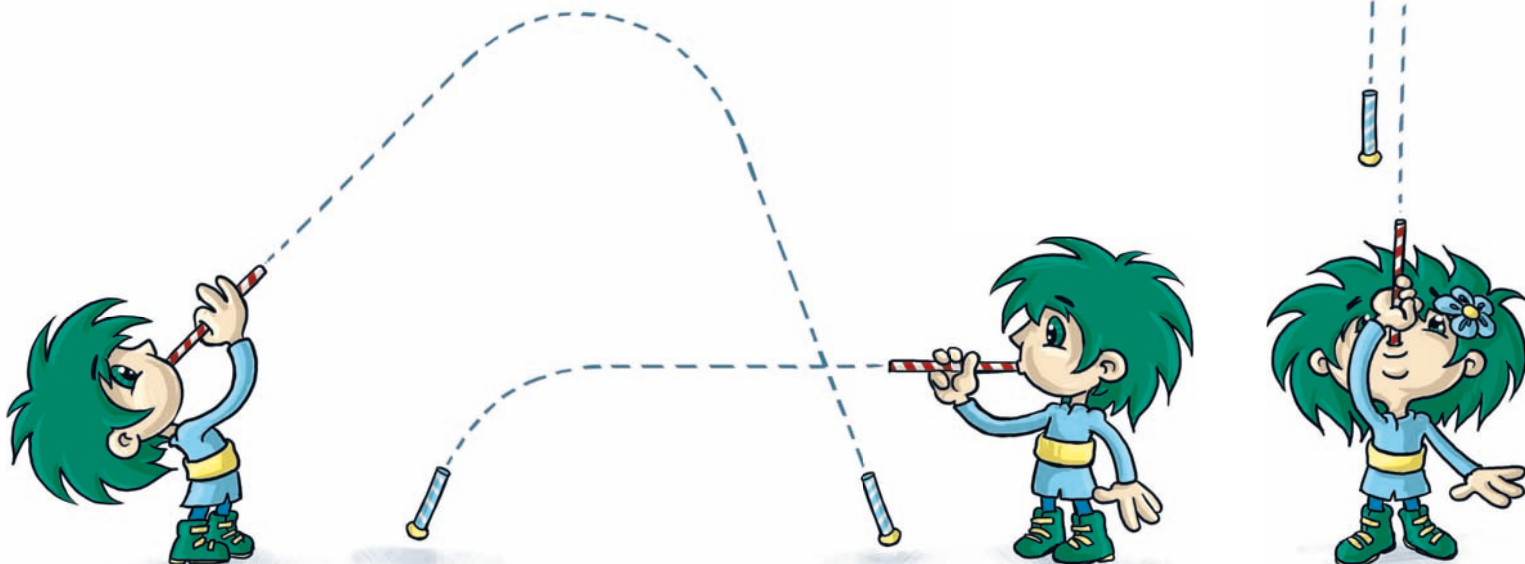
normal-dicker Trinkhalm



etwas dickerer Trinkhalm



Schere





David gegen Goliath!

Kleine Steine heben mühelos die großen

So wird's gemacht:

Wirf den großen Stein in das Plastikgefäß. Fülle Sand und kleine Kieselsteinchen in das Gefäß, bis es etwa halbvoll ist. Auf alle Fälle soll der große Stein vollständig bedeckt sein. Verschraube dein Gefäß und schüttele es einige Sekunden.

Warum ist das so?

Durch das Schütteln hüpfen die kleinen Sandkörner, die Kieselsteinchen und der große Stein ab und zu hoch. Bevor dieser wieder zurück fällt, rutschen viele der kleineren Sandkörner unter den größeren Stein. Das hindert diesen, wieder bis ganz nach unten zurückzufallen. Somit bewegt sich ein größerer Stein nach und nach in Richtung Oberfläche.

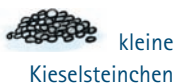
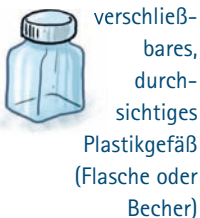
Materialien Was ist zu beobachten?

Wenn du eine Weile geschüttelt hast, sind die Kieselsteine und sogar der große Stein an der Oberfläche angekommen. Auch wenn du nun das Gefäß herumdrehst und erneut schüttelst, werden die zu unterst liegenden größeren Kiesel und der ganz große Stein bald wieder oben sein.



Schon gewusst?

Bauern stellen nach jedem Umpflügen fest, dass auf ihrem Acker größere **Steine** liegen. Diese müssen dann mühsam abgesammelt werden und bilden oft größere Haufen am Rande der Felder. Früher wurden sie auch dazu verwendet, um Steinwälle um die Ackerflächen herum zu errichten. Durch vielerlei Bewegung im Erdreich gelangen immer wieder neue große Steine nach oben. Einen wesentlichen Anteil daran hat zum Beispiel das Wasser in der Erde. Wenn es bei **Frost** gefriert, dehnt es sich etwas aus. Gefriert unter einem Stein etwas Wasser, wird er ein Stück angehoben. Wird es wieder wärmer und das Eis taut, rutschen feinere Erde und kleine Steinchen unter den großen Stein. Der nächste Frost hebt diesen dann erneut ein Stück nach oben. Es ist nur eine Frage der Zeit, wann er an der **Oberfläche** ankommt. Damit hat David über Goliath gesiegt.



Eisenfeilspäne und Magnete findest du im Internet. Am besten sind Neodym-Magnete, denn die sind richtig stark!

Magnetfelder der Erde – und wie das Leben darauf reagiert



So wird's gemacht:

Gib die Eisenfeilspäne in die Plastikkdose. Achte darauf, dass sie nie in direkten Kontakt mit den Magneten kommen. Sie würden an diesen haften und du bekommst sie nur sehr schwer wieder ab! Führe nun von unten her deinen Magneten an die Dose heran und beobachte das Verhalten der Eisenspäne. Bewege deinen Magneten hin und her, hoch und runter, im Kreis. Nimm noch einen zweiten, dritten, ... Magneten dazu. Diese sollten einige Zentimeter Abstand voneinander haben, um sich nicht selber anzuziehen.

Was ist zu beobachten?

Die Eisenspäne bilden ein Muster. Wird der Magnet bewegt, bewegt sich der gesamte Haufen Eisenspäne mit. Es entstehen verschiedene interessante Bilder.

Warum ist das so?

Ein Magnet hat stets zwei Seiten: einen **Südpol** und einen **Nordpol**. Wenn du einen Magneten genau in der Mitte durchtrennen würdest, hättest du nicht etwa einen einzelnen Südpol in der einen Hand und einen einzelnen Nordpol in der anderen Hand, sondern es wären dann zwei

Magnete, die wiederum jeder einen Süd- und einen Nordpol haben.

Wie du weißt, können sich Magnete **anziehen**, aber auch **abstoßen**. Der Nordpol eines Magneten zieht den Südpol eines anderen Magneten an, während er dessen Nordpol abstößt.

Die kleinen **Eisenspäne** verhalten sich jeder wie eine winzig kleine **Kompassnadel**. Jeder Span ist selber ein kleiner Magnet mit einem Süd- und einem Nordpol. Bringst du deinen großen Magneten in die Nähe der Späne, spüren sie seine magnetische Kraft. Einer ihrer Pole wird angezogen. Diese Seite wendet sich nun direkt in Richtung des großen Magneten. Kommen mehrere große Magnete ins Spiel, dann wird jeder der Eisenspäne gleichzeitig von mehreren Magneten angezogen oder abgestoßen. Im Endergebnis nimmt er dadurch eine ganz bestimmte Position irgendwo zwischen den Magneten ein. So entstehen die Muster. Schaust du genau hin, so entdeckst du, dass die kleinen Späne nicht wild durcheinander liegen.

Es bilden sich feine Linien, auf denen die Späne liegen. Diese nennt man **Magnetfeldlinien**. Dies ist eine Möglichkeit, das Magnetfeld – also die magnetische Wirkung – sichtbar zu machen.

Materialien



1 Teelöffel voller Eisenfeilspäne



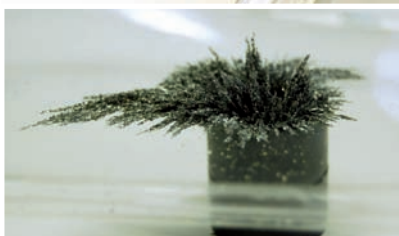
möglichst durchsichtige Plastikkdose oder Deckel



ein oder mehrere Magnete

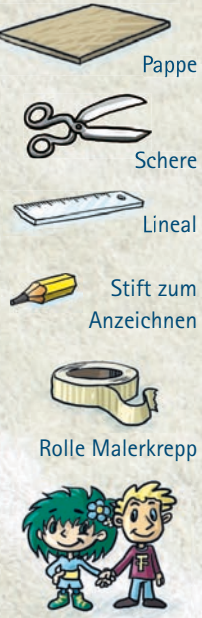
ACHTUNG:

Eisenfeilspäne sind sehr kleine Eisenteilchen. Sie sollten keinesfalls in die Nähe von Geräten (Handy, Radio, Computer, ...) gelangen, da sie wegen ihrer magnetischen Eigenschaften in jede Ritze kriechen, was den Geräten schadet. Sie sollten natürlich auch nicht in den Mund genommen, aus Versehen eingeatmet oder in die Hosentasche gesteckt werden! Experimentierst du mit starken Magneten, halte auch diese von allen elektronischen Geräten fern!



Der Grundstoff des Lebens: Kohlenstoff Oder: Wie viel Ecken hat ein Fußball?

Materialien

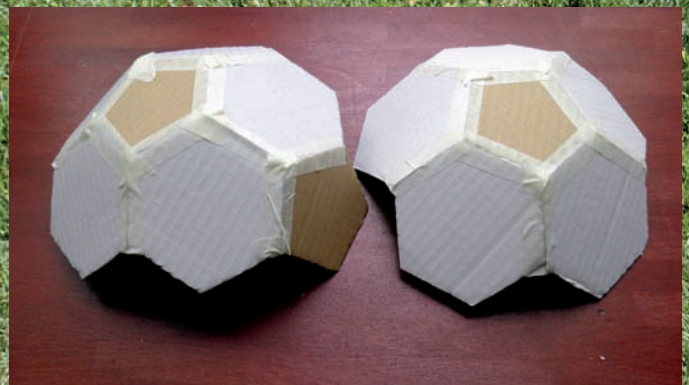
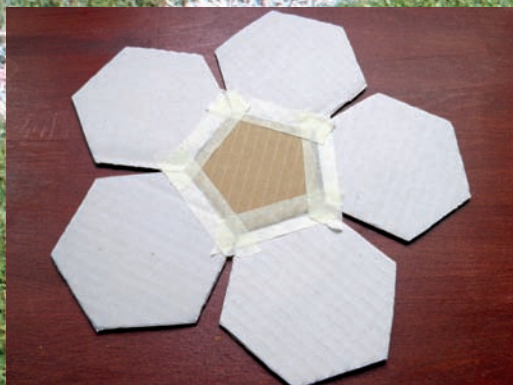


mindestens einen Freund oder eine Freundin, die mitmachen, denn für dieses Experiment braucht man mehr als zwei Hände.

So wird's gemacht:

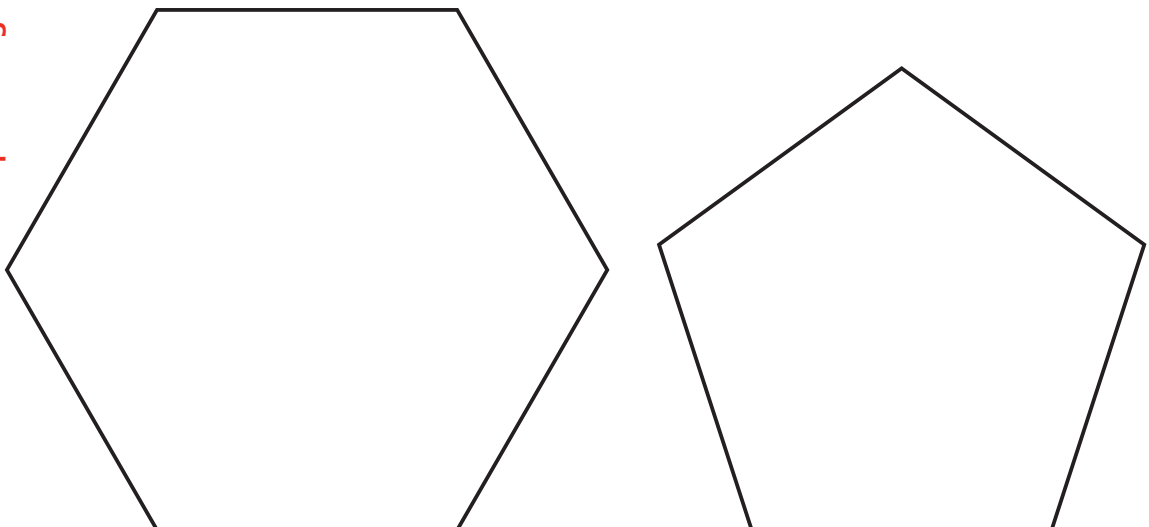
Zeichnet auf ein Stück Pappe ein regelmäßiges Fünfeck und ein regelmäßiges Sechseck, deren Seitenlängen alle 4 cm sind und schneidet beide Figuren aus. Diese dienen euch nun als Schablonen. Zeichnet mit Hilfe der Schablonen etwa 20 bis 25 Sechsecke und etwa 10 bis 15 Fünfecke auf die Pappe und schneidet diese aus. Legt eines der Fünfecke auf den Tisch und insgesamt 5 Sechsecke darum herum, so dass jede Seite des Fünfecks mit einer Seite eines der Sechsecke aneinander liegt. Verbindet die aneinander liegenden Seiten mit Hilfe des Klebebandes (von vorn und auch von hinten). Formt daraus eine Art Schale, so dass sich nun auch die restlichen Seiten

der Sechsecke untereinander berühren und verbindet auch diese mit dem Klebestreifen. Wiederholt die Schritte 3 bis 5 noch dreimal. Fügt die entstandenen Schalen zusammen und ergänzt die Lücken mit den verbleibenden Fünf- und Sechsecken. Beim Übereinanderlegen der Teilflächen kommt es nicht nur zu Lücken, die noch ausgefüllt werden müssen, sondern auch zu Doppelbelegungen. Die könnt ihr aber bestehen lassen, da dies die Gesamtstabilität des Balles erhöht. Eventuell müsst ihr noch ein paar weitere Fünf- oder Sechsecke ausschneiden. Ergänzt am Ende noch Klebeband an den Stellen, die euch zu locker erscheinen, so dass das Gesamtgefüge schließlich gut zusammenhält.



Was ist zu beobachten? Nach und nach entsteht die Grundform eines klassischen Fußballs.

Kopiervorlage

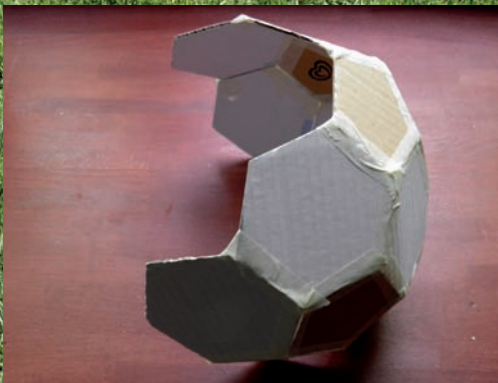


Warum ist das so?

Der Fußball besteht aus **12 Fünfecken** und **20 Sechsecken**. Die 12 Fünfecke haben zusammen $12 \times 5 = 60$ Ecken, die 20 Sechsecke haben zusammen $20 \times 6 = 120$ Ecken. Bei genauer Betrachtung des Fußballs stellst du aber fest, dass alle Ecken der Sechsecke jeweils irgendeine Ecke eines Fünfecks berühren. Da natürlich beim Eckenzählen am Fußball eine Ecke, in der sich insgesamt drei Ecken treffen, nur einmal gezählt wird, ergeben sich alles in allem nur **60 verschiedene Ecken**. Das kriegst du entweder dadurch raus, dass du die 60 Ecken (von den Fünfecken) und die 120 Ecken (der Sechsecke) zusammenzählst: $60 + 120 = 180$, dann den Fußball betrachtest und feststellst, dass sich jeweils drei Ecken in einer Ecke treffen und dadurch nur einmal zählen, was dann bedeutet, dass du die Gesamtzahl durch drei teilen kannst: $180 : 3 = 60$. Oder du erkennst, dass du die Ecken der Sechsecke gar nicht erst mitzuzählen

brauchst, da sie bereits berücksichtigt werden, indem du die Ecken der Fünfecke zählst. (Das würde nur dann nicht stimmen, wenn es Sechsecke gäbe, die an einer ihrer Ecken keinen Kontakt zu einem Fünfeck haben. Auch solche Bälle gibt es, aber wir sprechen hier nur vom klassischen/typischen Fußball.)

Auch wenn moderne Bälle aus andersförmigen Teilflächen zusammengesetzt sind: Ursprünglich wählte man diese Konstruktion für einen Fußball, weil sich eine **annähernd perfekte Kugelform** ergibt, bei einem **überschaubaren Aufwand** von Einzelflächen, die man (früher noch per Hand!) zusammennähen musste. Wird der Fußball aus Pappflächen gebastelt, kann man die Eckigkeit sehr gut erkennen. Sie lässt sich auch nicht verhindern; dieser „Ball“ wird nie rund werden. In einem richtigen **Lederfußball** wird ein extra Gummiballon aufgeblasen, der das Ganze dann nach außen in eine Kugelform drückt.



Aus wie vielen Fünfecken und wie vielen Sechsecken besteht ein klassischer schwarz-weißer Fußball? Und wie viele Ecken hat er insgesamt?



Schon gewusst?

Aktive Vulkane stoßen große Mengen Kohlenstoff in Form von Kohlenstoffdioxid aus. Der zum Beispiel auf diese Weise in unsere Atmosphäre gelangte Kohlenstoff ist für die **Entstehung des Lebens** auf unserer Erde das wohl wichtigste Element. Denn so unterschiedlich die Lebensformen auf unserem Planeten auch sind, eines haben sie gemeinsam: den Kohlenstoff, der in ihnen steckt.

Vor einigen Jahren entdeckte man, dass es dem Kohlenstoff sogar gelingt, sich von ganz allein zu einem großen Verbund zusammenzuschließen. Insgesamt 60 Kohlenstoffatome bilden dann zusammen ein Molekül, das zwar noch immer winzig klein ist, aber tatsächlich so aussieht wie ein Fußball. Man nennt es deswegen auch **Fußballmolekül!**





GLIBBERSCHLEIM

Wie aus Flüssigem Festes wird

Materialien

(p. K. = pro Kind)



Messbecher



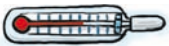
1 Plastikflasche pro Kind, gefüllt mit wenigstens 100 ml Leitungswasser



Topf



Kochplatte (alternativ Wasserkocher)



Thermometer (Anzeigespektrum bis mindestens 60 °C)



Johannisbrotkernmehl (gibt es im Reformhaus oder Biomarkt)



Küchensieb



Schneebesen oder Quirl



1 leeres Marmeladenglas p. K.



Lebensmittelfarben (Rot, Blau, Gelb)



1 Metalllöffel p. K.



Pipette p. K.

ACHTUNG:

Liebe Lehrer, Borax (Dinatriumtetraborat) kann nur über den Fachhandel besorgt werden. In unserem Alltag ist es z. B. Bestandteil von Wasch- und Putzmitteln, wird zur Desinfektion, als Holzschutzmittel oder in Reinigungstabs für dritte Zähne verwendet. Für die Glibberschleimherstellung wird eine geringe Menge Borax in Wasser aufgelöst. Diesen Teil des Experimentes sollten Sie vorbereitend durchführen. Verrühren Sie 4 g Borax auf 100 ml Wasser. Diese Menge Lösung reicht für 8 Kinder.



Borax (nur erhältlich im Fachhandel)



Einwegspritzen (12 ml) mit Skala p. K.



Plastikbecher für den fertigen Glibberschleim

So wird's gemacht:

Jedes Kind misst mit Hilfe eines Messbechers 100 ml Wasser (aus dem Vorrat in den Plastikflaschen) ab und schüttet diese Menge in den Kochtopf. (Achtet auf eine ausreichende Größe des Topfes! Ist dieser zu klein, so teilt eure Klasse

es Klumpen! Nach einigen Minuten ist eine Mehlpampe entstanden. Das Wasser ist nun schon angedickt. Verteilt die Pampe gleichmäßig auf die Marmeladengläser: etwa 100 ml pro Glas. (Vorsicht! Die Pampe ist sehr warm!) Nun könnt ihr nach Herzenslust

färben. Gebt

dafür mit der Pipette vorsichtig einige Tropfen Lebensmittelfarbe in die Gläser mit der Mehlpampe. Aus den Grundfarben Rot, Blau und Gelb könnt ihr jede



in zwei gleich große Gruppen auf und arbeitet mit zwei Töpfen weiter). Das Wasser wird auf dem Herd (oder in einem Wasserkocher) auf etwa 60 °C erhitzt. Falls ein Thermometer zur Hand ist, könnt ihr damit die Temperatur feststellen. Falls nicht, nehmt ihr den Topf beim ersten Auftreten von Wasserdampfnebel vom Herd herunter. Jedes Kind misst etwa 2 Gramm Johannisbrotkernmehl ab (das ist ungefähr ein bis zur Hälfte gefüllter Teelöffel). Nun wird das Johannisbrotkernmehl in das Wasser eingerührt. (Achtet darauf, dass anteilig nur so viel Johannisbrotkernmehl pro Kind in den Topf kommt, wie auch Wasser pro Kind darin ist!) Wichtig ist hierbei, dass das Mehl durch ein Sieb vorsichtig in das Wasser eingerührt wird (Verwendet dafür den Quirl!). Sonst gibt

beliebige Farbe mischen. Achtet darauf, dass insgesamt nicht mehr als 8 Tropfen Farbe in ein Glas kommen. Mischt ihr zwei oder drei Farben, teilt die einzelnen Tropfen so auf, dass am Ende auch nur insgesamt 8 Tropfen im Glas sind, da sonst der Wasseranteil in der Lebensmittelfarbe das Verhältnis zwischen Wasser und Johannisbrotkernmehl verfälscht. Rührt die Farbtropfen gut um, damit sich die gesamte Masse gleichmäßig einfärbt. Mit Hilfe der Spritzen messt ihr nun 12 ml Boraxlösung ab und gebt diese zu dem farbigen Schleim im Glas. Schnell und kräftig rührt ihr nun Borax und Schleim um! Wird das Ganze fest und zusammenhängend, ist euer Glibberschleim fertig. Für den Transport nach Hause packt ihr euren Glibber am Besten in einen Becher.



Was ist zu beobachten?

Tropft ihr mit der Pipette die Lebensmittelfarbe in den zunächst nur blass-gelblich aussehenden Schleim, nimmt dieser die leuchtende Farbe an. Durch die unterschiedlichen Mischverhältnisse der drei Grundfarben sieht jeder Schleim einzigartig aus. Gelangt noch Borax in die bunte Schleimmasse und rührt ihr alles kräftig um, wird aus dem zähflüssigen Schleim echter Glibberschleim, den ihr kompakt in die Hand nehmen oder über den Tisch hüpfen lassen könnt. Zerteilt ihr euren Glibber und packt die einzelnen Teile wieder fest aneinander, ist der Glibber nach einiger Zeit wieder komplett (so könnt ihr übrigens auch andersfarbigen Glibber eurer Freunde an euren Glibber pappen). Der Glibberschleim wird sich ungefähr drei Tage halten. Danach trennen sich das Wasser und die festen Bestandteile voneinander.

Warum ist das so?

Johannesbrotkernmehl löst sich in Wasser nicht wie Zucker oder Salz, sondern quillt dort auf. Mehlsuppen oder Tapetenkleister entstehen auch auf diese Art. Borax ist ein spezielles Salz, das die kleinen Teilchen des Quellansatzes (die Mehlpampe) miteinander verbindet, vernetzt, sie zusammenhält. Dadurch wird alles zu einer zusammenhängenden, glibbrigen Masse – obwohl die einzelnen Bestandteile weder glibbrig noch schleimig waren.

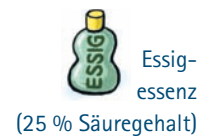
Der Glibber ist nicht zum Verzehr geeignet! Nach ein paar Tagen bitte zum Hausmüll geben.



Schon gewusst? Die gesamte belebte und unbelebte Natur (Tiere, Pflanzen, Steine, Metalle, ...) unserer Welt besteht aus nur knapp einhundert verschiedenen Elementen. Dass daraus so viel Unterschiedliches, Buntes, Weiches, Hartes, Nasses, Schweres ... entstehen kann, liegt daran, dass – genau wie bei eurem Glibber – sich diese Elemente verbinden, und im Ergebnis entsteht etwas völlig Neues, Andersartiges. Zum Beispiel: Aus den beiden Gasen **Sauerstoff** und **Wasserstoff** entsteht eine Flüssigkeit: **Wasser**. Oder: Nimmt man Sauerstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Kalzium, Chlor und Phosphor hat man schon 99 % der Bausteine eines **Menschen!** Und ein fertiger Mensch ist doch irgendwie mehr als nur die Summe dieser Bestandteile, oder?

Kann ein Ei noch wachsen? Das Geheimnis der Osmose

Materialien So wird's gemacht:



Lege dein rohes Ei in ein Glaschälchen und begieße es mit Essigessenz, bis es von der Flüssigkeit vollständig bedeckt ist. Das Schälchen sollte so klein wie möglich sein, damit nur



wenig Essig verbraucht wird. Ein paar Stunden später hat das Ei seine harte Schale verloren. Nimm es ganz vorsichtig aus dem Essig und spüle es unter einem Wasserhahn etwas ab. Falls noch kleine Reste der Kalkschale am Ei haften, kannst du diese behutsam mit den Fingern durch leichtes Reiben entfernen. Lege das schalenlose Ei in eine etwas größere Schüssel mit klarem Wasser. Falls du Lebensmittelfarbe zur Hand hast, kannst du das Wasser bunt färben. Warte nun einige Stunden.

Was ist zu beobachten?

Sobald die Eierschale Kontakt mit dem Essig bekommt, entstehen Blasen. Nach einiger Zeit ist die harte Eierschale verschwunden. Da nicht alle Eier eine gleichdicke Schale haben, kann dieser Prozess unterschiedlich lange dauern. Das Ei hat noch eine weiche innere Schale, die offensichtlich nicht vom Essig angegriffen wird. Da sie sehr dünn und empfindlich ist, musst du das Ei sehr vorsichtig behandeln. In klarem oder buntem Wasser wird das Ei mit der Zeit immer größer.

Warum ist das so?

Die Eierschale besteht aus **Kalk**. Essig ist sehr sauer. Normalerweise hat Essig, den du kaufen kannst, etwa 5 % Säureanteil. Essigessenz besteht sogar aus 25 % **Säure**. Diese Säure greift den Kalk an. Dabei zerfällt der Kalk in zwei Bestandteile: Calciumacetat, das ist der Schaum, den du erkennen kannst, und **Kohlenstoffdioxidgas**, das sind die kleinen Blubberbläschen, die du aufsteigen siehst. Irgendwann ist die gesamte Kalkschale aufgelöst. So kann man ein rohes



Hühnerhalter kennen das Ei ohne Kalkschale unter dem Namen Windei. Leiden Hühner unter Kalkmangel, kann es passieren, dass sie ein Ei ohne Schale legen.

Ei schälen! Wegen des unterschiedlichen Säureanteils dauert der Prozess in Essig deutlich länger (ein bis zwei Tage) als in Essigsäure (mehrere Stunden).



Schon gewusst?

Eine dünne Haut, die bestimmte kleine Teilchen durchlässt, nennt man auch **teilweise durchlässige Membran** (**membrana** kommt aus dem Lateinischen und heißt Häutchen). Den Prozess, bei dem etwas durch die Membran hindurch dringt, nennt man **Osmose** (**osmos** kommt aus dem Griechischen und bedeutet eindringen). Wenn du **reife Kirschen** am Baum siehst, dann solltest du sie vor dem nächsten Regen pflücken. Die Haut der Kirschen ist durchlässig für Regenwasser, aber nicht so elastisch wie die Membran beim Ei, so dass die Früchte sich mit Wasser voll saugen und **aufplatzen**. Das dahinter stehende Phänomen ist das in der Natur oft zu beobachtende Bestreben, **Konzentrationsunterschiede** auszugleichen. Dies gilt auch im Hinblick auf die in diesem Heft häufiger erwähnten **Vulkane**: Deren riesige **Aschewolken** verteilen sich mit der Zeit gleichmäßig in der Atmosphäre. Vor etwa 65 Millionen Jahren gab es auf der Erde einen riesigen **Meteoriteneinschlag**. In der Folge brachen mehrere Vulkane aus. Insgesamt verteilte sich dadurch dermaßen viel **Staub** in der Atmosphäre, dass der Himmel sich für längere Zeit verdunkelte. Pflanzen konnten nicht mehr richtig wachsen, weil ihnen das hierfür nötige **Sonnenlicht** fehlte. Die Pflanzen fressenden **Saurier** starben aus. Von denen jedoch hatten sich die Fleisch fressenden Saurier ernährt, die wegen der nun fehlenden Nahrungsgrundlage ebenfalls ausstarben.

Die innere dünne Haut wird durch den Essig nicht angegriffen. Im Ei-Inneren ist viel Flüssigkeit. In dieser sind **Mineralien**, also Salze gelöst. Legst du das Ei in klares Wasser, so ist nun innen im Ei eine Flüssigkeit und außerhalb des Eies auch. Beide Flüssigkeiten unterscheiden sich durch den Gehalt an Mineralien. Die kleinen Wasserteilchen (nennt man auch **Moleküle**) schaffen es, durch winzig kleine Löcher in der zarten Haut zu wandern und gelangen so in das Ei-Innere. Sie wollen zu den Mineralien. Damit steigt der Anteil der Flüssigkeit innerhalb des Eies. Da die gummiartige dünne Haut elastisch ist, kann das Ei tatsächlich noch wachsen. Falls du eine grammgenaue Waage hast, kannst du feststellen, dass das Ei schwerer wird.

Lebensmittelfarbe ist im Grunde genommen nur buntes Wasser. Damit funktioniert der Versuch ebenso gut wie mit klarem Wasser. Du hast am Ende sogar ein buntes Ei, denn auch die Farbtteilchen schaffen es bis ins Ei-Innere. Da die dünne Haut etwas durchsichtig ist, kannst du die Farbe erkennen.

Wiegst du das Ei vorher (mit Schale), unmittelbar nachdem die Schale entfernt ist und nach einem Tag im Wasser, so stellst du fest: am leichtesten ist es mit Schale. Während sich die Schale ablöst, dringt nämlich schon Flüssigkeit in das Ei ein und macht es schwerer. Nach einem Tag im Wasser ist es dann nochmals schwerer geworden.

