

# KONTEXTIS

ARBEITSHEFTE 2011

Axel Werner

## Das Labor des Lebens – EXPERIMENTIEREN MIT AESKULA



Eine Initiative des Bundesministeriums  
für Bildung und Forschung

Wissenschaftsjahr 2011

Forschung für  
unsere **Gesundheit**



## Liebe Lehrerinnen und liebe Lehrer,

**Autor**



**Dr. Axel Werner**

studierte Physik und unterrichtete einige Jahre Mathematik, Physik und Chemie, promovierte in der Solarzellenforschung und ist Mitbegründer und Kurator des wissenschaftlichen Mitmachmuseums Extavium in Potsdam.

werner@extavium.de

das Jahr 2011 steht unter dem Motto „Forschung für unsere Gesundheit“. In dem Ihnen vorliegenden Experimentierheft beleuchten wir deshalb einige Aspekte, die mit **individueller Gesundheit** und mit **gesundem Lebensraum** zu tun haben. Denn diese beiden Schwerpunkte sind untrennbar miteinander verbunden! Wir laden Sie ein, gemeinsam mit uns ins Labor des Lebens zu kommen. Dort gibt es unendlich viel zu erforschen und zu entdecken.

Zu Beginn erkunden wir die **Geheimnisse unsichtbaren Lichts**, indem wir herausfinden, wie sich dieses auf unseren **Vitaminhaushalt** auswirkt und wie das **Sehen** eigentlich funktioniert. Ein allbekanntes Arbeitsgerät eines jeden Arztes ist das **Stethoskop**. Während wir ein solches nachbauen, werden einige wichtige Erkenntnisse über das **Hören** vermittelt. Sehen und Hören sind zwei sehr wesentliche Sinne, die uns die Orientierung in unserer Umwelt ermöglichen. Wir leben nicht außerhalb der Natur, sondern sind Teil derselben und äußerst abhängig von einer gesunden, also nicht krankmachenden natürlichen Umwelt. **Wasser** spielt eine übergeordnete Rolle, es ist **Lebensquell** im doppelten Sinne. Ohne Wasser wäre das Überleben eines Menschen nicht möglich. Das gilt auch in einem Zeitalter der Technik; es wird sicher niemals eine Erfindung geben, die dem Menschen das Überleben gänzlich ohne Wasser ermöglicht. Und Wasser stellt die notwendige Grundlage dafür dar, dass vor fast vier Milliarden Jahren Leben auf der Erde überhaupt entstehen konnte. Da sich das Leben in der meisten Zeit im Wasser

abspielte – denn das Leben an Land, wie wir es heute kennen, ist eher eine späte „Erfindung“ der Natur –, ist es interessant zu erfahren, wie sich unserer „Mitbewohner“, zum Beispiel Wale oder Fische, im Wasser bewegen können. Wie genau funktioniert eigentlich das **Schwimmen** und **Tauchen**?

Sich seine **eigenen Nahrungsmittel** herzustellen, macht unbestritten viel Freude und kann sehr gut dazu dienen, dass die Kinder wieder zu Erkenntnissen gelangen, die in früheren Zeiten selbstverständlich waren. Insbesondere in Großstädten sind Kinder (und auch Erwachsene) entfremdet von natürlichen Prozessen und wissen oftmals nicht genau, wie bestimmte Früchte oder Gemüsesorten ursprünglich aussehen, wo sie wachsen, wie sie verarbeitet werden. An einigen Beispielen möchten wir hier Abhilfe schaffen und aufzeigen, wie man sich selber **Trockenobst** oder **Joghurt** oder wohlschmeckenden **Kakao** herstellen kann. Wir erforschen die **Kartoffel** und fabrizieren unsere eigene **Brause**. Am Ende des Heftes wagen wir eine Gesamtschau auf die Ernährung. Eine gesunde Ernährung setzt Ausgewogenheit und Abwechslung voraus. Zum Überleben und zum Gesundbleiben benötigen wir die ständige Zuführung von Stoffen, die unser Körper nicht selber produzieren kann. Am Anfang jedoch steht die Tatsache, dass wir uns ernähren, um Energie zu gewinnen. Das Erreichen eines gesunden **Energiegleichgewichts** ist deshalb ein

essentielles Erfordernis, in diesem Experimentierheft ebenfalls beschäftigen werden.

Bei jedem einzelnen Forschungsgegenstand gilt die Empfehlung, ihn in einen für die Kinder erkennbaren und nachvollziehbaren **Kontext** zu stellen. Die Experimente brauchen einen **Lebensweltbezug**. Fehlt dieser, erscheinen die einzelnen Phänomene bestenfalls interessant, darüber hinaus jedoch bedeutungslos, unwichtig, für das richtige Leben nicht brauchbar. Die hier beschriebenen Experimente haben den Vorteil, allein wegen des übergeordneten Themas „Gesundheit“ einen Lebensweltbezug zu besitzen. Sie als Pädagogen können diesen Bezug verstärken und noch spannender darstellen, wenn Sie die jeweils gewonnenen Erkenntnisse in andere Bezüge stellen, in andere Wissensbereiche ragen lassen, **Querverbindungen** aufzeigen. Die Kinder bringen oft selbst durch ihre noch unverstellte Fähigkeit, frei zu assoziieren gute Ideen und Fragen ins Spiel und erkennen Zusammenhänge, welche sich dem ersten Blick noch entziehen. Ich habe versucht, Ihnen hierzu bei den einzelnen Experimenten jeweils gute Hinweise zu geben.

Ich wünsche Ihnen und Ihren Schülerinnen und Schülern gutes Gelingen und viele freudige Erkenntnisse!

Dr. Axel Werner

Potsdam, im Frühjahr 2011

Hallo,  
ich bin Aeskula und helfe den Menschen seit langer Zeit, gesund zu bleiben. Soll ich euch zeigen, wie man sich gesunden und leckeren Joghurt herstellen kann? Wollt ihr wissen, was Sonnenlicht mit Vitaminen zu tun hat oder warum Wale, Fische und U-Boote so prima ab- und auftauchen können? Dann kommt mit mir ins Labor des Lebens und lasst uns gemeinsam forschen! Dort erfahrt ihr auch, wie das Instrument funktioniert, das ich umgehängt habe. Wer möchte, kann sich so etwas sogar selber bauen. Ich zeige euch, wie's geht!



# Schwarzes Licht und Vitamin D



## So wird's gemacht:

Versuche den Experimentierraum so dunkel wie möglich zu bekommen. Schalte die UV-Lampe ein und halte sie in die Nähe deiner Freunde.

## Was ist zu beobachten?

Wenn du die UV-Lampe in die Nähe deiner Freunde hältst, fällt dir auf, dass alles was unter „normalem“ Licht eigentlich weiß aussieht (also z. B. weiße Anzihsachen, Zähne, Augen) nunmehr seltsam hell-violett erscheint.

## Warum ist das so?

Das für uns **sichtbare Licht** besteht aus den Farben, die du vom Regenbogen kennst:



und deren Zwischentönen. Ultraviolett heißt jenseits, also hinter dem Violett. Dieses Licht liegt hinter dem für uns Menschen sichtbaren Bereich und ist dadurch unsichtbar. Verschiedene Tiere wie beispielsweise Greifvögel oder

Vor etwa 100 Jahren prägte der polnische Biochemiker **Casimir Funk** (1884 - 1967) den Begriff **Vitamin**, der sich zusammensetzt aus Vita, dem lateinischen Namen für Leben und Amin, einer bestimmten chemischen Verbindung.

## Materialien



UV-Leuchtstoffröhre – auch Schwarzlichtlampe genannt (gibt es im Baumarkt)



Anzihsachen, in denen auch Weiß vorhanden ist

Des Weiteren werden ein abgedunkelter Raum und ein paar Freunde mit strahlend weißen Zähnen benötigt.

Bienen können das UV-Licht sehen: Dem **Greifvogel** hilft es, die **Maus** zu fangen, denn der Urin, den sie hinterlässt, leuchtet im UV-Bereich sehr hell. Die **Biene** erkennt die richtigen Blümchen, bei denen es noch leckeren Nektar zu holen gibt. Denn deren **Blüten** reflektieren UV-Licht und leuchten für die Biene wie kleine Laternen.

Auf **Geldscheinen** sind kleine Zeichen, die wir unter normalem Licht nicht erkennen können. Werden sie mit UV-Licht beschienen, reflektieren sie in einer für uns sichtbaren Farbe. So können Kassiererinnen feststellen, ob jemand mit einem echten oder gefälschten **Geldschein** bezahlt.



## WUSSTEST DU SCHON?

Derzeit sind 20 Vitamine bekannt, von denen wir 13 unbedingt zum Leben benötigen. Und 11 von diesen müssen wir mit der Nahrung zu uns nehmen, da sie in unserem Körper nicht von allein entstehen können. **Vitamin D** war nach der Entdeckung von Vitamin A, B und C in den Jahren ab 1909 das vierte Vitamin, welches gefunden wurde. Dein Körper kann es selbst produzieren, wenn genügend **Sonnenlicht** auf deine Haut einstrahlt. Genau genommen geht es um den ultravioletten Anteil im Sonnenlicht (kurz: **UV-Licht**). Ohne ausreichend Vitamin D kommt es zu einer Störung im Wachstum deiner **Knochen**. Die dadurch entstehende Krankheit nennt sich Rachitis. Wenn du viel Zeit in geschlossenen Räumen – z. B. am Computer – zubringst und beim Spielen unter freiem Himmel stets soviel Kleidung trägst, dass deine Haut so gut wie keine Sonne abbekommt, dann kann dein Körper nicht ausreichend Vitamin D bilden und du musst es **mit der Nahrung** (z. B. Fisch, Butter, Eier) zu dir nehmen. Aber Achtung! Auch beim Sonnenlicht gilt: Allzu viel ist ungesund. Wer sich zu lange ungeschützt in der Sonne aufhält, bekommt einen Sonnenbrand und schädigt Haut und Augen! Der Schadensverursacher ist die ultraviolette Strahlung – das UV-Licht.



## FÜR SCHLAUBERGER

Schwarzlichtlampen haben ihren Namen zu Recht, denn sie senden unter anderem für uns **unsichtbares Licht** aus. Und wo wir kein Licht sehen, da ist es für uns **schwarz**. Insofern ist „schwarzes Licht“ eigentlich ein Begriff, den es gar nicht geben sollte. Berücksichtigt man allerdings, dass ja nicht alle Lebewesen auf die gleiche Art und Weise sehen wie wir, dann ist der Begriff doch erlaubt. Mit dem schwarzen Licht ist die ultraviolette Strahlung gemeint, die wir nicht sehen können, aber Vögel zum Beispiel können sie erkennen. Trifft nun ultraviolettes Licht auf Gegenstände, so kann es von diesen reflektiert werden. Das zurückgeworfene Licht kann aber durchaus in einer Farbe erscheinen, die wir erkennen können.



## Der 3D-Effekt



### Materialien



Papprolle  
(z. B. von einer  
Toilettenpapierrolle)



zwei Stifte (z. B.  
Permanent Marker)



zwei Seile



Brett (0,5 bis  
1,5 Meter lang)



vier Haken oder  
lange Schrauben

### So wird's gemacht:

Halte die Papprolle vor ein Auge und schaue hindurch, z. B. in den Himmel. Das Auge, welches nicht durch die Röhre sieht, bleibt ebenfalls offen. Halte deine freie Hand in einigen Zentimetern Abstand vom Auge direkt neben die Papprolle.

Nimm in jede Hand einen Stift. Halte die beiden Stifte in unterschiedlicher Entfernung vor deine Augen. Kneife nun abwechselnd mal das eine, mal das andere Auge zu.

### Was siehst du?

Wenn du mit einem Auge durch die Papprolle und mit dem anderen Auge an der Papprolle vorbei auf deine freie Hand schaust, gewinnst du den Eindruck, dass deine freie Handfläche ein großes Loch hat.

Der Stift, der sich näher an deinem Gesicht befindet, scheint seine Position stärker zu verändern, wenn du ihn erst mit dem einen, dann mit dem anderen Auge betrachtest. Er springt stärker vor dem Hintergrund hin und her.

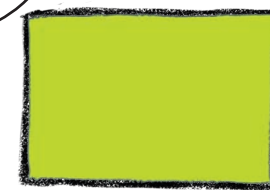
Schraube je zwei Haken oder Schrauben in die beiden Enden eines Brettes und spanne zwischen diesen jeweils ein Seil. Das eine Seil befindet sich dann etwas hinter dem anderen. Entferne dich einige Meter und versuche, indem du einzig und allein auf die Seile schaust, zu erkennen, welches Seil sich weiter vorn und welches sich weiter hinten befindet. Wenn du es noch gut erkennen kannst, entferne dich noch einige Meter.

Ab einem bestimmten Abstand kannst du nicht mehr erkennen, welches der beiden Seile sich weiter vorn und welches sich weiter hinten befindet: Dein räumliches Sehen funktioniert nämlich nur im Abstand von einigen Metern.

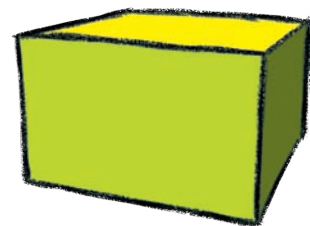
Der räumliche Eindruck kommt nur durch diese 3. Dimension (kurz 3D) zustande.



Von rechts nach links ist eine Dimension,



mit oben und unten kommt die zweite Dimension dazu,



von vorn nach hinten ist dann die dritte Dimension.

### Warum ist das so?

Jedes deiner beiden Augen sieht sein eigenes Bild. Bei dem Experiment mit der Papprolle musste dein Gehirn zwei sehr verschiedene Bilder gleichzeitig verarbeiten. Das eine Auge, welches durch die Papprolle schaut, sieht deine freie Hand nicht, während das andere Auge diese Hand sieht. Wenn nun z. B. dein linkes Auge die Handfläche sieht, dein rechtes Auge jedoch durch die Papprolle schaut und den Himmel sieht, dann ergibt sich

bei der Überlagerung beider Bilder ein Loch in deiner Handfläche, durch das der Himmel zu erkennen ist. Normalerweise jedoch sehen beide Augen das Gleiche, aber eben jedes Auge für sich. Da deine Augen einige Zentimeter voneinander entfernt sind, sind die beiden Bilder, die dann in das Bildverarbeitungssystem deines Gehirns gelangen, zwar ziemlich **ähnlich**, aber ein klein wenig unterscheiden sie sich doch. Einen erkennbaren



**Unterschied** gibt es allerdings nur bei Objekten, welche **dicht** an dir dran sind. Das kannst du testen, indem du dir etwas zuerst nur mit dem linken, dann mit dem rechten Auge ansiehst. Ist dieser Gegenstand (z. B. ein Stift) nur 30 cm von dir entfernt, so erkennst du einen Unterschied zwischen dem Bild des linken und dem Bild des rechten Auges. Ist der Gegenstand 3 m weit weg, gibt es kaum mehr einen erkennbaren Unterschied. Rückt der Gegenstand weiter als 10 Meter weg, verschwindet der Unterschied völlig. Gelangen nun zwei etwas unterschiedliche Bilder gleichzeitig in dein Gehirn, so werden diese überlagert. Sie erscheinen dir als ein einziges Bild. Dieses hat nun eine räumliche Tiefe. Das bedeutet, dass du gewissermaßen den Abstand des betrachteten Gegenstandes im Raum siehst. Da der Unterschied aber mit zunehmender Entfernung geringer wird, wird auch der **3D-Eindruck** immer kleiner. Das räumliche Sehen funktioniert also nur auf einige Meter Entfernung.



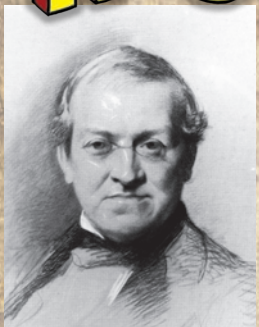
**WUSSTEST DU SCHON?**

In der Welt der **Säugetiere** gibt es die Jäger und die Gejagten. Zu den Jägern zählen beispielsweise die Raubkatzen, die Wölfe und die Bären. Auch wir Menschen gehören gewissermaßen zu den Jägern, denn unsere Urahnen waren ja Jäger und Sammler. Zu denen, die selber nicht jagen, aber oft auf der Flucht vor Jägern sind, zählen beispielsweise die Hasen, die Rehe und die Antilopen. Zwischen Jägern und Gejagten gibt es unter anderem einen entscheidenden Unterschied bei der **Lage der Augen am Kopf**. **Beutetiere** müssen auf der **Flucht** sehen, was **hinter ihnen** los ist, denn schließlich rennt von dort meist der Jäger auf sie zu. Ihre Augen sind deshalb seitlich am Kopf angebracht, wodurch sie einen größeren Bereich überschauen können,

ohne dabei den Kopf drehen zu müssen (was beim Weglaufen hinderlich wäre). Die Augen der Jäger wiederum sind nebeneinander vorn am Kopf angebracht. Für sie ist es **während des Jagens** nicht so entscheidend, auch nach hinten sehen zu können. Umso wichtiger ist es für einen Jäger jedoch, sehr gut nach vorn und **räumlich schauen** zu können. Dadurch gelingt es ihm besser, die genaue **Position der Beute** einzuschätzen. Dabei ist es gar nicht notwendig, auf große Distanz räumlich sehen zu können. Auf **Armlänge** oder Sprunglänge muss es gelingen, präzise zuzupacken! Und genau da, wo er dem Jäger am meisten hilft, ist der 3D-Effekt auch am stärksten.



# Historischer RÜCKBLICK



Charles Wheatstone (1802 - 1875)

## SIR CHARLES WHEATSTONE UND DAS RÄUMLICHE SEHEN

Mit dem Namen dieses englischen Wissenschaftlers sind zahlreiche Entdeckungen und Erfindungen verbunden, denn er war von Kindesbeinen an äußerst neugierig. Und wer neugierig ist, bekommt vieles heraus – und sieht mehr – als seine Mitmenschen. Und zu den Dingen, von denen Charles Wheatstone wissen wollte, wie diese funktionierten, gehörte auch das **räumliche Sehen**. Bereits im Jahre 1838 veröffentlichte er seine ersten Forschungsergebnisse zu diesem Thema. Da er nun wusste, dass jedes der beiden Augen „sein“ Bild sieht, nutzte er diese Erkenntnis sofort in der Praxis: Er berechnete und zeichnete Bildpaare, die das Gleiche zeigten, sich aber um eine „Winzigkeit“ unterschieden. Das eine Bild war für das rechte Auge bestimmt, das andere für das linke. Für deren Betrachtung konstruierte er gleich noch einen Apparat, den er **Stereoskop** nannte. Schaute man nun in diesen neuartigen Apparat, so sah jedes Auge das ihm zugehörige Bild. Im Gehirn wurden diese Teilbilder zu einem Gesamtbild zusammengefügt und ein verblüffend echter räumlicher Eindruck faszinierte die Menschen in Stadt und Land. Stereoskope gehörten fortan zu den Attraktivitäten auf Jahrmärkten und Volksfesten. Dieses Verfahren – die Stereoskopie – könnte man auch als „Schummel-3D“ bezeichnen, denn die dritte Dimension ist beim Betrachten der Bilder ja nicht wirklich vorhanden, sondern sie wird nur „vorgetäuscht“!



Kaiserpanorama in Wien um 1900



Eine Attraktion der Jahrmärkte vor 150 Jahren: das Stereoskop



Sherlock Holmes in 3D





**Materialien**



Haushaltstrichter (die große Öffnung sollte einen Durchmesser von ca. 5-7 cm haben)



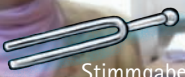
30-50 cm Aquariumsschlauch (sollte passend über die Ausflussöffnung des Trichters geschoben werden können)



Luftballon



Schere



Stimmgabel

Des Weiteren brauchst du dein Ohr und einen Freund bzw. eine Freundin mit kräftigem Herzschlag.

## Herzschlag abhören wie beim Doktor – das Stethoskop

**So wird's gemacht:**

Schiebe den Aquariumsschlauch über die Ausflussöffnung des Trichters. Achte darauf, dass der Schlauch wirklich fest sitzt! Schneide von deinem Luftballon die Tülle ab und stülpe den übrig gebliebenen Luftballonbauch über die große Öffnung des Trichters. Achte darauf, dass der Luftballon sehr straff gespannt ist. Zum Testen deines Stethoskops hältst du das freie Ende des Aquariumsschlauchs an deinen Gehörgang im Ohr. Vorsichtig kannst du nun mit deinen Fingern auf die Luftballonmembran trommeln. Na, hörst du etwas? Nun

kannst du den Trichter mit der Luftballonmembran auf die Brust deines Freundes drücken. Um seinen Herzschlag hören zu können, solltest du das Stethoskop genau in der Mitte der Brust ansetzen. Und nun absolute Ruhe! Hörst du das Herz deines Freundes oder deiner Freundin pochen?



Mein Herz pocht auch zuweilen ganz laut, zum Beispiel, wenn ich mich über etwas aufrege oder ärgere, aber auch wenn ich mich ganz toll freue!





Der

Vorgänger des Stethoskops war das Hörrohr, das vor ungefähr 200 Jahren von dem französischen Arzt **René Laënnec** (1781 - 1826) erfunden wurde. Davor haben die Mediziner den Herzschlag ihrer Patienten durch Auflegen eines Ohres auf die Brust abgehört. Damit waren die Geräusche aber nicht so deutlich hörbar wie mit dem Hörrohr.

**Was kannst du hören?**

Trommelst du mit den Fingern auf die Luftballonhaut oder drückst du das Stethoskop auf das Herz deiner Testperson, hörst du relativ laute Töne.





**Warum ist das so?**

Damit dein Ohr einen **Ton** wahrnimmt, muss sich auf dessen **Trommelfell** eine bestimmte **Schwingung** übertragen. Wenn aus dem Lautsprecher eines Radios Musik ertönt, dann schwingt die Membran des Radiolautsprechers. Dieses Vibrieren überträgt sich auf die Luft und innerhalb der Luft kann sich die Schwingung, also der Ton, ausbreiten. Auf langen Strecken wird der Ton allerdings schwächer, weil die Schwingungen in der Luft nach und nach an Kraft verlieren. Um einen sehr **leisen Ton** an dein Ohr gelangen zu lassen, musst du sehr dicht an die Quelle des Tons herankommen. So könntest du dein Ohr auch direkt auf die Brust des „Patienten“ legen, wie das die Ärzte vor der Erfindung des Stethoskops ja auch getan haben. Das Stethoskop, dessen Name aus dem Griechischen übersetzt soviel heißt wie „die Brust beobachten“, leitet den Ton sehr gut weiter an dein Ohr, so dass du mit Hilfe eines Stethoskops auch sehr leise Töne noch in einem gewissen Abstand wahrnehmen kannst. Das Stethoskop verstärkt den Ton jedoch nicht. Es sorgt nur dafür, dass sich der Ton so anhört, als wärest du ziemlich dicht an der Quelle desselben.



**WUSSTEST DU SCHON?**

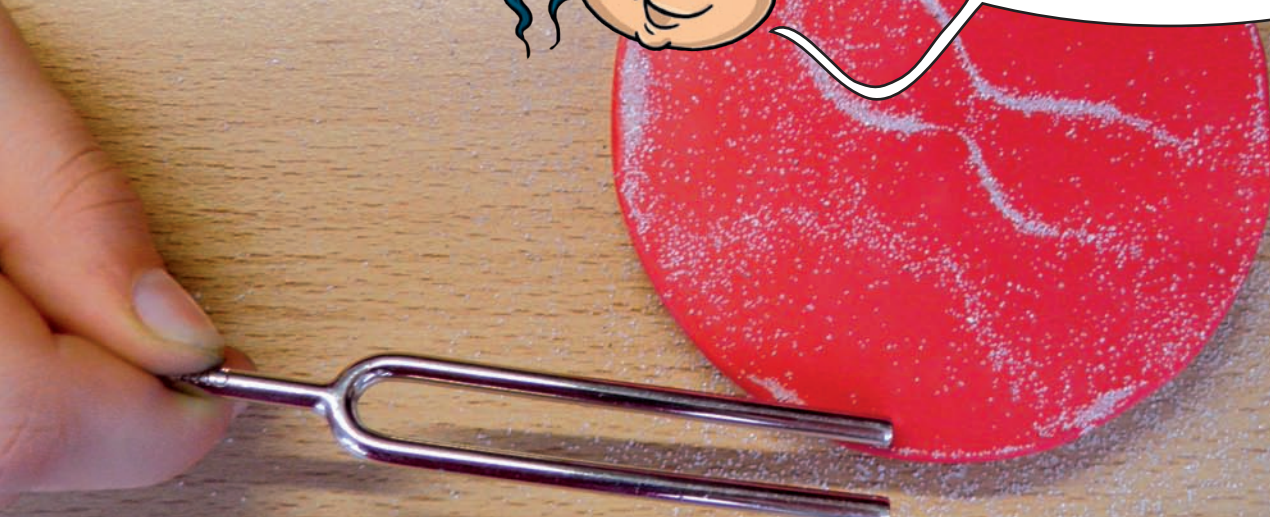
Du kannst an verschiedenen Stellen deines Körpers deinen **Puls** messen, zum Beispiel am Handgelenk oder am Hals. Probier mal, ob du die Stellen selber herausfindest. Der Puls entspricht deinem **Herzschlag**, denn dein Herz pumpt das Blut im Rhythmus seines Schlagens durch deine Adern. Wenn du ganz ruhig und ohne dich anzustrengen sitzt oder liegst, kannst du deinen sogenannten **Ruhepuls** feststellen. Der beträgt bei Kindern etwa 100 Schläge pro Minute, beim Erwachsenen etwa 75 Schläge. Interessant ist auch die Zahl der Pulsschläge bei Tieren. So haben kleinere Säugetiere einen viel schnelleren Puls als größere. Hier sind einige Beispiele:

-  **Spitzmaus und Kolibri ca. 800 - 1200 Schläge**
-  **Meerschweinchen ca. 200-300 Schläge**
-  **Pferd ca. 28 - 40 Schläge**
-  **Elefant ca. 15 - 30 Schläge**



Hält ein Tier **Winterschlaf**, so zeigt sich dies auch an seinem **Ruhepuls**. Beim Igel sinkt die Körpertemperatur von ca. 35 °C auf Tiefstwerte von ca. 5 °C. Die Herzfrequenz sinkt dann von ca. 160 - 200 Schlägen pro Minute auf ca. 9 Schläge pro Minute. Die Atmung wird von 40 - 50 Atemzügen pro Minute auf ca. 4 Atemzüge reduziert.

Nimm dir den Deckel eines Marmeladenglases und überspanne diesen sehr straff mit einem Luftballon. Dessen Tülle schneidest du vorher wieder ab. Gib etwas Sand auf die Luftballonmembran. Nun schlage eine **Stimmgabel** am Tisch an und halte sie während sie klingt auf die Luftballonmembran. Die Stimmgabel versetzt die Luftballonhaut in Schwingungen. Der aufgestreute Sand bildet wunderschöne **Klangfiguren**.







## Lebensraum Wasser – wie taucht eigentlich ein Wal?

### Materialien So wird's gemacht:



durchsichtige  
Plastikflasche mit  
Schraubverschluss



transparenter  
Trinkhalm



Schere



etwas Knete



Tasse oder Glas



Leitungswasser

Schneide von deinem Trinkhalm ein etwa 5 cm langes Stück ab. Verschließe beide Enden des Trinkhalmes mit etwas Knete. Auf einer Seite sollte das Knetestück größer sein. Die Knete muss die Öffnungen vollständig und luftdicht verstopfen. Befülle die Tasse oder das Glas mit Wasser. Setze das Trinkhalmstück hinein. Sollte es untergehen, musst du ein wenig von der Knete wieder entfernen. Optimal ist es, wenn der Trinkhalm senkrecht nach unten hängt und oben nur noch sehr wenig aus dem Wasser ragt. Guckt er noch zu weit heraus, dann beschwere ihn noch etwas mehr mit der Knete. Hat dein Trinkhalm den Test in der Tasse (oder dem Glas) bestanden, befülle nun auch die Plastikflasche mit Wasser. Lass oben etwa 3 - 4 cm Luft. Setze den Trinkhalm hinein und verschließe die Flasche fest mit dem Schraubverschluss. Drücke mit beiden Händen die Flasche zusammen. Wie verhält sich dein Trinkhalm-Taucher? Und was geschieht, wenn du aufhörst zu drücken?

### Was ist zu beobachten?

Durch das größere Knetestück wird dein Trinkhalm in eine senkrechte Position gebracht, da dieses ihn nach unten zieht. Das hat den Vorteil, dass sich der Trinkhalm nicht quer legen und somit nicht in der Flasche verkannten und dadurch hängen bleiben kann. Wenn du die Flasche mit deinen Händen zusammendrückst, taucht der Trinkhalm ab. Lässt du mit dem Druck nach, taucht er wieder auf. Das Trinkhalmstück wird bei Druck von außen schlanker und nimmt seine Originaldicke wieder an, sobald der Druck nachlässt.





Wenn's nicht so funktioniert, wie's soll, woran kann das liegen?



Dein Trinkhalm taucht trotz hohem Druck auf die Flasche nicht ab? **Dann ist er noch zu leicht und du musst ihn noch etwas mehr beschweren.**

Dein Trinkhalm taucht unter, sobald er ins Wasser geworfen wird? **Dann ist er zu schwer und du musst etwas von der Knete entfernen.**

Dein Trinkhalm schwimmt zunächst und taucht ab, wenn du auf die Flasche drückst, kommt dann aber nicht wieder nach oben? **Dann war wenigstens eine der beiden Öffnungen nicht gut genug mit der Knete abgedichtet. Durch ein kleines Leck konnte Wasser in den Trinkhalm gelangen. Du musst die Dichtung erneuern.**

Dein Trinkhalm taucht ab und auf, wird jedoch beim Abtauchen nicht schlanker? **Dann gelangt Wasser in den „Taucher“, wenn du drückst, und wenn du loslässt, drängt das Wasser wieder aus dem Trinkhalm heraus. Deine Knete dichtet nicht ab, sondern es gibt wenigstens ein recht großes Leck, durch welches das Wasser rein und raus strömen kann. Du musst die Dichtung erneuern.**



Unser **Trinkhalm-Taucher** war zunächst **leichter als Wasser** und **schwamm oben**. Durch das Zusammendrücken verteilte sich seine Masse nun auf einen kleineren Raum, wodurch er **schwerer als Wasser** wurde und **unterging**.



#### WUSSTEST DU SCHON?

**Pottwale** sind **Säugetiere** und müssen zum Atmen an die Wasseroberfläche. Um Beute zu machen, tauchen sie jedoch mehrere tausend Meter in die Tiefe. Unser Wissen über das Leben in der Tiefsee haben wir zu großen Teilen dadurch gewonnen, dass der Mageninhalt toter Pottwale untersucht werden konnte und dabei völlig unbekannte Lebensformen zu Tage traten. Um leichter abtauchen zu können, macht der Wal sich schlank. Er kann seine sehr große Lunge durch spezielle Muskeln bis auf Fußballgröße zusammendrücken. **Fische** verringern ebenfalls ihr Volumen, indem sie die Luftmenge in ihrer Schwimmblase verändern.

#### Warum ist das so?

Ist dein Trinkhalm-Taucher **perfekt abgedichtet**, so kann kein Wasser ins Innere gelangen. Wenn du mit deinen Händen die Flasche zusammenpresst, so drückst du zwar nicht das Wasser im Innern der Flasche zusammen, aber die Luft. Du kannst an der Luftblase oben in der Flasche erkennen, dass diese bei Druck kleiner wird. Auch der Trinkhalm „spürt“ den Druck. Die Luft in seinem Innern lässt sich zusammendrücken – das nennt man auch **komprimieren**. Dadurch wird er **schlanker**, also kleiner. Und das heißt, dass er **weniger Platz** benötigt. Er verteilt seine Masse, die sich ja nicht ändert, nun auf einen kleineren Raum.

**Wasser** selbst benötigt auch einen gewissen Platz und hat eine bestimmte Masse. Zum Beispiel wiegt **ein Liter** Wasser genau **ein Kilogramm**. Alles, was leichter als Wasser ist, schwimmt oben. Alles, was schwerer als Wasser ist, geht unter. Und damit etwas schwerer ist, muss es entweder mehr als ein Kilogramm wiegen, wenn es genau den einen Liter Raum einnimmt. Oder es wiegt genau ein Kilogramm, benötigt jedoch weniger Platz als den einen Liter.



## ...und wie taucht ein U-Boot?

### Materialien



durchsichtige Plastikflasche mit Schraubverschluss und möglichst breiter Öffnung



transparenter Knick-Trinkhalm



Schere



einige Büroklammern



Leitungswasser

### So wird's gemacht:

Knicke den Trinkhalm und schneide von dem längeren Ende so viel ab, dass es ebenso kurz wie das zweite, kürzere Ende wird. Biege eine Büroklammer auf, wobei du den inneren Bogen belässt. Diesen stecke in eine der Öffnungen des Trinkhalms. Hänge an die erste Büroklammer 3 - 4 weitere Büroklammern. Fädele das zweite, noch freie Ende der ersten Büroklammer nun

in die andere Öffnung des Trinkhalms ein. Befülle die Plastikflasche mit Wasser. Lass oben etwa 3 - 4 cm Luft. Setze den Trinkhalm hinein und verschließe die Flasche fest mit dem Schraubverschluss. Drücke die Flasche mit beiden Händen zusammen. Wie verhält sich dein Trinkhalm-Taucher? Und was geschieht, wenn du aufhörst zu drücken?

### Was ist zu beobachten?

Wenn du mit deinen Händen die Flasche zusammendrückst, gelangt Wasser in das Innere des Trinkhalms und er taucht ab. Lässt du mit dem Druck nach, verschwindet das Wasser wieder aus dem Trinkhalm und er taucht wieder auf.

Dein Trinkhalm taucht trotz hohem Druck auf die Flasche nicht ab?

Dann musst du ihn noch etwas mehr beschweren.

Hänge einfach eine weitere Büroklammer ein.

Dein Trinkhalm taucht unter, sobald er ins Wasser geworfen wird? Dann musst du mindestens eine Büroklammer entfernen.

Dein Trinkhalm schwimmt zunächst, kommt jedoch nach dem Abtauchen nicht wieder nach oben?

Manchmal haben die Trinkhalme ein kleines Leck im Knick. Dadurch gelangt zuviel Wasser ins Innere. Probiere es mit einem anderen Trinkhalm.

Was Kopffüßer, die vor vielen Millionen Jahren lebten und moderne U-Boote gemeinsam haben, das erfahren wir gleich. Ich hätte gar nicht gedacht, dass es zwischen diesen ullen Fossilien und supermoderner Technik Berührungspunkte gibt. Man lernt eben nie aus!

Wenn's nicht so funktioniert, wie's soll, woran kann das liegen?





**Warum ist das so?**

Mit einer gewissen Anzahl von Büroklammern wird der Trinkhalm-Taucher so schwer, dass er gerade noch schwimmt. Durch Drücken auf die verschlossene Flasche schiebst du Wasser in das Innere des Trinkhalmes. Dadurch verdichtet sich dort die Luft, sie wird regelrecht zusammengeschoben. Die Luft wird nicht weniger, sie benötigt jetzt nur weniger Platz, weil die Luftteilchen etwas näher zueinander rücken. Wenn Wasser eindringt, wird der Taucher aber insgesamt schwerer. So wie auch ein Schiff schwerer wird, wenn Wasser durch ein Leck eindringt. Es kann dabei so schwer werden, dass es gnadenlos untergeht. Lässt der Druck nach, dehnt sich die Luft wieder aus und schiebt das zuvor eingedrungene Wasser wieder aus dem Trinkhalm heraus. Der Taucher wird dadurch wieder leichter und strebt nach oben.

Wie bereits im vorigen Experiment war dein **Trinkhalm-Taucher** zunächst **leichter als Wasser** und **schwamm oben**. Durch das Zusammendrücken der Flasche wurde er **schwerer**, weil Wasser, das ja auch etwas wiegt, hinzukam. Seine Form hat der Taucher dabei nicht geändert. Er hatte nun also bei gleichem Platzbedarf mehr **Masse**, wodurch er **schwerer als Wasser** wurde und **unterging**.



Damit das Phänomen des Ab- und Auftauchens funktioniert, muss man die **Dichte** des Tauchers verändern. Sie ist zunächst geringer als die von Wasser (Taucher schwimmt oben). Die Dichte wird größer, wenn bei gleichbleibender Masse das Volumen kleiner wird - wie beim Wal - ODER wenn bei gleichbleibendem Volumen die Masse größer wird - wie beim U-Boot.



**WUSSTEST DU SCHON?**

Ammoniten waren Kopffüßer, die in grauer Vorzeit in den Weltmeeren lebten. Sie bewohnten eine Art mehrstöckiges Schneckenhaus, dessen obere Etagen mit Luft gefüllt waren. Wollten sie nach unten abtauchen, beispielsweise um einem Fressfeind auszuweichen, ließen sie Wasser in ihr Häuschen strömen. Um wieder aufzutauchen, pressten sie das Wasser wieder heraus. Sie machten sich also künstlich schwerer und leichter. Und genau so tauchen heutzutage **U-Boote**: Sie können in spezielle Tanks Wasser einlaufen lassen, wodurch sie schwer werden und absinken. Zum Auftauchen wird Pressluft in diese Tanks gepumpt, wodurch das Wasser wieder aus dem U-Boot gedrückt wird. Ob Ammonit oder U-Boot, das Spiel hieß und heißt: Wasser rein, Wasser raus...



Bild © MMVII NGHT, Inc.



**» FÜR SCHLAUBERGER**

Unsere Trinkhalm-Taucher gibt es auch als Spielzeug. Man kennt sie unter dem Namen **Flaschen-teufel**. Sie heißen auch **cartesische Taucher**, benannt nach dem Mathematiker **René Descartes** (1596 - 1650), der sich auf Lateinisch **Cartesius** nannte und angeblich als erster so etwas bastelte.



Materialien

# AESKULAS Brause-Fabrikation



Natron und Zitronensäurepulver (gibt's in Drogerien)



Teelöffel



Sirup



Trinkhalm



Leitungswasser



Trinkglas

### So wird's gemacht:

Gib in ein Trinkglas eine Messerspitze voll Natron und einen gestrichenen Teelöffel Zitronensäurepulver. Fülle das Glas zu etwa zwei Dritteln mit Wasser auf. Mittels deines Trinkhalms kannst du jetzt schon einmal kosten. Gib etwas Sirup dazu und koste erneut.



Was ist, wenn die Brause zu süß, zu sauer oder gar etwas salzig schmeckt? Dann haben wir bezogen auf die Wassermenge zu viel Sirup, zu viel Zitronensäure oder zu viel Natron verwendet.

Nachdem wir schon so viele spannende Experimente im Labor des Lebens durchgeführt haben, gönnen wir uns zur Abwechslung mal ein prickelndes Trinkvergnügen. Ich zeig euch, wie meine Lieblingsbrause hergestellt wird.



### Was kannst du beobachten und schmecken?

Gibst du Wasser zu deinem Pulver-Mix aus Natron und Zitronensäure, dann fängt es zu sprudeln an. Je nach gewähltem Sirup erhältst du eine leckere Brause.





### Warum ist das so?

Natron heißt mit vollständigem Namen Natriumhydrogencarbonat – und das ist ein Salz. Der Namensbestandteil **Carbonat** verweist auf das Vorhandensein von **Kohlenstoff**. Chemiker geben allen Elementen eine Kurzbezeichnung: Kohlenstoff hat den Buchstaben **C** bekommen, weil dies der erste Buchstabe von **Carbon**, der englischen Bezeichnung für Kohlenstoff, ist. Die Säure aus der Zitrone löst diesen Kohlenstoff aus dem Natron heraus. Dieser geht eine Verbindung mit dem Luftsauerstoff ein. Sauerstoff hat den Buchstaben **O** abbekommen, weil er bei den Chemikern **Oxygenium** heißt. Und jeweils zwei Sauerstoffatome verbinden sich mit einem Kohlenstoffatom, also zwei O heften sich an ein C. Was dabei entsteht, schreibt man  $\text{CO}_2$  und das ist das bekannte Sprudelgas **Kohlenstoffdioxid**. Dieses Sprudelgas sorgt für ein **Aufbrausen** des Wassers – daher der Name **Brause**. Diese schmeckt jedoch noch recht langweilig. Erst der Sirup gibt der Brause den leckeren **Geschmack**.

Wenn wir Brausepulver kaufen, ist in diesem auch nichts wesentlich anderes drin als in unserer selbst gemachten Brause: Natron, Zitronensäure und ein Geschmacksstoff. Und – damit es etwas hübscher aussieht – noch ein zusätzlicher Farbstoff. Für die letzten beiden Eigenschaften haben wir jedoch den Sirup verwendet. Der ist zudem gesünder als (künstliche) Farb- und Aromastoffe.

Sicherlich weißt du, dass das in der Küche verwendete Kochsalz – dieses heißt auch Natriumchlorid – unter anderem in Meeresentsalzungsanlagen gewonnen wird. Dort lässt man salzhaltiges Meerwasser in der Sonne verdunsten. Zurück bleibt das Salz. Es gibt aber auch spezielle **Natronseen**, in denen auf ebendiese Weise Natronsalze gewonnen werden können.

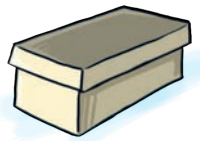
Der Natronsee Mono Lake in Kalifornien (USA)



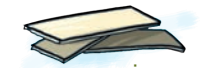
Ist die Brause zu sauer, nützt es nichts, Zucker oder Sirup dazu zu geben. Denn der süße Zucker gleicht den sauren Geschmack nicht aus oder hebt ihn gar auf. Auch wenn du den Eindruck hast, dass **Süß und Sauer** gegensätzliche **Geschmacksrichtungen** sind, führt viel Zucker und viel Zitronensäure nicht zu einem neutralen Geschmack, sondern die Brause ist dann sowohl sehr süß als auch sehr sauer. Das liegt daran, dass der Zucker an anderen **Sinneszellen** auf deiner Zunge andockt als die Säure. Diese spezialisierten Zellen nennt man auch **Rezeptoren**. Sie sind die jeweils ersten Glieder unserer Sinne und leiten Reize an das **Gehirn** weiter. Den zu intensiven Geschmack kann man nur durch Verdünnen mit noch mehr Wasser aufheben.



Materialien



Schuhkarton  
(mit Deckel)



ein paar  
Pappstreifen  
(mindestens so dick  
wie der Karton)



Klebeband



Schere



mittelgroße  
Kartoffel



etwas Alufolie



etwas Erde



etwas Wasser

Des Weiteren  
benötigst du zwei  
bis drei Wochen  
Zeit (und Geduld).

# Ein Labyrinth für die Kartoffel

**So wird's gemacht:**

Öffne den Schuhkarton. Schneide dir so viele Pappstreifen zurecht, dass du mit ihnen den Schuhkarton alle 8 cm unterteilen kannst. Achte darauf, dass die Pappstreifen genau so hoch sind wie der Schuhkarton selbst. Sie sollen aber etwa 5 cm kürzer sein als der Karton breit ist. Dadurch entsteht beim Einkleben der Streifen auf einer Seite zur Kartonwand eine Lücke.

Klebe die Pappstreifen so in den Karton, dass sich die Lücken zur Kartonwand von Pappstreifen zu Pappstreifen links und rechts immer abwechseln. Stelle den Schuhkarton, wie auf der Zeichnung abgebildet, aufrecht. Schneide mit der Schere in die obere Seite eine Öffnung (ca. 5 cm Durchmesser). Forme aus der Alufolie eine Schale, in der die Erde und die darin eingebettete Kartoffel ausreichend Platz haben. Gieße die Erde so, dass sie leicht angefeuchtet wird. Setze nun das Aluschälchen mit Erde und Kartoffel in den unteren Teil des Schuhkartons. Verschließe dein fertiges Kartoffellabyrinth mit dem Kartondeckel. Such dir ein helles, warmes Plätzchen, an dem das Kartoffellabyrinth ungestört zwei bis drei Wochen stehen kann.



**Was ist zu beobachten?**

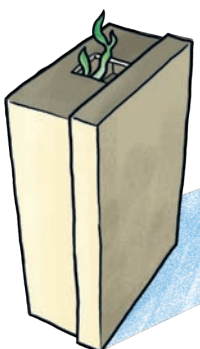
Öffnest du in den zwei bis drei Wochen den Deckel deines Labyrinths, wirst du feststellen, dass die Kartoffel durch das Labyrinth hindurch zur oberen Öffnung wächst. Sicherlich siehst du auch, dass die Färbung des Pflanzenstängels auffällig hell ist. Je näher der Stängel

zur Lichtöffnung kommt, desto kräftiger wird er und desto intensiver wird seine Grünfärbung. In der Nähe der Lichtöffnung können sich sogar schon einzelne Blätter bilden.

**Warum ist das so?**

Hat deine **Kartoffelknolle** ausreichend **Nährstoffe** (in der Erde), **Wärme** und **Wasser** zur Verfügung, fängt sie an zu keimen. Das bedeutet, die Knolle bildet **Wurzeln** und einen **Trieb** aus. Alle Kartoffelpflanzen beginnen ihr **Wachstum im Dunkeln** (meist unter der Erde) und streben zum **Licht**, so auch deine. Um so schnell wie möglich mit so wenig wie möglich Aufwand zum Licht zu gelangen, lässt die Kartoffel ihren Stängel sehr schnell wachsen – immer dem Licht entgegen. Erreicht

die Pflanze endlich das Licht, kann sich der grüne Pflanzenfarbstoff, das **Chlorophyll**, bilden. Nun ist es für die Pflanze auch sinnvoll **grüne Blätter** treiben zu lassen, denn an ihnen kann die so genannte **Photosynthese** stattfinden: Die grünen Blätter wandeln Wasser, Nährstoffe und **Kohlenstoffdioxid** (ist in der Luft vorhanden) unter Einwirkung von Licht in **Zucker** um. Diesen Zucker speichert die Kartoffelpflanze in Form von **Stärke**. Als Abfallprodukt setzt die Pflanze dabei den für uns lebenswichtigen **Sauerstoff** frei.





**Kartoffeln**

gibt es in **Europa** noch nicht so sehr lange. Wie Mais, Kakao, Zuckerrohr und vieles andere sind sie von **spanischen Seefahrern** in der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts aus **Amerika** mitgebracht worden. Zuerst zierten sie Gärten und Parks, denn was bei der Kartoffelpflanze oberirdisch wächst, stellte sich als **ungenießbar**, ja sogar **gesundheitsschädigend**, heraus. Anfangs kam niemand auf die Idee, dass es die **Knollen** sind, die man **essen** kann.



# Historischer RÜCKBLICK



**König Friedrich der Große**  
(1712 - 1786)

**DER „ALTE FRITZ“ UND DIE KARTOFFEL**

Der preußische König **Friedrich der Große** – im Volksmund oft der „Alte Fritz“ genannt – erkannte schließlich die Bedeutung der Kartoffelpflanze als Nahrungsmittel für die Bevölkerung und für seine Soldaten. Er erließ am 24. März 1756 – kurz vor Beginn der Siebenjährigen Krieges – den berühmten **Kartoffelbefehl** an „sämtliche Land- und Steuer-Räthe, Magisträle und Beamte“, der die Bauern in Brandenburg zwingen sollte, das damals noch Tartoffeln genannte Gemüse anzubauen (Kartoffel leitet sich von tartufole, dem italienischen Wort für Trüffel ab).

*„Es ist von Uns in höchster Person in Unsern andern Provinzien die Anpflanzung der so genannten Tartoffeln, als ein sehr nützlich und so wohl für Menschen, als Vieh auf sehr vielfache Art dienliches Erd Gewächse, ernstlich anbefohlen ...“*  
(Nicht wundern: Die Rechtschreibung war damals noch etwas anders als heute!)

Da die Bauern sich dagegen sträubten, hatte der König eine **Idee**. Er ließ auf einem Acker Kartoffeln anpflanzen, diese Pflanzung umzäunen und von **Soldaten** bewachen. Damit erweckte er bei den Bauern den Eindruck, dass es sich um sehr wertvolle Pflanzen handeln musste. Den Soldaten sagte er, sie sollten mit Absicht etwas unaufmerksam sein, so dass die Bauern „heimlich“ einige Pflanzen stibitzen konnten, um sie bei sich selbst anzuzüchten. Durch diesen Trick gelang es dem König, die Bauern zu überlisten. Doch diese erkannten bald von selbst den tatsächlich hohen Wert der Kartoffel als Nahrungsmittel. Schon hundert Jahre später war die Kartoffel das **Hauptnahrungsmittel**: Der Pro-Kopf-Verbrauch betrug in Preußen im Jahre 1850 etwa 120 kg. Gegenwärtig liegt der Verbrauch in Deutschland nur noch bei etwa der Hälfte. Kartoffeln sind ein sehr gesundes Nahrungsmittel.

König Friedrich der Große inspiziert den Kartoffelanbau.

Gemälde von Robert Warthmüller (1886)



Grabplatte Friedrichs des Großen in Sanssouci mit Blumen und Kartoffeln.

Foto: © Jürgen S. Juschke

Weltweit gibt es etwa 5000 Sorten Kartoffeln, allein 3800 davon kommen in ihrer Ursprungsregion, den südamerikanischen Anden, vor.



Um die **Stärke** einmal ganz genau sehen zu können, schäle eine Kartoffel und reibe sie mit einer Küchenreibe zu feinem Brei. Nimmst du diesen Brei nun zwischen Daumen und Zeigefinger, kannst du die kleinen harten Stärkeköerner spüren.



**FÜR SCHLAUBERGER**

Es ist die **Stärke**, die die Kartoffel für uns so wertvoll macht und uns das schöne Gefühl gibt, satt zu sein. Wie der Name schon sagt, macht uns die Stärke nicht nur **satt**, sondern auch **stark**. Stärke setzt sich aus vielen **Zuckerbausteinen** zusammen. Kauen wir ausreichend auf einer Kartoffel mit ihren Stärkeköernen herum, spalten wir die Stärke mit unserer Spucke in Zucker auf. Und tatsächlich schmeckt die Kartoffel süßlich, wenn du eine Weile auf ihr herum kaut. Zucker gibt uns Energie und Kraft und der Kartoffelzucker ist – anders als der Zucker in Süßigkeiten – für uns total gesund!



## Apfelringe und die Wirkung der Zitronensäure

### Materialien



Da Küchenmesser,  
Schäler und  
Entkerner scharfe  
Klingen haben, soll-  
te ein Erwachsener  
mitmachen!



Äpfel esse ich für mein Leben gern. Die sind sehr gesund. Noch besser schmecken mir jedoch getrocknete Apfelringe, die man sich leicht selber herstellen kann.

### So wird's gemacht:

Entferne mit dem Apfelentkerner die Kerngehäuse mehrerer Äpfel. Schäle deine Äpfel. Mit einem Sparschäler - der so heißt, weil man mit seiner Hilfe die Schale recht dünn (also sparsam) abschälen kann - geht das am besten. Schneide mit einem Küchenmesser die geschälten und entkerten Äpfel in Scheiben von etwa einem halben Zentimeter Dicke. Schiebe deine Apfelringe auf die Holzstange. Zwischen den einzelnen Ringen soll ein kleiner Abstand sein, damit Luft heran gelangen kann. Lagere nun deine Holzstange für einige Tage so, dass die Apfelringe nirgends aufliegen, sondern frei hängen. Irgendwelche Küchengefäße können als Auflageflächen für die beiden Enden der Holzstange dienen. Fühle ab und zu, ob die Apfelringe getrocknet sind. Nach einigen Tagen kannst du sie abnehmen und essen. Oder trocken lagern. Oder einfach weiter hängen lassen und immer mal einige abnehmen und vernaschen.

### Was ist zu beobachten?

Mit der Zeit werden die Ringe schrumpeliger und trockener. Je nach Apfelsorte verdunkelt sich die Farbe etwas.





**Warum ist das so?**

Wenn du den Apfel zerteilst, entsteht eine **größere Oberfläche**, an die die Umgebungsluft herankommt. Das im Apfel vorhandene **Wasser** kann über die Oberflächen der einzelnen Apfelscheiben **verdunsten**. So etwas kennst du auch vom Trocknen frisch gewaschener Wäsche. Hängst du diese sehr weit ausgebreitet (große Oberfläche!) in den Wind, trocknet sie viel schneller als wenn sie zusammengelegt (kleine Oberfläche!) in der Wäscheschüssel liegt. Da der Apfel wie die meisten Früchte und Gemüsesorten zu wesentlichen Teilen aus Wasser besteht, verwundert es eigentlich nicht, dass er kleiner wird, also **zusammenschrumpelt**, wenn er einen großen Teil seiner Masse, nämlich das Wasser, verliert. Die **Verfärbung** geschieht durch die Reaktion mit dem **Luftsauerstoff**. Auf den großen Schnittflächen findet der Sauerstoff, der in unserer Luft enthalten ist, viele Stellen, an denen er andockt. Chemiker sprechen dann

von einer **Oxidation**. Denn Sauerstoff heißt bei ihnen Oxygenium. Um dem Sauerstoff weniger Chancen zu geben, mit der Apfeloberfläche zu reagieren, muss man stattdessen eine andere Reaktion geschehen lassen. Dazu werden sogenannte **Antioxidantien** eingesetzt, also Stoffe, die die Oxidation verhindern, indem sie sich selbst „opfern“. Statt am Apfel findet die Oxidation woanders statt. Der Saft der Zitrone ist ein solcher Stoff: **Zitronensäure** ist daher häufig Bestandteil von Lebensmitteln. Als **Lebensmittelzusatz** hat der lecker-saure Zitronensaft dann den langweiligen Namen **E 330**. Die Zitronensäure stellt einen Schutz für den Apfel dar, weil sie leichter mit dem Sauerstoff reagiert und ihn dadurch abfangen kann. Somit kommt es nicht mehr zur Oxidation am Apfel.



frisch aufgehängt



nach 2 Tagen



nach 8 Tagen



Die Wirkung der Zitronensäure: Die linke Apfelhälfte wurde in Zitronensaft gehalten. Diese Hälfte verfärbt sich nicht so schnell und der Apfel sieht somit länger frisch aus.

Wenn du selber **Apfelmus** herstellen möchtest oder mit einer Küchenreibe einen Apfel zu Mus zerreibst, dann wird sich dieser recht schnell dunkel verfärben. Bei der Muszubereitung wird der Apfel ja in noch viel mehr Teile zerlegt als bei der Herstellung von Apfelingeln. Insgesamt entsteht noch mehr Oberfläche, die mit dem Sauerstoff reagieren kann. Gibst du etwas Zitronensaft dazu, fällt diese Verfärbung jedoch schwächer aus. Deshalb findest du auf Apfelmusgläsern im Supermarkt auch den Hinweis: „Antioxidationsmittel: Ascorbinsäure“. Diese Säure bewirkt das Gleiche wie unsere Zitronensäure. Sie verhindert, dass sich der Apfelmus braun verfärbt.



**Trockenobst** eignet sich hervorragend als Wegzehrung beim Wandern: Es ist gesund, nimmt wenig Platz weg und wiegt nicht so viel.



## Natürlich – gesund und lecker: Joghurt

### Materialien



0,5 Liter  
Milch  
(3,5 % Fettgehalt)



Milchkochtopf



Kochherd



Natur-  
joghurt  
(wenn möglich aus  
dem Bioladen oder  
Reformhaus)



Esslöffel



leeres Glas  
(0,5 Liter) mit  
Schraubverschluss



Handtuch



Heizung oder  
Bettdecke

### So wird's gemacht:

Koche die Milch und achte darauf, dass sie nicht anbrennt. Anschließend muss die Milch wieder auf 40 °C abkühlen. Die Temperatur kannst du abschätzen: Die Milch muss aufgehört haben zu dampfen und wenn du den Finger hinein hältst, dann fühlt sich die Temperatur in etwa so an wie bei deinem Badewannenwasser. Fülle zwei Esslöffel des gekauften Naturjoghurts in das sauber ausgewaschene Glas. Gib die 40 °C warme Milch dazu. Verschließe das Glas. Umwickle das Glas vollständig mit dem Handtuch. Stelle das Glas auf eine Heizung (die Heizung darf nicht wärmer als 40 °C sein) oder packe es unter deine Bettdecke. Warte nun etwa 8 Stunden, dann ist dein Joghurt fertig. Lass es dir gut schmecken!

### Was ist zu beobachten?

Nach etwa 8 Stunden hast du in deinem Glas einen leckeren Joghurt. Von diesem kannst du nun wieder einige Löffel abnehmen und auf dieselbe Weise wie oben beschrieben noch einmal Joghurt ansetzen.

### Warum ist das so?

Joghurt entsteht, wenn spezielle **Milchsäurebakterien** der Milch zugesetzt werden. Sie wandeln den in der Milch befindlichen **Milchzucker** in **Milchsäure** um. Und diese wiederum bewirkt, dass sich das **Milcheiweiß** zu kleinen Kügelchen zusammenballt und gerinnt. Indem du etwas von dem gekauften Joghurt zu deiner Milch gegeben hast, hast du diese Milchsäurebakterien ins Spiel gebracht.



Bei der Arbeit am  
Küchenherd sollte  
ein Erwachsener  
dabei sein.



Das

Wort Joghurt entstammt der türkischen Sprache und bedeutet übersetzt soviel wie dicke Milch. Auf der Verpackung der Milch und des Joghurts findet man Angaben wie pasteurisiert, homogenisiert, rechts- oder linksdrehende Milchsäure. Was bedeutet das denn eigentlich?



Milch wird **pasteurisiert**, indem sie für eine kurze Weile (höchstens 30 Sekunden) auf etwa 75 °C erhitzt und sogleich wieder



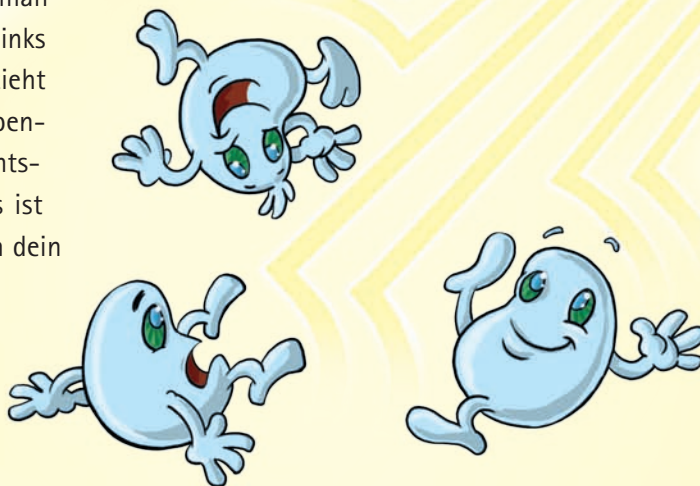
Louis Pasteur  
(1822 – 1895)

abgekühlt wird. Dabei werden krankmachende Keime in der Milch abgetötet. Der französische Naturwissenschaftler **Louis Pasteur**, nach dem dieses Verfahren benannt wurde, hat vor ungefähr 150 Jahren erkannt, dass durch das kurzzeitige Erhitzen von Lebensmitteln in ihnen enthaltene Mikroorganismen abgetötet werden. Dadurch können die **Lebensmittel gesünder und gleichzeitig haltbarer** gemacht werden. Pasteurisierte Milch kann nicht mehr sauer werden, da die dafür notwendigen Milchsäurebakterien die Pasteurisierung nicht überstehen. Übrigens gibt es seit 1930 in Deutschland ein Milchgesetz, das die Pasteurisierung von Milch vorschreibt.

**Homogenisierung** der Milch bedeutet, dass die größeren **Fettteilchen zerkleinert** werden. Dazu wird die Milch unter sehr hohem Druck auf Metallplatten gespritzt. Die so entstehenden insgesamt kleineren Fettteilchen können etwas leichter verdaut werden. Das Wort homogen hat seinen Ursprung in der griechischen

Sprache und bedeutet soviel wie gleiche Beschaffenheit. Nichthomogenisierte Milch bekommst du im Bioladen. Du erkennst sie daran, dass die Milch oben eine dickere Schicht Rahm hat. Das Homogenisieren verlängert die Haltbarkeit der Milch nicht.

**Rechts- oder Linksdrehend** bezieht sich auf eine physikalische Eigenschaft. Wird Milchsäure im Labor von ganz bestimmtem Licht beschienen, dann stellt man fest, dass sich der Lichtstrahl nach rechts oder links wendet. Der Hinweis auf Lebensmitteln bezieht sich nun darauf, dass in deinem Organismus ebenfalls Milchsäure vorhanden ist, und zwar rechtsdrehende. Diese wird durch ein Enzym – das ist ein spezielles Eiweiß – abgebaut. Deshalb kann dein Organismus **rechtsdrehende Milchsäure** gut verarbeiten. Aber keine Sorge – auch die **linksdrehende Milchsäure** kann verarbeitet werden, es dauert nur etwas länger.





**Materialien**



ungeschälte,  
ungeröstete  
Kakaobohnen

(Bezugsquellen findest du im Internet)

**Von der Bohne zum Kakao**

**So wird's gemacht:**

Gib die Kakaobohnen in die (ungefettete) Pfanne. Pro Tasse Kakao, die du erhalten möchtest, benötigst du etwa 5 Kakaobohnen. Schalte den Herd an. Wende die Bohnen mit dem Holzlöffel immer wieder. Sie dürfen nicht schwarz werden. Das machst du etwa 5 Minuten lang. Wenn die Bohnen hin und wieder knacken und sich ein wohliger Kakaogeruch ausbreitet, so nimm die Pfanne vom Herd. Warte nun etwas, bis die Bohnen sich soweit abkühlen, dass du sie anfassen kannst. Es geht schneller, wenn du sie aus der heißen Pfanne in eine Schüssel oder auf ein Tablett schüttest. Schäle die Bohnen sorgfältig. Beiß

mal von einer Bohne ab und koste, wie Kakao normalerweise schmeckt. Wirf nun die geschälten Bohnen in die Mörserschale. Zerreiße die Bohnen im Mörser. Dabei musst du kräftig aufdrücken. Aber nicht mit dem Stößel in der Mörserschale herumklopfen, denn davon kann sie zerspringen! Mit der Zeit entsteht eine Kakaopaste. Gib diese Paste mit etwas Zucker (etwa einen Teelöffel pro Tasse Kakao, die entstehen soll) in einen Kochtopf und erhitze das Ganze unter ständigem Rühren. Erhitze

in einem zweiten Topf die Milch. Gib nun unter weiterhin ständigem Rühren die Milch zu der gezuckerten Kakaopaste. Wenn du möchtest, kannst du deinem Kakao noch eine besondere Geschmacksnote verleihen, indem du das eine oder andere Gewürz beigibst. Fülle nun den Kakaotrink in eine oder mehrere Tassen um. Sollten dich die Schokokrümelchen stören, gieße alles durch ein Küchensieb in die Tasse. Lass es dir sehr gut schmecken!



Pfanne



Herdplatte



Holzlöffel



Mörser + Stößel



2 Kochtöpfe



Zucker



Milch



Gewürze

(z. B. Kardamom, Vanille, Zimt, Chili)



Tasse



Küchensieb

Bei der Arbeit am  
Küchenherd sollte  
ein Erwachsener  
dabei sein.



Wieso wird Kakao auch als die Speise der Götter bezeichnet?



Am Anfang gab es den Kakaobaum ausschließlich im **Amazonasgebiet** Südamerikas. Wahrscheinlich brachten **Vögel** die Kakaobohnen im Laufe der Jahrhunderte bis nach Mittelamerika. Heute wird der Kakaobaum weltweit in den feuchten **Tieflandtropen** angebaut. Trinkkakao oder Schokolade, wie wir sie heute kennen, gibt es erst seit etwa 250 Jahren. Das ist schon erstaunlich, wenn man bedenkt, dass der Kakaobaum wegen seiner Samen, die wir als Kakaobohnen bezeichnen, seit mehr als zweitausend Jahren von den Indianern in Süd- und Zentralamerika verehrt und angepflanzt wird. Die **Olmeken** aus den küstennahen Tropenwäldern des südlichen Mexiko waren wohl die ersten, die den Kakaobaum kultivierten, denn in Gefäßen wurden Spuren von Kakao gefunden, die bis auf 1150 v. Chr. zurückdatiert werden. Kakao spielte auch später bei den **Mayas** und **Azteken** eine herausragende Rolle, sowohl als Getränk und Zahlungsmittel als auch in der Religion und bei Ritualen. Aus klimatischen Gründen konnten die Azteken, die im Hochland Mexikos lebten, den wärme- und feuchtigkeitsbedürftigen Kakao nicht kultivieren. Sie mussten ihn von den Maya kaufen. Kakaobohnen waren so kostbar, dass sie als Geld benutzt wurden. In ganz Mittelamerika entstand so ein gut ausgebauter Tauschhandel mit Kakaobohnen. Die Funktion der Kakaobohnen als Zahlungsmittel wurde auch von den spanischen Eroberern sehr geschätzt. So dienten diese auch während der Kolonialzeit noch lange als Zahlungsmittel in Lateinamerika.

Als Getränk wurde „xocoatl“ (daher auch der Name **Schokolade**), was übersetzt „**bitteres Wasser**“ heißt, bevorzugt aufgeschäumt und abwechslungsreich mit Maismehl, verschiedenen Gewürzen wie Chilipulver und Vanille zubereitet. **Montezuma**, der letzte Herrscher der Azteken, soll 50 Tassen „xocoatl“ am Tag getrunken haben! Für den europäischen Gaumen schmeckte der indianische Kakaotrink jedoch scheußlich bitter. Die Spanier kamen deswegen auf die Idee, ihn mit Honig und Rohrzucker aus ihren Plantagen zu süßen. Wie alle Europäer waren sie geradezu süchtig nach süßen Dingen, seit in Europa – ebenfalls aus Amerika – der **Zucker** eingeführt worden war. Bald schon war das süße Kakaotrink sehr beliebt unter den Eroberern und die Kakaoplantagen wurden wie der eigene Augapfel gehütet und streng bewacht. Es vergingen hundert Jahre, bis es gewieften Schmugglern gelang, einige Kakaobaumsetzlinge aus dem Land zu schaffen und an den Meistbietenden zu verkaufen. Die Holländer nutzten die Gelegenheit, um sie in ihren eigenen Kolonien anzupflanzen.

Die wissenschaftliche Bezeichnung des Kakaobaumes geht auf den berühmten Botaniker **Carl von Linné (1707 - 1778)** zurück. Da ihm die Bedeutung der Kakaopflanze bekannt war, gab er ihr den Namen *Theobroma cacao*. *Theos* bedeutet im Griechischen **Gott** und *broma* bedeutet **Speise**. Der Kakao gilt demnach als **Speise der Götter** oder göttliche Speise.





Leben ist Bewegen! Und dafür - aber auch um denken zu können - benötigen wir Energie, die wir durch Essen und Trinken aufnehmen.

## Unser Energiegleichgewicht

### Materialien



2 große Bechergläser mit Skala (alternativ eine Küchenwaage)



mehrere kleine Gefäße



Krümelmittel (braun und weiß) oder verschiedenfarbiger Sand



großer Löffel



viele Nahrungsmittel mit kcal-Werten (steht oft auf den Verpackungen)

Energieumsatz für dein Alter (siehe Tabelle rechts)

Wie bei so vielen Dingen ist es dabei wichtig, das richtige Maß zu finden. Unser Energiegleichgewicht ist aber gar nicht so einfach herzustellen. Das will gelernt sein...



### So wird's gemacht:

Jedes Kind bringt ein Nahrungsmittel von zu Hause mit. Auf den meisten verpackten Nahrungsmitteln sind die kcal-Werte (sprich: Kilokalorien) vermerkt. Sucht aus den vorhandenen Nahrungsmitteln diejenigen aus, die ihr an einem Tag essen und trinken möchtet (Frühstück, Mittagessen, Abendbrot, Zwischenmahlzeiten und Süßigkeiten). Rechnet nun alle Nahrungsmittel in eine bestimmte Menge Zucker um. Ein Gramm Zucker hat einen Energiegehalt von 4 kcal. Für einen Apfel mit 80 kcal bedeutet das dann, dass ihr ihn durch 20 g Zucker darstellt. Ihr befüllt also ein Gefäß mit 20 g weißem Zucker. Ebenso verfährt ihr mit den anderen Nahrungsmitteln. Befüllt eines der großen Bechergläser mit so viel braunem Zucker, dass dieser den typischen Energieumsatz für ein Kind eures Alters darstellt.

### Dein täglicher Energieumsatz

Alter	Kilokalorien
4 bis 6	1450 kcal
7 bis 9	1800 kcal
10 bis 12	2150 kcal

Das haben Wissenschaftler am Forschungsinstitut für Kinderernährung Dortmund herausgefunden. Überlegt, welche körperlichen Aktivitäten ihr im Durchschnitt pro Tag realisiert und füllt die entsprechenden Mengen braunen Zuckers zusätzlich in euer Energieumsatz-Glas. Bei einem Körpergewicht von 35 kg gilt für jeweils eine halbe Stunde: Radfahren: 140 kcal, Tischtennis: 70 kcal, Laufen: 220 kcal, Reiten: 110 kcal, Fußball spielen: 140 kcal, Schwimmen: 170 kcal, Inliner fahren: 120 kcal. Nun kommt der Vergleich: Befüllt das noch leere große Becherglas mit all den kcal-Mengen (weißer Zucker), die ihr über den Tag verteilt essen wollt. Vergleicht die braunen und weißen Zuckermengen in den beiden großen Bechergläsern.



### Was ist zu beobachten?

Vergleicht ihr den Füllstand in den beiden Bechergläsern, so wird dieser entweder gleich sein oder sich unterscheiden.



**Warum ist das so?**

Genau genommen ernähren wir uns von **Sonnenlicht**. Durch die Energie, die die Sonne auf die Erde einstrahlt, können Pflanzen wachsen. Gewissermaßen speichern sie damit die Sonnenenergie in ihren Zellen. Selbst in Fleisch und Wurst steckt Sonnenenergie, denn die Tiere haben sich zuvor von den Pflanzen ernährt.

Dein Körper benötigt jeden Tag eine ganze Menge **Energie**, um funktionieren zu können. Diese Energie nimmst du durch **Essen und Trinken** auf. Selbst wenn du glaubst, gar nichts zu machen, zum Beispiel wenn du schläfst, verbrauchen sich deine Energiereserven nach und nach, denn dein Gehirn arbeitet trotzdem (sonst würdest du nicht träumen), dein Herz schlägt und dein Körper versucht, die Temperatur von etwa 37 °C zu halten. Wenn du dich bewegst oder angestrengt nachdenkst, verbraucht sich diese aufgenommene Energiemenge noch schneller. Dann bekommst du Hunger und nimmst erneut Nahrung - also Energie - zu dir. Und wer sich viel bewegt, zum Beispiel viel Sport treibt, hat einen höheren

Bedarf an Energie und deshalb größeren Hunger.

Wie viel Energie in einem Lebensmittel steckt, wird in **Kilokalorien (kcal)** oder **Kilojoule (kJ)** ausgedrückt. Dabei gilt: **1 kcal = 4 kJ**. Deine Nahrung sollte genau zu deinem **Energieumsatz** passen, denn nimmst du mehr Kalorien zu dir als du verbrauchst, kann dein Körper diese nicht umsetzen und legt **Fettspeicher** an - du wirst **übergewichtig**. In unserem Experiment entspricht das dem Fakt, dass das Becherglas mit dem weißen Zucker voller ist als das mit dem braunen.

Nimmst du dagegen zu wenige Kalorien zu dir, kann dein Körper nicht die Leistung erbringen, die gebraucht wird und du fühlst dich schlapp und müde. Für eine Weile holt sich dein Körper die nötige Energie aus den Fettreserven und wenn diese aufgebraucht sind, aus anderen Körperzellen, wie den Muskeln. Du wirst dünner, dir fehlt zunehmend Kraft, du wirst **untergewichtig**. In unserem Experiment entspricht das dem Fakt, dass das Becherglas mit dem braunen Zucker voller ist als das mit dem weißen.

Sind die beiden Bechergläser nahezu gleich gefüllt, herrscht in deiner Lebensweise ein **gesundes Energiegleichgewicht**.

**AESKULAS ENERGIE-TABELLE**

Nahrungsmittel Energie (kcal)

1 Glas Saft	90
1 Glas Milch	100
1 Banane	120
1 Apfel	80
1/2 Salami-Pizza	460
1 Kinderportion Nudeln mit Tomatensoße	200
1 Portion Pommes Frites	350
1 Cheeseburger	310
1/2 Tafel Schokolade	250
1 Schoko-Vanille-Pudding	140
1/4 Tüte Gummibärchen	170
1 Portion Fruchtojoghurt	160
1 Portion Cornflakes	330
1 Streuselschnecke	550

Vordergründig ernähren wir uns also, um nicht zu verhungern, um immer genug Energie zur Verfügung zu haben. Dennoch hat die Ernährung noch **andere wichtige Aufgaben** und muss daher abwechslungsreich sein. Du benötigst beispielsweise **Vitamine**, um gesund zu bleiben, also musst du Obst essen. Du brauchst aber auch **Mineralien** und **Eiweiße**, weswegen du Salz zu dir nehmen musst und auch ab und zu Fisch oder Fleisch. Ansonsten würde es ja ausreichen, jeden Tag ein halbes Kilogramm Zucker zu essen. Übrigens: Als Kind wachst du noch, lernst ständig neue Sachen, strengst dabei deinen Kopf an und flitzt viel herum. Deshalb hast du oft Heißhunger auf etwas **Süßes**, denn dein Körper meldet sich, wenn er Energie benötigt!

**WUSSTEST DU SCHON?**

Während der kalten Winterzeit verbraucht sowohl unser Körper als auch der Körper anderer Lebewesen viel Energie, um sich warm zu halten. Allein dafür ist sehr viel Nahrung nötig, die im tiefen Winter für Wildtiere schwer zu beschaffen ist. So ist die Zeit des Winters für die meisten Lebewesen eine sehr ruhige Zeit. Flora - das sind die Pflanzen - und Fauna - das sind die Tiere - versuchen, so wenig wie möglich Energie

zu verbrauchen. Die meisten Pflanzen werfen deshalb ihre Blätter ab. Einige größere Tiere wie der Bär ziehen sich in die Winterruhe zurück und verfallen in einen tiefen Schlaf, aus dem sie nur manchmal erwachen, um etwas zu fressen. Manche kleinere Tiere wie Igel, Dachs oder Fledermaus halten richtigen Winterschlaf und fallen in eine regelrechte Kältestarre. Der Herzschlag verlangsamt sich, die Körpertemperatur fällt auf bis zu 5 °C ab. Um so wenig Wärmeenergie wie möglich abzugeben, rollen sich die Winterschläfer außerdem zu einer Kugel zusammen.







## Wie funktioniert die Welt?

Dr. Axel Werner  
**Wie funktioniert die Welt?**  
 Naturphänomene im Alltag. Teil 2

ISBN  
 978-3-941815-15-5

MOSAIK Steinchen für Steinchen Verlag GmbH

Preis: 9,95 €  
 Preis inklusive der Lehrer-CD: 20,00 €

Allmonatlich erleben die Abrafaxe Abenteuer, entdecken Länder und Leute, durchwandern die Geschichte und versuchen zu verstehen, was die Welt im Innersten zusammenhält. Und dies nun bereits seit etwa 35 Jahren mit ungebrochenem Erfolg. Was also lag da näher als dass die Abrafaxe das Exploratorium Potsdam besuchen?

Die erfolgreiche fünfjährige Zusammenarbeit mit dem MOSAIK Steinchen für Steinchen Verlag brachte nun konsequenterweise das inzwischen zweite Forscherbuch für Schüler hervor. Nach dem großen Erfolg des Erstlings „Wie funktioniert die Welt? – Naturphänomene im Alltag“ von 2008 folgt jetzt Teil 2.

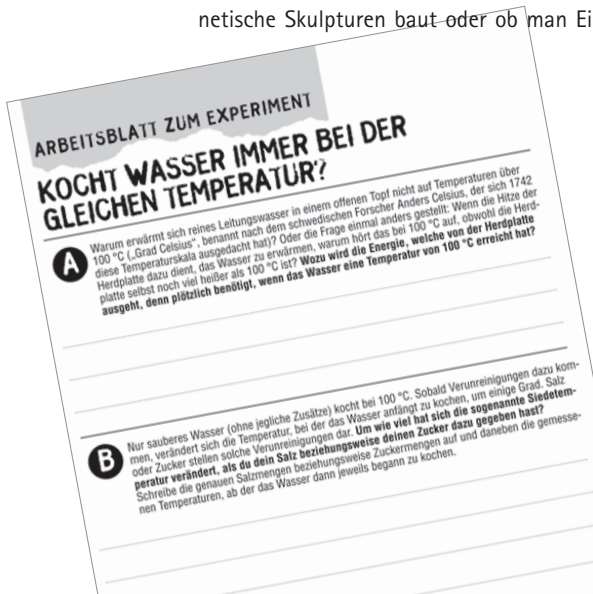
Während in Teil 1 Experimente zu den Themen Wasser, Luft und Sprudelgas, Farben, Temperaturen, Metalle, Öle und Fette sowie Kräfte beschrieben wurden, ergänzt Teil 2 die Experimentesammlung um weitere Themen: Atome und Elektrizität, Zucker und Salz, Energie sowie Bilder und Licht.

Wenn Sie gemeinsam mit Ihren Kindern einmal erforschen möchten, wie man Puffreis zum Springen bringt, was es überhaupt alles mit der elektrischen Anziehungskraft auf sich hat und wie sich dies aus der Sicht eines kleinen Atoms darstellt, wie man magnetische Skulpturen baut oder ob man Eiswürfel auch erwärmen



kann, dann werden Ihnen mit den Experimentierbeschreibungen die entsprechenden Handreichungen präsentiert. Diese können Sie gleichsam den Kindern als Kopie zur Verfügung stellen. Auf einer CD, die der Lehrerausgabe beiliegt, finden Sie entsprechende Kopiervorlagen. Die grafische Umsetzung ist kindgerecht und instruktiv. Sie zeigt, dass man beim Experimentieren sehr viel Spaß haben darf. Ebenfalls vorhanden sind Arbeitsblätter zu allen 30 Experimenten.

Weiteren Phänomenen und Fragen fühlen wir auf den Zahn: Was ist eine Emulsion? Kann man Dächer aus Seifenblasen konstruieren? Kocht Wasser immer bei der gleichen Temperatur? Hat Sonnenlicht einen Geschmack? Wie sieht das Auge wirklich? Wir erforschen den Flaschenzug, den Regenbogen, bunte Schatten, fangen Fische wie die Indianer, erkunden verblüffende Spiegeleffekte, Katzenaugen und optische Täuschungen, bauen eine Lochkamera und ein Periskop, beschäftigen uns mit Aufwindkraft, Meeresentsalzung und Mini-Wasserlupen. Alle Experimente sind mit Kindern durchgeführt worden und haben allen Beteiligten sehr viel Freude gemacht. Die angegebenen Utensilien sind einfach zu beschaffen und ungefährlich. Die einzelnen Experimente passen sich dem zeitlichen Umfang einer Unterrichtsstunde an und entsprechen inhaltlich den Empfehlungen in den Rahmenlehrplänen.



### IMPRESSUM

Herausgeber: Technische Jugendfreizeit- und Bildungsgesellschaft (tjfbg) gGmbH  
 Geschäftsführer: Thomas Hänsgen  
 Geschäftsstelle: Wilhelmstraße 52  
 D-10117 Berlin  
 Fon +49(0)30 97 99 13 - 0  
 Fax +49(0)30 97 99 13 - 22  
 www.tjfbg.de | info@tjfbg.de

Redaktion: Sieghard Scheffczyk  
 Medizinische Fachberatung: Dr. med. Ruth Hänsgen  
 Illustrationen: Egge Freygang  
 Grafik-Layout: Sascha Bauer  
 Druck: Möller Druck und Verlag GmbH  
 1. Auflage: 25 000  
 Erscheinungsdatum: 15. Juni 2011  
 ISSN 1869-9987



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium für Bildung und Forschung