

# KONTEXTIS

ARBEITSHEFTE 2010



Dr. Axel Werner

Windräder, Flaschenzüge, Murmelbahnen

**JOULETT EXPERIMENTIERT**

**MIT ENERGIE**



Eine Initiative des Bundesministeriums  
für Bildung und Forschung

Wissenschaftsjahr 2010

**Die Zukunft der  
Energie**

## Liebe Lehrerinnen und liebe Lehrer,

**Autor**

**Energie** – ein quasi unerschöpfliches Thema! Denn Energie kann viele **verschiedene Formen** annehmen, ist **ständig** und überall vorhanden, nichts funktioniert ohne sie, und damit meine ich nicht nur Waschmaschinen und Glühlampen, die Energie in Form von elektrischem Strom aus der Steckdose beziehen, sondern schlicht ALLES und JEDES in unserem Universum. Wie sich nun diesem großen und grenzenlosen Thema nähern?

Im Folgenden wird eine **Auswahl von Experimenten** vorgestellt, die Ihren Schülerinnen und Schülern einen guten Einblick in einige der Spielarten der Energie liefert. Wir starten mit der spannenden Frage, was man alles anhand von **Seifenhäuten und Seifenblasen** über **Energieminimierung** lernen kann und wie dies in der Natur – inzwischen auch in der Architektur – angewandt wird. Danach befassen wir uns mit der **Goldenen Regel der Mechanik**, die belegt, dass man zwar mit allerlei Kniffen Kraft sparen kann auf dem Weg zu einem bestimmten Ziel, jedoch unabhängig vom gewählten Weg, die Menge an Energie, die man aufwenden muss, stets die gleiche sein wird. Anhand von Marmelbahnen wollen wir uns des Themas **potentieller versus kinetischer Energie** annehmen, also der Frage nachgehen, wie man einer Kugel einen bestimmten Wert an Energie mit auf den Weg geben kann, und was notwendig ist, um diesen Wert zu erhöhen. Wir untersuchen, inwiefern das **Licht** etwas mit Wärmeenergie zu tun hat. Wir erforschen **Zustandsänderungen** und stellen eine **Kältemischung** her. Wir klären, was Kälte und Wärme gemeinsam haben, bauen ein **Mini-Pumpspeicherwerk**

zur Speicherung von Wasserkraft und ein kleines **Windkraftwerk**. Ab und an werde ich über **Querbezüge** darauf verweisen, welches Potential in den einzelnen Themen steckt, wenn man erkennt, wo das einmal Begriffene ebenfalls eine Rolle spielt, was man also plötzlich „ganz nebenbei“ noch gelernt und erkannt hat.

Ich möchte Ihnen damit einige **Anregungen** geben, das komplexe Thema Energie experimentell in Ihren Unterricht mit einzubauen. Alle Experimente sind bereits von Schulkindern erfolgreich – und mit viel **Spaß** – durchgeführt worden. Bei den verwendeten Materialien habe ich mich an den **Möglichkeiten** der Schule orientiert.

Abschließend noch eine Bemerkung zur **Begrifflichkeit**. Wenn hier aus physikalischer Sicht von Energie die Rede ist, dann in dem Sinne, dass die Energie eines Systems seine Fähigkeit ist, Arbeit zu verrichten. Diese (physikalische) Arbeit wandelt quasi die Energie von einer Form in eine andere um. So wird beim Fahrradfahren chemische Energie (repräsentiert durch die Kraft unserer Beinmuskeln) in Bewegungsenergie (zeigt sich daran, dass das Fahrrad fährt) umgeformt. Das Fahrrad rollt vorwärts, weil wir Energie umwandeln, indem wir Arbeit leisten. Viele der Begriffe unterliegen streng

genommen einer **physikalischen Definition**, und Arbeit und Kraft sind dann eben nicht mehr dasselbe. Wir haben aber zu berücksichtigen, dass sie im **Alltagssprachegebrauch** ebenso Verwendung finden, dort aber weniger genau oder sogar ganz anders definiert sind. Kraft, Arbeit, Leistung, Energie etc. bekommen damit mehr als nur einen Sinn und man darf nicht voraussetzen, dass den Kindern die physikalische Bedeutung sofort einleuchtet. Im Alltag bedeutet „Das hat mich Kraft gekostet.“ eben das gleiche wie „Das hat aber ganz schön Arbeit gemacht.“ Es sollte stets mehr Wert darauf gelegt werden, dass das **Phänomen** erkannt und das dahinter steckende **Prinzip** erahnt wird und nicht so sehr auf die Exaktheit der Wortwahl. Oft finden Kinder **eigene Umschreibungen**, die aufzeigen, dass sie den Sinn verstanden, verinnerlicht, den Kern erfasst haben und auf gutem Wege sind, das Prinzip zu verstehen.

Sollten Sie nach dem Studium dieses Heftes Lust auf mehr bekommen haben, lade ich Sie herzlich ein, die neue Themenwelt Energie-Klima-Umwelt im Exploratorium kennenzulernen. Vielleicht sehen wir uns demnächst ja in Potsdam!

Dr. Axel Werner,  
Potsdam, im Frühjahr 2010

Hallo,  
ich bin Joulett und stecke voller Energie!  
Kommt doch mit in die spannende und abenteuerliche Welt der Energie. Entdeckt mit mir gemeinsam, wie die alten Ägypter ihre gewaltigen **Pyramiden** bauen konnten, obwohl sie noch keine **Kräne, Maschinen und Baufahrzeuge** hatten. Werdet selber Teil einer großen **Marmelbahn** und findet heraus, dass auch **Licht** eine besondere Form von Energie darstellt. Möchtet ihr wissen, wie die Leute in früheren Zeiten **Speiseeis** hergestellt haben, als es noch keinen elektrischen Strom für Kühlschränke gab? Lasst uns zusammen erforschen, was **Pinguine** mit **Seifenblasen** zu tun haben, wie **Salz** gewonnen wird, wie man **Wasserkraft** festhalten kann und noch andere **aufregende Sachen** mehr. Viel Freude beim Experimentieren!



**Dr. Axel Werner** studierte Physik und unterrichtete einige Jahre Mathe, Physik und Chemie, promovierte in der Solarzellenforschung und ist Mitbegründer und Kurator der wissenschaftlichen Mitmachwelt Exploratorium Potsdam.

werner@exploratorium-potsdam.de

### So wird's gemacht.

Gieße deine Seifenblasenflüssigkeit auf den Teller. Stecke im Abstand von einigen Zentimetern vier bis fünf Nägel in den Styroporblock. Wickle den Faden um die Nägelköpfe. Wichtig ist dabei, dass der Faden letztlich in sich geschlossen ist, Anfang und Ende zusammenfallen, der Faden also nirgends eine Lücke aufweist. Tauche das Ganze mit den Nägelköpfen nach unten in die Seifenblasenflüssigkeit ein, so dass der gesamte Faden nass wird. Ziehe die Konstruktion aus der Seifenblasenflüssigkeit und drehe sie wieder herum: Es hat sich eine Seifenhaut gebildet. Verändere die Höhe und die Ausrichtung der Nägel.

### Was ist zu beobachten?

Es hat sich eine Seifenhaut aufgespannt. Diese zieht den Faden sogar etwas in die Mitte. Wenn du die Nägel bewegst, folgt die Seifenhaut den Bewegungen.


### Warum ist das so?

Die Seifenhäute (speziell auch die ganz normalen Seifenblasen, die du kennst) zeigen dir das **Grundprinzip** vieler natürlicher (und auch technischer) Vorgänge: mit möglichst **wenig Energieaufwand** maximale Ergebnisse erzielen. Die Seifenhaut möchte sich zwischen den Fäden aufspannen. Das kostet Energie. Also versucht die Seifenhaut die kleinstmögliche Haut zu bilden, eine sogenannte **Minimalfläche**. Schau dir mal nebenstehendes Bild des Olympiageländes in München an. Die Dachfläche wurde anhand eines Seifenhautmodells konstruiert, um eine große Fläche mit wenig Material zu überdachen. Normalerweise kennst du Seifenhäute, ohne dass sie zwischen Fäden eingespannt sind. Für sich allein bilden sie Kugeln, die **Seifenblasen**. Diese Kugeln umhüllen eine bestimmte Luftmenge. Würde man die gleiche Luftmenge in einen Würfel packen, hätte dieser eine viel größere Oberfläche. Die kleinste, also die minimale Fläche weist eben nur die Kugel auf.

## Kann man mit Seifenblasen Dächer konstruieren?




### Materialien

 Seifenblasenflüssigkeit (gibt's fertig zu kaufen, außerdem findest du im Internet einige Rezepte)

 ein tiefer Teller oder eine Schüssel

 einige 7 bis 10 cm lange Nägel

 Zwirnfäden

 ein Stück Styropor (steckt z. B. in vielen Verpackungen mit drin), mit einer Fläche von etwa 15 x 15 cm und einigen Zentimetern Dicke

Tiere in kalten Gebieten sind darauf angewiesen, nicht zu viel Wärme zu verlieren. So kann man bei der Familie der Pinguine beobachten, dass der Galapagos-Pinguin am Äquator viel kleiner und schmaler ist als der große rundliche Kaiserpinguin in der Antarktis. Durch seine Körpergröße hat der Kaiserpinguin eine kleinere Oberfläche im Vergleich zum wärmespeichernden Körpervolumen.

Umso geringer ist also der **Wärmeverlust über die Haut**. Um noch weniger Wärme zu verlieren, bilden die Tiere, eng aneinander gekuschelt, große Gruppen. Im Vergleich zum ansteigenden Volumen - es sind sehr viele Tiere - verkleinert sich die Oberfläche, der Außenkontakt, zur kalten Luft. Die Tiere verlieren so noch weniger Wärme. Kein Wunder, dass sie Temperaturen von bis zu  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$  aushalten können.



## Die Goldene Regel der Mechanik

Jedes Mal, wenn du etwas Anstrengendes unternimmst, verrichtest du **Arbeit**. Und es kostet dich **Energie**. Die Energie hast du zuvor durch die **Nahrung** gewonnen. Durch sie bist du in der Lage, Arbeit zu verrichten. Da es nicht möglich ist, unendlich viel zu essen, hast du auch nur eine gewisse Menge Energie zur Verfügung, kannst also nur eine bestimmte Zeit lang arbeiten, bevor dir die Energie ausgeht und du erneut essen musst. Sicher ist dir das im Alltag schon häufiger begegnet. Oft hat man zum Beispiel nach dem Besuch der Schwimmhalle ziemlich Hunger. Denn auch das Schwimmen ist letztlich nichts anderes als Arbeit.

Wanderst oder kletterst du einen hohen Berg hinauf, ist auch dies Arbeit und kostet Energie. Hier wird es nun interessant: Um auf die Bergspitze zu gelangen, kannst du entweder den direkten, also **kürzesten**, aber ganz sicher auch sehr steilen und damit **anstrengenden Weg** wählen oder du nimmst einen gemächlichen, **langen Weg**, der **nicht so** steil und **anstrengend** ist. Vielleicht bist du schon einmal im Gebirge mit dem Bus oder dem Auto gefahren und erinnerst dich, dass die Straßen sich dort ziemlich hin und her winden (das nennt man Serpentina), denn die Fahrzeuge können keine zu steilen Anstiege überwinden. Der Unterschied ist nun: Entweder nimmst du den kurzen Weg, der dich viel Kraft kostet oder du nimmst den langen Weg, der dich wenig Kraft kostet. Am Ende wirst du zwar dieselbe Energie benötigt haben, also dasselbe Maß an Arbeit geleistet haben, um auf die Spitze des Berges zu gelangen, aber du hast auf dem längeren Weg weniger Kraft eingesetzt. Das Kraftsparen ist also möglich, jedoch nur unter der Bedingung, dass

du einen längeren Weg wählst. Dabei gilt: halbe Kraft, dafür doppelter Weg oder: ein Viertel der Kraft, dafür der vierfache Weg. Unbewusst nutzt du diesen Sachverhalt ständig im Leben. Alle machen das. Nussknacker, Schraubenschlüssel oder Flaschenöffner sind gute Beispiele dafür. Wenn du eine Nuss kna-



cken möchtest, fehlt dir die nötige Kraft, die Schale der Nuss einfach nur mit den Fingern zu zerdrücken. Du bräuchtest die Schale nur ein ganz klein wenig zusammendrücken, und sie würde zerknacken. Dieser sehr kurze Weg (einige Millimeter), den deine Finger zurücklegen müssten, kostet dich jedoch zu viel Kraft. Verwendest du einen Nussknacker, müssen deine Finger beim Zusammendrücken der Nussknackerarme einen viel größeren Weg zurücklegen (einige Zentimeter), aber du benötigst deutlich weniger Kraft. Ähnliches passiert beim Lösen einer Mutter mit einem Schraubenschlüssel oder beim Öffnen von Brauseflaschen mittels Flaschenöffner. Und weil dieses mechanische Gesetz ständig und überall angewendet wird, nennt man es die **Goldene Regel der Mechanik**, die also aussagt: **Wenn du Kraft sparen willst, musst du einen längeren Weg zurücklegen!**

## Flaschenzug und Co

### So wird's gemacht.

Knotet das eine Seilende an einem der Besenstiele fest. Deine Freunde halten die beiden Besenstiele im Abstand von etwa einem halben Meter parallel vor sich, während du das Seil dreimal um jeden der beiden Besenstiele windest. Nun halten deine beiden

Freunde die Besenstiele gut fest, wobei darauf zu achten ist, dass die Besenstiele parallel sind und auch bleiben und dass das Seil nirgends abrutscht. Nun ziehst du langsam an dem verbleibenden losen Ende des Seils. Deine Freunde geben acht, dass die Besenstiele sich nicht berühren.

### Was ist zu beobachten?

Während du ziehst, bewegen sich die beiden Besenstiele aufeinander zu, auch wenn deine Freunde dies mit aller Kraft zu verhindern suchen. Wiederholt den Versuch, so dass jeder mal derjenige sein kann, der

### Warum ist das so?

Hier wirkt die Goldene Regel der Mechanik! Derjenige von euch, der am losen Seilende zieht, wendet keine große Kraft auf, zieht dabei aber ein längeres Stück des Seiles zu sich heran. Die beiden anderen legen nur einen kurzen Weg zurück, brauchen dabei aber sehr viel Kraft. Je öfter du das Seil um die Besenstiele gelegt hast, umso weniger Kraft benötigst du, die Besenstiele zusammenzuziehen. Liegt das Seil beispielsweise dreimal um jeden Besenstiel, dann hast du sechs kurze Seilabschnitte. Wenn du nun 60 cm an deinem Seilende ziehst, bewegen sich gleichzeitig die Besenstiele um 10 cm aufeinander zu: 6 Seilabschnitte bedeutet also, dass du dann den sechsfachen Weg zurücklegst, aber auch, dass du nur ein Sechstel der Kraft aufwenden musst, die deine beiden Freunde benötigen, um dir Stand zu halten. Jeder von den beiden müsste als mehr als dreimal so stark sein wie du, erst dann könnten sie

am losen Seilende zieht. Ihr werdet feststellen, dass es relativ leicht ist, am Seil zu ziehen, aber sehr schwer, die Besenstiele auf Abstand zu halten.

### Tipp

Besorgt euch im Baumarkt für einige Euro einen Flaschenzug. Damit könnt ihr ein außergewöhnliches Tauziehen veranstalten: einer gegen sechs. Wer wird wohl gewinnen?

verhindern, dass du erfolgreich bist.

Dieses Prinzip wird beim **Flaschenzug** angewandt.

Statt über Besenstiele läuft dort das Seil über Rollen. Mit einer solchen Vorrichtung können dann zum Beispiel Dachdecker eine große Menge Ziegel aufs Dach befördern, ohne sich dabei zu sehr anzustrengen. Der Name Flaschenzug kommt übrigens nicht daher, dass damit Flaschen (hoch-)gezogen werden, sondern sein ursprüngliches Aussehen kam dem einer bauchigen Flasche nahe.

### Materialien



zwei Besenstiele



ein Seil (mind. 5 Meter lang)



zwei Freunde, die mitmachen

Vor etwa 4500 Jahren entstanden die **Pyramiden** in Ägypten. Sie sind das einzige der Sieben Weltwunder, das es heute noch gibt! Bereits damals nutzten ihre Erbauer die Goldene Regel der Mechanik. Um die jeweils 2,5 Tonnen schweren Steinquader, aus denen die Pyramiden bestehen, nach oben zu bekommen, baute man sehr lange, sanft ansteigende **Rampen** (ähnlich unseren heutigen Serpentinaen). Die Steine dort hinauf zu ziehen, bedeutete zwar einen langen Weg zurückzulegen, aber dies kostete weniger Kraft als die Steinquader einfach nur hochzuheben. Bei diesem Gewicht wäre das Hochheben sogar gänzlich unmöglich gewesen.



**Materialien**

# Die menschliche Murmelbahn



Metallmurmeln,  
etwa 12 mm dick



Aus dem Baumarkt:  
zwei oder mehr  
durchsichtige  
Plastikschläuche  
(wenigstens 5 Me-  
ter lang) mit einem  
Innendurchmesser  
von etwa 17 mm



Leiter  
(fragt mal  
euren Hausmeister  
in der Schule)



Stühle & Tische



einige  
Wasser-  
eimer oder mit  
Wasser gefüllte  
Schüsseln



Modellgips



Wasser



Schüssel



Löffel oder Spachtel

**So wird's gemacht.**

Mehrere Kinder halten den Schlauch, wobei etwa alle anderthalb Meter ein Kind stehen sollte. Dabei befindet sich der erste von euch am höchsten Punkt, steht zum Beispiel mit nach oben ausgestreckten Armen auf der Leiter. Alle anderen stehen dann jeweils etwas tiefer. Der letzte von euch hält den Schlauch an dem Ende, wo später die Murmel herausfallen soll. Jemand, der groß genug ist, steckt nun eine Murmel in das obere Schlauchende. Euer Schlauch kann sich dabei ruhig winden. Probiert auch aus, was passiert, wenn die Murmel zwischendurch mal ein Stück aufwärts rollen muss. Beim Austritt der Murmel aus eurem Schlauch soll diese aus einer gewissen Höhe in einen Wassereimer plumpsen. Wenn mehrere Schläuche vorhanden sind, kann man die Murmeln um die Wette rollen lassen: Wie müsst ihr euren Schlauch halten, damit die Murmel mit möglichst großer Geschwindigkeit am unteren Ende heraus schießt?

**Was ist zu beobachten?**

Die Zeit, die eure Murmel benötigt, um durch den Schlauch zu rollen, hängt von mehreren Dingen ab. Zum einen spielt es eine entscheidende Rolle, aus welcher Höhe ihr die Murmel losrollen lasst. Zum anderen hängt die Laufzeit von der Länge und der Form der Kugelbahn ab. Probiert einfach aus, was am besten klappt.

**Warum ist das so?**

Wenn ihr eine Murmel in den mit Wasser gefüllten Eimer plumpsen lasst, dann könnt ihr anhand der **Höhe der Spritzer** erkennen, ob sie mit wenig oder mit viel **Energie** auf das Wasser geklatscht ist. Macht diesen Versuch einmal (ohne Schlauch) und lasst dabei die Murmel aus unterschiedlichen Höhen fallen, z. B. aus 10 Zentimetern, einem halben Meter und einem Meter. Für diese Fallversuche könnt ihr größere und schwerere Murmeln nehmen. Ihr könnt die Murmeln auch auf den noch weichen Modellgips fallen lassen und werdet sehen, dass sie je nach Fallhöhe unterschiedlich tief eindringen. Vorher rührt euch den Gips mit Hilfe eines Löffels oder Spachtels in einer



Schüssel mit Wasser zu einem steifen Brei an. Wieso hat eine aus **größerer Höhe** fallende Kugel **mehr Energie** und kann dadurch höhere Wasserspritzer oder größere Vertiefungen im Gips erzeugen? Damit die Kugel auf eine bestimmte Höhe gelangt, müsst ihr sie ja zunächst bis dort hinauf heben. Dieses Anheben kostet euch Energie und zwar umso mehr, je höher ihr die Kugel hebt. Bei einem halben oder einem Meter meint ihr vielleicht, dass dies nicht so sei, weil ihr keinen wirklichen Unterschied wahrnehmt. Würden wir jedoch deutlich unterschiedliche Höhen wählen, dann würdet ihr es tatsächlich spüren. Wenn einer von euch die Kugel vom Fußboden aufhebt und auf den Tisch legt und ein anderer seine Kugel bis in die letzte Etage der Schule tragen muss,

dann ratet mal, wer wohl am Ende mehr außer Puste sein wird (weil er mehr Energie aufbringen musste), nämlich derjenige, der die Kugel weiter nach oben gebracht hat. Und gewissermaßen steckt nun diese Energie in der Kugel und wird beim Fallen der Kugel wieder frei. Deshalb plumpst die aus größerer Höhe fallende Kugel heftiger auf das Wasser und erzeugt deutlichere Spritzer beziehungsweise tiefere Einschläge in der Gipsmasse.

Also: Wenn man irgendetwas nach oben befördert, dann muss man dazu Energie aufwenden. Und danach steckt dieses Maß an Energie in dem Gegenstand (Murmel, Stein, Wasser, ...), der nach oben gebracht wurde. Man sagt: **Die Energie ist in dem Gegenstand gespeichert.** Diese Energie wird wieder freigesetzt (und könnte dann auch genutzt werden), wenn der Gegenstand wieder nach unten fällt, rutscht, läuft oder rollt. Schau dir dazu auch das Experiment zur Speicherung von Wasserkraft auf Seite 9 an. Allerdings hat die Murmel in unserem Murmelbahnversuch beim Fallen ins Wasser nicht mehr viel von ihrer anfänglichen Energie, denn auf dem Weg nach unten muss sie einige Widerstände überwinden. Lasst ihr die Kugeln einfach so fallen, stört nur der Luftwiderstand, der aber nicht groß ist. Rollt die Kugel jedoch durch den Schlauch hindurch, wird sie gebremst. Das kann so heftig sein, dass sie unterwegs anhält.



Nehmt einmal unterschiedliche Gegenstände in die Hand, zum Beispiel eine Murmel, ein Blatt Papier, ein Schreibheft, ... Was fällt wohl zuerst auf den Boden, wenn ihr diese Gegenstände gleichzeitig und aus gleicher Höhe fallen lasst? Es gibt spezielle Falltürme, in denen Wissenschaftler untersuchen, wie schnell verschiedene Dinge fallen. Und dabei haben sie festgestellt, dass alles gleich schnell fällt, wenn man es schafft, zuvor alle Luft aus solch einem Fallturm zu pumpen. Ohne bremsende Luft fällt eine Feder genauso schnell wie ein Hammer. Das hat der Astronaut Scott 1971 auf dem Mond vorgemacht!



146 Meter hoch und einzigartig in Europa: der Fallturm auf dem Bremer Universitätsgelände.

Foto: ZARM, Fallturm-Betriebsgesellschaft mbH



**Materialien**

# Glühlampen sind kleine Heizungen



eine Schreibtischlampe mit einer herkömmlichen Glühlampe



eine Schreibtischlampe mit einer Diodenlampe



eine Schreibtischlampe mit einer Energiesparlampe



drei GURKENGläSER mit Deckel



Alufolie



drei Thermometer (Anzeige mindestens 15 °C bis 50 °C)

Die Glühlampe und die Energiesparlampe sollten nach Möglichkeit die gleiche Lichtleistung haben.

**So wird's gemacht.**

Stelle oder lege in jedes Schraubglas ein Thermometer. Schließe die Gläser. Falls die Thermometer so groß sind, dass die Deckel nicht auf das Glas geschraubt werden können, verschließe die Glasöffnung so gut es geht mit Alufolie. Das Thermometer umschließt du dabei. Stelle vor jedes Glas eine Schreibtischlampe. Ihr Licht soll seitlich in das jeweilige Glas scheinen. Lass das Licht 5 Minuten brennen und beobachte die Anzeige auf dem Thermometer. Wenn du nur eine Schreibtischlampe und nur ein Glas + Thermometer hast, dann mach den Versuch mit den drei Lampen nacheinander.

**ACHTUNG:** Die herkömmlichen Glühlampen werden so heiß, dass du sie nicht anfassen darfst. Auch nach dem Ausschalten musst du noch einige Zeit damit warten.

**Warum ist das so?**

In einer herkömmlichen Glühlampe siehst du einen dünnen Metallfaden. Fließt elektrischer Strom, so drängelt sich eine große Anzahl kleiner Stromteilchen (Elektronen) durch diesen dünnen Faden, wodurch eine erhebliche Reibung zwischen ihnen entsteht. Dies erzeugt Wärme. Die Wärme ist so hoch, dass der Faden zu glühen anfängt. Dabei entsteht zusätzlich helles Licht. Aus etwa 95 % der Energie, die wir benötigen, um eine Glühlampe zum Leuchten zu bringen, wird Wärme erzeugt, nur 5 % werden in Licht umgesetzt. So gesehen sind Glühlampen eher kleine Heizungen! Bei Energiesparlampen sieht das Verhältnis schon freundlicher aus. Auf der Verpackung kannst du zum Beispiel lesen:

$$11 \text{ W} = 60 \text{ W}$$

Das bedeutet, dass diese Lampe nur 11 Watt elektrische Leistung benötigt, um ebenso hell zu erleuchten wie eine 60-Watt-Glühlampe. Aber noch immer wird ein wesentlicher Anteil der Energie in Wärme verwandelt anstatt in Licht. Dioden erzeugen auf eine andere Weise Licht und setzen nahezu 100 % der Energie tatsächlich in



**Was ist zu beobachten?**

Die Temperaturen in den Gläsern entwickeln sich unterschiedlich. In dem Glas, das durch die Glühlampe angeleuchtet wird, entsteht in kürzester Zeit eine hohe Lufttemperatur. Je nach verwendeter Glühlampe und Abstand kann der Temperaturanstieg mehrere zehn Grad betragen. Bei einer Energiesparlampe entsteht eine deutlich geringere Erwärmung. Die Diodenlampe kannst du während des Betriebes anfassen: Sie bleibt kalt. Nur ein sehr genaues Thermometer würde etwa ein halbes Grad Temperaturerhöhung anzeigen.

Licht um. Diodenlampen werden noch nicht einmal warm. Dass sich die Luft im Glas trotzdem um einen geringen Betrag erwärmt, hängt mit dem Treibhauseffekt zusammen, bei dem Licht teilweise in Wärmestrahlung umgewandelt wird, die das Glas nicht mehr vollständig verlassen kann. Das verschlossene Gurkenglas ist mit einem Treibhaus (Gewächshaus) vergleichbar.

Glühlampen gibt es erst seit etwa 130 Jahren. Zuvor mussten sich die Menschen bei Dunkelheit mit Kerzen und Ähnlichem behelfen. Weil die herkömmlichen Glühlampen zu viel Energie benötigen, wird es bald nur noch Energiespar- und Diodenlampen geben.





## Wie man Wasserkraft speichert

### So wird's gemacht.

Bohre mit dem Handbohrer ein Loch in den Randbereich des Bodens deiner Flasche, so dass du dort den Knick-Trinkhalm mit seinem kurzen Ende voran einfädeln kannst. Schneide den oberen Teil der Flasche ab. Knicke den Trinkhalm im Innern der Flasche so, dass der kurze Arm innen den Flaschenboden berührt. Mit Kaugummi (oder Knete) dichtet du nun das Einführloch von beiden Seiten so ab, dass es um den Trinkhalm herum wasserundurchlässig ist. Befülle nun die Flasche langsam mit Wasser. Stoppe ab und zu, um zu beobachten, ob bereits Wasser durch den Trinkhalm aus der Flasche fließt. Finde heraus, ab welchem Mo-

ment das Auslaufen des Wassers beginnt und wann es wieder stoppt.

### Was ist zu beobachten?

Solange sich der Wasserpegel unterhalb des Trinkhalmknicks befindet, fließt kein Wasser über den Halm aus der Flasche. Wenn du so viel Wasser dazu gegeben hast, dass der Wasserstand über dem Knick liegt, beginnt das Wasser abzufließen. Interessant ist, dass nun sogar das gesamte Wasser ausläuft, dass also das Auslaufen nicht wieder stoppt, auch wenn der Wasserstand niedriger als der Trinkhalmknick ist.

### Materialien



Plastikwasserflasche  
(0,5 oder 1 Liter)



Knick-Trinkhalm, möglichst durchsichtig



Kaugummi oder Knete



Handbohrer



Wasser



Auffangschüssel



### Warum ist das so?

Wenn du beim Befüllen der Flasche zuschaust, wie sich der **Wasserstand innerhalb des Trinkhalmes** entwickelt, so siehst du, dass sich zunächst im kurzen wie im langen Ende des Halmes **Luft** befindet und sich bei weiterer Zugabe von Wasser erst einmal das kurze Trinkhalmende mit **Wasser** füllt. Der Füllstand ist stets der gleiche wie in der gesamten Flasche. Hat der Wasserstand in der Flasche den höchsten Punkt des Trinkhalmes erreicht (also den Knick), drückt sich auch Wasser über den Knick hinweg in den langen Arm des Halmes. Irgendwann ist dann im langen Arm mehr Wasser als im kurzen. Der lange Arm ist nach unten hin offen, das Wasser möchte dort jetzt gern herausfallen (es wird ja schließlich von der Erde angezogen). Indem es aus dem langen Arm herausläuft, macht es Platz für weiteres Wasser, das aus dem

Wasservorrat in der Flasche ständig nachgeliefert wird. Dies stoppt erst dann, wenn die Flasche komplett leergelaufen ist.

Auf diese Weise lässt sich **Energie speichern**. Denn das Befüllen der Flasche macht Arbeit, kostet also Energie. Beim Auslaufen des Wassers wird die Energie wieder frei. Wäre die Anordnung sehr viel größer, könnte man das ausfließende Wasser zum Beispiel zum Betrieb eines Wasserrades nutzen, das einen Mühlstein dreht, der Getreide mahlt. Den Zeitpunkt der Freisetzung der Energie kannst du selber bestimmen, indem du erst dann den Wasserstand über den Trinkhalmknick bringst, wenn du möchtest, dass das Wasser ausläuft.

Bei manchen Kraftwerken gibt es die Möglichkeit, mit der nachts - wenn die meisten Menschen schlafen - nicht benötigten Energie einfach Wasser nach oben in einen großen Behälter (das kann auch ein See sein) zu pumpen. Wird diese Energie tags darauf benötigt, lässt man das Wasser wieder nach unten laufen. Die Kraft des Wassers kann dann Turbinen antreiben, womit elektrischer Strom erzeugt wird. Eine solche Anlage nennt man **Pumpspeicherkraftwerk**. Schaut doch mal im Internet nach, wo es in Deutschland solche Werke gibt!





### Materialien



Herdplatte



Kochtopf



kaltes Leitungswasser



Eiswürfel



je eine Packung Salz, Zucker



Esslöffel



Thermometer (Anzeige 0 °C bis 120 °C, dabei kannst du auch mehrere verschiedene Thermometer verwenden, von denen eines mindestens den Temperaturbereich von 0 °C bis etwa 5 °C anzeigen kann und eines, das den Bereich von 90 °C bis 120 °C anzeigt)

## Kann man Eiswürfel erhitzen?

## Kocht Wasser stets bei der gleichen Temperatur?

### So wird's gemacht.

Stelle einen Kochtopf mit kaltem Wasser auf eine Herdplatte. Wirf eine größere Menge Eiswürfel in das Wasser. Das Thermometer sollte nun 0 °C Wassertemperatur anzeigen. Stelle nun die Herdplatte an und beobachte das Thermometer. Was geschieht mit der Temperatur, solange noch Eis im Wasser schwimmt? Was geschieht, wenn alles Eis geschmolzen ist?

Beobachte die Temperaturentwicklung, wenn das Wasser beginnt zu kochen und zu verdampfen. Gib nun nach und nach Salz hinzu.

Was geschieht mit der Temperatur des kochenden Wassers, wenn du 100 Gramm Salz dazu gegeben hast? Was geschieht bei weiteren 100 Gramm? Bei welcher Menge Salz verändert sich an der Temperatur nichts mehr?

Bei einem zweiten Versuch gib in eine gleiche Menge kochendes Wasser nach und nach Zucker und beobachte auch hier die Temperaturentwicklung.

### Was ist zu beobachten?

Die Temperatur des flüssigen Wassers bleibt bei 0 °C, solange sich festes Eis darin befindet. Erst wenn das Eis geschmolzen ist, erwärmt sich das Wasser zunehmend. Wenn das Wasser bei 100 °C kocht, nimmt seine Temperatur nicht mehr weiter zu. Wenn du in das kochende Wasser Salz gibst, hört dieses kurzzeitig zu kochen auf und erwärmt sich auf eine Temperatur von über 100 °C und fängt dann erneut an zu kochen. Gibst du weiteres Salz dazu, hört auch dieses Wasser wieder auf zu kochen und erwärmt sich noch weiter. Das geht solange, bis eine gewisse Menge Salz im Wasser gelöst ist. Eine weitere Erhöhung der Siedetemperatur (Kochen nennt man auch manchmal Sieden.) ist nicht mehr möglich, wenn bereits pro Liter Wasser etwa 300 Gramm Salz dazu gegeben wurden. Du erkennst das Ende auch daran, dass sich das Salz dann nicht mehr auflöst, sondern zu Boden sinkt. Bei der Zugabe von Zucker stellst du zwei Dinge fest. Erstens kannst du viel größere Mengen Zucker im Wasser auflösen als Salz. Zweitens aber ändert sich die Siedetemperatur nur sehr wenig.

**Warum ist das so?**

Schaltest du die Herdplatte an, überträgt sich deren Wärmeenergie auf das Wasser. Wenn im Wasser Eiswürfel schwimmen, wird diese Energie aber nicht dafür verwendet, das Wasser zu erwärmen, sondern dafür, dass das feste Eis schmilzt. Erst wenn alles Eis geschmolzen ist, kann die Wärmeenergie der Herdplatte das flüssige Wasser erwärmen.

Beginnt das Wasser zu verdampfen, wird die Energie der Herdplatte verwendet, um dem flüssigen Wasser zu helfen, gasförmig zu werden. Es bleibt dann keine Energie mehr übrig, das flüssige Wasser weiter zu erwärmen:

Es verbleibt bei 100 °C, obwohl die Herdplatte weiter eingeschaltet und sehr heiß ist. Salzwasser hat je nach Salzgehalt eine um mehrere Grad höhere Siedetemperatur als klares Wasser. Deshalb beginnt es erst bei einer Temperatur oberhalb von 100 °C zu verdampfen. Also wird auch erst dann die Energie der Herdplatte gebraucht, um den Dampf zu erzeugen.



**ZUSATZEXPERIMENT: Recycling**

Salz wird entweder durch Abbau in Bergwerken oder über die Entsalzung von Meerwasser gewonnen. Das **Entsalzen von Meerwasser** kannst du in einem kleinen Experiment nachvollziehen:

**So wird's gemacht.**

Nimm dir ein Teelicht und einen Metalllöffel (nicht aus Aluminium, die werden am Griff sehr schnell zu heiß). Auf den Löffel kommt etwas von deinem Salzwasser aus dem vorigen Versuch. Der Löffel wird über die Kerzenflamme gehalten, wodurch das Wasser zu kochen beginnt: Es verdampft. Dem eventuellen Heißwerden des Löffelgriffs kannst du begegnen, indem du eine Holzklammer (von der Wäscheleine) nimmst, um damit deinen Löffel festzuhalten. Ist das Wasser vollständig verdampft, bleibt das Salz (das nicht mit verdampft) auf deinem Löffel zurück. Solcherart Rückgewinnung nennt man

auch **Recycling**. In Meerwasserentsalzungsanlagen wird selbstverständlich kein Kerzenlicht verwendet, sondern die Wärme der Sonnenstrahlen – der Prozess dauert dann natürlich länger.

Und wie kannst du den Zucker zurückgewinnen? – Gib von deinem Zuckerwasser etwas auf den Metalllöffel. Halte nun die Zuckerlösung über eine Kerzenflamme. Das Wasser beginnt zu verdampfen. Übrig bleibt der Zucker. Sobald dieser sich bräunlich verfärbt, nimm den Löffel aus der Flamme heraus. Fertig ist dein selbst **hergestelltes Karamell**. Warte bis der Löffel abgekühlt ist, dann kannst du kosten. Guten Appetit!

In der heutigen Zeit kannst du Salz in großen Mengen kaufen und es kostet auch nicht viel Geld. Es ist für jeden leicht verfügbar. Das war nicht immer so. So wurden im Mittelalter Ortschaften sehr reich, wenn sie das Glück hatten, dass bei ihnen Salz gewonnen werden konnte. Das „weiße Gold“ hat vielen Orten ihren Namen verliehen: Salzburg, Salzgitter, Salzwedel. Aber auch Orte mit dem Namensbestandteil Hall (der keltische Name für Salz) haben diesen Bezug wie zum Beispiel Halle oder Bad Reichenhall.

**Materialien für das Zusatzexperiment:**



Teelicht



Metalllöffel



Holz-wäscheklammer



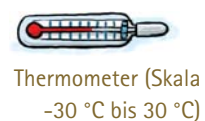
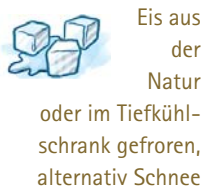
## Wie kühlt man Speiseeis ohne elektrischen Strom?

### Materialien

### So wird's gemacht.

In der kalten Jahreszeit findest du vielleicht Schnee oder Eisbrocken, ansonsten stellst du eine Schüssel mit etwa 3 Litern Wasser in den Gefrierschrank. Wenn dieses Wasser gefroren ist (das kann mehr als einen Tag dauern), kann der Versuch beginnen. Um Eisschnee zu erzeugen, packe den oder die Eisbrocken in den Stoffbeutel. Suche dir einen festen Untergrund (Steinboden, Holzstamm) und zerkleinere die großen Eisstücke mit dem Holzhammer so lange, bis du Eisschnee im Beutel hast. Schüttele den Eisschnee in eine Schüssel. (Verwendest du anstelle von Eisbrocken Schnee, muss dieser natürlich nicht mehr zerkleinert werden, sondern kann sofort in die Schüssel.) Mit dem Thermometer kannst du messen, wie viel °C (Grad Celsius) Eis oder Schnee haben (na, was schätzt du?). In die zweite Schüssel gibst du schichtweise etwas von deinem Eisschnee und Salz hinein – also erst eine Schicht Eis, darüber – gut verteilt – eine

Schicht Salz, dann wieder Eis, Salz und so weiter. Ist diese Schüssel gefüllt, rühre mit dem Löffel kräftig um. Stecke nun das Thermometer in die Mischung und beobachte, was passiert! Fülle in deinen Behälter (Joghurtbecher oder Plastikröhrchen) leckeren Fruchtsaft. Achte darauf, dass der Behälter nicht ganz bis oben mit dem Saft gefüllt ist. Anschließend stecke den Schaschlikspieß, der dann als Eisstiel dienen wird, in den Fruchtsaft. Und nun ab mit dem Saft in die Kältemischung. Schiebe deinen Behälter möglichst tief in den Eisschnee hinein. Achte darauf, dass kein Eis-Salz-Gemisch in den Saft fällt; das würde dir den Geschmack verderben. Warte ungefähr 20 Minuten! Wenn der Stiel fest im nun hergestellten Speiseeis steckt, ist die süße Leckerei fertig. Ziehe vorsichtig am Schaschlikspieß, während du den Eisbecher in deiner warmen Hand hältst. Dadurch löst sich das Eis und rutscht aus dem Behälter. Lass es dir schmecken!



**Warum ist das so?**

Der Unterschied zwischen Wasser und Eis besteht darin, dass sich die Teilchen im flüssigen Wasser freier bewegen können. Gefriert das Wasser, halten sich die Wasserteilchen stärker aneinander fest, ein freies Bewegen ist nicht mehr möglich, und es entsteht **starres, festes Wasser (Eis)**.

Tief im Eisblock findet jedes Wasserteilchen um sich herum genug andere Teilchen, an denen es sich festhält und von denen es festgehalten wird. An der Oberfläche jedoch fehlt in Richtung Luft ein Partner zum Festhalten. Hier ist dann also etwas mehr Bewegung möglich, so dass dadurch **die Oberfläche des Eises flüssig** ist. Es ist meist nur ein sehr dünner, kaum sichtbarer **Wasserfilm**. Dieser ist übrigens notwendig, wenn du auf Schnee oder Eis schlittern möchtest. Gelangt Salz auf diesen dünnen Wasserfilm, löst es sich auf. **Dieses Auflösen kostet etwas Energie**, welche einfach der Umgebung entzogen wird. Und die einzige Energieform, die dort vorhanden ist, ist die **Wärme**: Die Temperatur sinkt. In dem entstehenden sehr kalten Salzwasser schmilzt benachbartes Eis, so wie ja auch normalerweise (feste) Eiswürfel in einem (flüssigen) Getränk dahinschmelzen. Das neue flüssige Wasser kann sich wiederum mit Salz verbinden. Allmählich wird durch die Zugabe

von Salz der **Schmelzpunkt** immer weiter **herabgesetzt**. Dieser Effekt wird im Winter von manchen Leuten ausgenutzt, wenn sie mit Salz streuen. Da Salzwasser, wie du entdecken konntest, erst bei sehr niedrigen Temperaturen gefriert und bis etwa  $-20\text{ °C}$  flüssig bleibt, kann durch **Streuen mit Salz** die Bildung von glattem Eis auf der Straße verhindert werden, da das Salzwasser einfach nicht gefriert. Allerdings schadet das in den Boden eindringende Salzwasser den Bäumen am Straßenrand, weswegen nicht mit Salz gestreut werden sollte, sondern eher mit Sand, welcher zwar das Eis nicht wegschmelzen lässt, aber durch Rauigkeit das Ausrutschen verhindert. Bei winterlichen Temperaturen von unter  $-20\text{ °C}$  würde das Streuen mit Salz ohnehin nichts mehr bringen, da dann auch Salzwasser zu Eis wird beziehungsweise Eis bleibt.

Bereits vor über 2000 Jahren haben sich die alten Römer mit der Kältemischung - ganz ohne elektrischen Strom - eisgekühlte Leckereien hergestellt. Aus den Gletschern der Alpen und aus im Winter zugefrorenen Seen konnten sie Eisblöcke schlagen. Diese haben sie in isolierendes Stroh gewickelt und dann in Höhlen gelagert, in denen das ganze Jahr über niedrige Temperaturen herrschten. Auch **Napoleon** wollte auf seinem Ägyptenfeldzug vor über 200 Jahren nicht auf kühle Naschereien verzichten und nutzte dasselbe Prinzip. Da jedoch die Beschaffung gefrorenen Wassers aufwendig und Salz knapp war, blieb dieses eisgekühlte Vergnügen bis zur Erfindung von Kühltruhen nur wenigen Menschen vorbehalten.

**Was ist zu beobachten?**

Betrachtest du einen Eisbrocken ganz genau, wird dir auffallen, dass sich auf dem Eis immer ein Wasserfilm befindet. Berühre ihn doch einmal: deine Finger sind dann feucht. Misst du die Temperatur von Eis oder Schnee, wirst du feststellen, dass diese bei etwa  $0\text{ °C}$  liegt. Eis und Salz zusammen bilden eine Kältemischung. Deren Temperatur fällt auf bis zu  $-20\text{ °C}$  ab. Der äußere Rand der Schüssel ist dabei so kalt, dass sich dort eine Eisschicht bildet. Befindet sich dein Speiseeisbehälter mit dem Fruchtsaft lange genug in der Kältemischung, hast du nach ungefähr 20 Minuten ein fertiges Eis.



## Ein Aufwindkraftwerk – Eigenschaften der Luft lassen Strom entstehen

### Materialien

### So wird's gemacht.

Piekse mit der Reißzwecke ein Loch genau in die Mitte der leeren Teelichthülse. Am besten wird dir dies gelingen, wenn du die Reißzwecke mit der Spitze nach oben auf den Tisch legst und die Hülse auf die

dass du nicht direkt bis zum mittleren Loch schneidest. Der Abstand zum Loch sollte 0,5 cm betragen. Lege den Hohlriet mit dem Hütchen nach oben auf den Tisch. So kannst du am besten die Teelichthülse mit dem Loch über das Hütchen stülpen. Damit der



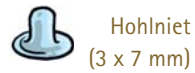
Teelicht-  
hülse



Schere



Reißzwecke,  
Nagel (Nageldicke  
etwa 2-3 mm)



Hohlriet  
(3 x 7 mm)



Büroklammer  
(ohne Plastik-  
ummantelung)



etwas  
Knete



Trinkhalm



Saugnapf  
(hier sollte  
der Trinkhalm in die  
Halterung passen)



eine warme  
Heizung mit einem  
Fenster drüber



Reißzwecke drückst, bis ein Loch entsteht. Mit dem Nagel kannst du das Loch so weit vergrößern, dass später der Hohlriet gut durchpasst. Achte darauf, dass das Loch nicht zu groß wird und sich wirklich in der Mitte befindet! Nimm dir nun eine Schere und schneide die Teelichthülse am Rand zunächst bis zum Boden ein. Der Abstand der Einschnitte sollte etwa 1 cm betragen. Diesen Abstand kannst du gut abschätzen, indem du deinen Zeigefinger zwischen die Einschnitte hältst. Lege die Teelichthülse mit der geschlossenen Seite nach unten auf den Tisch und biege die entstandenen Einschnitte nach unten, so dass die Hülse nun aussieht wie eine Blume. Schneide nun die einzelnen Abschnitte noch tiefer ein. Achte darauf,

Hohlriet nicht wieder herausrutscht, befestige diesen auf der Oberseite! mit etwas Knete. Dafür nimmst du dir ein kleines Stück Knete, rollst dieses, legst es um das Hütchen und drückst die Knete anschließend vorsichtig fest. Das entstandene Rädchen sieht nun schon fast wie ein Windrad aus. Du musst nur noch die einzelnen Flügelchen so biegen, dass diese (wie bei einer Weihnachtspyramide) leicht nach oben stehen. Nimm dir eine unbeschichtete Büroklammer und biege sie wie auf der nächsten Seite im linken oberen Bild gezeigt auf. Stecke die Büroklammerschleufe in das eine Ende des Trinkhalms. Das andere Trinkhalmende stecke in die Halterung am Saugnapf. Setze deinen gebastelten Rotor auf den nach oben stehenden Büroklammerbügel. Nun kannst du dein kleines Aufwindkraftwerk an einem Fenster über einer warmen Heizung mit dem Saugnapf befestigen.

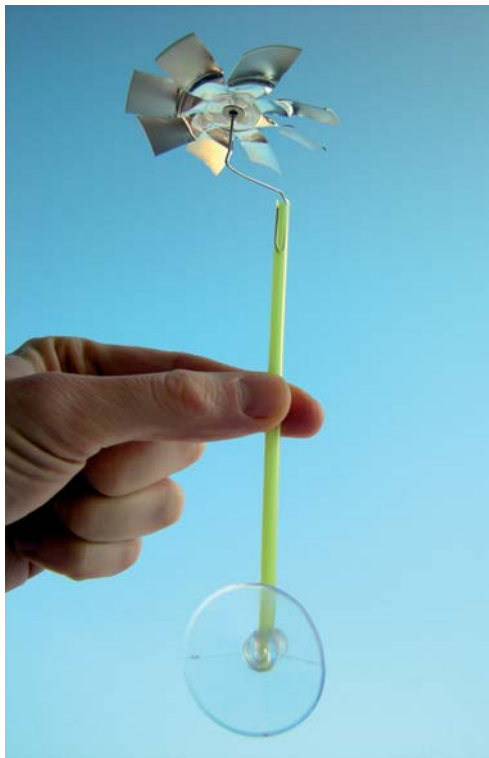
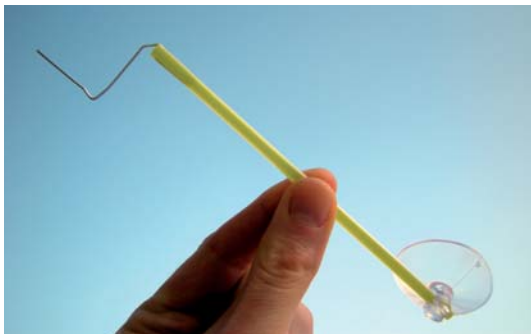
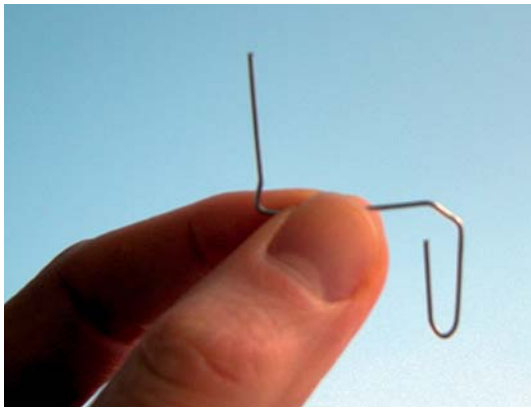
**Was ist zu beobachten?**

Hältst du dein Windrad über eine Heizung, beginnt es sich zu drehen. Je wärmer die Heizung ist, umso stärker erwärmt sie die Luft in ihrer Nähe. Und je wärmer die Luft ist, desto schneller steigt sie nach oben, was dein Windrad sich umso schneller drehen lässt.

**Warum ist das so?**

Du hast bestimmt schon einmal die riesigen **Windkraftträder** gesehen, die sich weit draußen auf dem Meer oder auf Feldern befinden. Manchmal stehen sie einzeln, oft aber sind sie Teil ganzer **Windparks**. Durch die Drehung der großen Rotorflügel erzeugen diese

wärmer Luft, die dann nach oben strebt, und kalten Luftmassen ist, desto heftiger ist der entstehende Wind. Genau genommen steckt im Wind also die Kraft der Sonne: Windenergie ist Sonnenenergie. Windräder wandeln diese in elektrische Energie um, denn wir wollen ja keinen Wind aus unseren Steckdosen



Windräder **elektrischen Strom**. Durch den Wind werden diese riesigen Räder angetrieben. **Aber wie entsteht der Wind eigentlich?** Wind entsteht durch das **Zusammenspiel von warmer und kalter Luft**. Kalte Luft wird durch die **Sonne** erwärmt. Dies geschieht dadurch, dass die Sonne die Erdoberfläche oder das Wasser der Weltmeere erwärmt und diese dann langsam ihre Wärme an die sich darüber befindende Luft wieder abgeben. Je größer der Temperaturunterschied zwischen so entstehender

zu Hause beziehen, sondern elektrischen Strom! Bei deinem Windrad erwärmt nicht die Sonne, sondern die Heizung die Luft. Befindet sich dein Windrad innerhalb der empor steigenden warmen Luft, versucht diese Luft an den Rotorflügelchen vorbei zu kommen. Sind die Flügelchen leicht schräg gebogen, zwingt sich die aufsteigende warme Luft durch die vorhandenen Zwischenräume und drückt dabei die Flügelchen zur Seite. Da dies an jedem einzelnen Flügelchen passiert, bringt die aufsteigende Luft das ganze Rad zum Drehen.

Das Jahr hat 8760 Stunden. Windräder auf dem offenen Meer laufen bis zu 4000 Stunden pro Jahr und liefern dabei elektrische Energie. In der restlichen Zeit ist entweder zu wenig Wind oder zu stürmischer Wind oder sie müssen repariert werden, so dass sie abgeschaltet werden müssen. Auf dem Land stehende Windräder arbeiten bestenfalls in der Hälfte der Zeit, sind aber mit weniger Aufwand aufzustellen, auch sind Reparaturarbeiten einfacher. Ein großes Windkraftträd kann für 2000 Familien den elektrischen Strom liefern.





## Energie, Umwelt, Klima – im Exploratorium Potsdam

### Info & Kontakt

Für Ihre Fragen steht Ihnen unser Besucherservice unter Telefon: (0331) 877 36 28 gern zur Verfügung.

Weitere Informationen finden Sie unter [www.exploratorium-potsdam.de](http://www.exploratorium-potsdam.de).

Ob Familienausflug oder Wandertag, ob Exkursion oder Unterrichtszeit – ein Besuch der wissenschaftlichen Mitmachwelt in Potsdam-Babelsberg lohnt garantiert.

Was eigentlich ist Energie, wo findet man sie, welche Formen kann sie annehmen? Steckt etwa auch in uns Energie, und wenn ja – wie kommt sie in uns hinein? Die neuen Exponate und Experimente im Exploratorium Potsdam rund um die Zukunft der Energie widmen sich solchen Fragen. An einer großen Energiemaschine erpendeln, erwippen und erlaufen Kinder elektrische Energie. Ein Energiefahrrad lädt ein, Licht und Wärme zu erstrampeln. In speziellen Experimentierkursen erforschen wir die Kraft der Sonne, untersuchen unterschiedliche Solarzellentypen oder bauen kleine Windkraftwerke. Energie ist überall – zum Beispiel ist die Elektrizität aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken. An den Exponaten in der Ausstellung können die Kinder entdecken und erforschen, wie sich Strom anfühlt und ob man ihn sogar sehen kann. Das spielerische Erfahren einiger wesentlicher Aspekte zum Thema Energie ist ein Baustein für den noch umfassenderen Themenbereich Klima und Umwelt. Kinder erleben in ihrem Alltag, dass über das Klima diskutiert wird, dass es hier scheinbar ein großes Problem gibt, ebenso nehmen sie indirekt die Diskussionen wahr, die sich mit unserer Umwelt befassen. Es ist jedoch praktisch nicht möglich und also nicht zu erwarten, dass sich Kinder ein auch nur halbwegs objektives Bild von ihrer Umwelt machen, wenn ihnen als Informationsgrundlage keine eigene Erfahrung, sondern lediglich die Katastrophenmeldungen aus den Erwachsenen-Nachrichten zur Verfügung stehen. Wetter, Klima, ein sauberer Strand zum Baden in sauberem Wasser, Luft zum Atmen, ohne wegen Dreck und Abgasen husten zu müssen, sind jedoch den Kindern wichtige Themen und aus unserer Erfahrung durch die Arbeit

mit Tausenden Kindern in speziellen Experimentierkursen wissen wir, mit welchem großem Interesse die Kinder erforschen, welche Eigenschaften Wasser hat, was eigentlich Luftverschmutzung ist, wie unser Wetter funktioniert, was dies mit Klima zu tun hat und was Klimaveränderungen nach sich ziehen können. Zum Beispiel untersuchen wir in einem neuen, zweistündigen Experimentierkurs für Schüler aller Klassenstufen die Eigenschaften des Kohlendioxids. Wo kommt es her, ist es giftig, brauchen wir es, kann man es sehen, schmecken, irgendwie wahrnehmen, was hat es mit unserem Klima zu tun? Wir möchten hier einiges an Grundverständnis und Basiswissen aufbauen. Dies geschieht in starker Anlehnung an die Alltagserfahrung der Kinder. Wir zeigen die Lebensweltbezüge auf, was sehr motivierend ist, um sich des Themas anzunehmen, und vor allem: Das Experimentieren muss Spaß machen! Das Erforschen, wie die Dinge in der Welt funktionieren, empfinden die Kinder deswegen als befriedigend, weil sie intuitiv erkennen, dass die Welt gestaltbar ist, dass Probleme lösbar sind, dass es noch viele spannende Fragen zu beantworten gibt.

Die interaktiven Exponate und die Forscherkurse des Exploratorium Potsdam bieten eine sehr breite Themenvielfalt. Wie funktionieren Geheimschriften? Wie entstehen Bilder in unserem Kopf? Wie kommen optische Täuschungen zustande und warum klappt Fernsehen nur mit dem menschlichen Auge gut? Warum wird die Sonne abends rot? Kann man die Unendlichkeit erblicken? Wie sehen Tiere ihre Welt? Warum können Flugzeuge fliegen? Und vieles mehr.

### 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](http://www.tjfbg.de), [info@tjfbg.de](mailto:info@tjfbg.de)

Redaktion: Sieghard Scheffczyk

Illustrationen: Egge Freygang

Grafik-Layout: Sascha Bauer

Druck: Möller Druck und Verlag GmbH

Auflage: 25 000

Mai 2010

ISSN 1869-9987

