

forscher

Das Magazin
für Neugierige
2025

Extradicke
Sonderausgabe

Knall- voll mit Energie

MIT COMIC
Wie der
Mensch zum
Feuer kam

Plus:

Macht der Gefühle

Tiere mit
Superkräften

Raketen-
starke Basteltipps

Eine Initiative des Bundesministeriums
für Forschung, Technologie und Raumfahrt

2025

Wissenschaftsjahr

ZUKUNFTS
ENERGIE

Hallo zusammen,

woran denkst du, wenn du das Wort Energie hörst?

An Strom, mit dem du dein Handy oder deine Spielkonsole auflädst?

An Windräder, Batterien,

Müsliriegel? Oder an zappelnde Beine nach langem Stillsitzen?

Das Thema Energie ist so groß, dass es nicht in ein Heft passen würde. Daher ist dieses **forscher**-Magazin auch etwas länger geworden. Wir nehmen dich in dieser Sonderausgabe mit in die Zukunft unserer Energieversorgung: Woher kommt der Strom, wie heizen wir unsere Häuser und womit betanken wir Flugzeuge und Schiffe? Mehr dazu liest du ab Seite 7.

Wir werfen auch einen Blick in die Vergangenheit: In unserem Comic erfährst du, wie unsere Vorfahren die allererste Energiequelle für sich entdeckten – das Feuer. In der „Schlauen Grafik“ schauen wir auf 10.000 Jahre Seefahrt und Schiffsantriebe. Dazu gibt es wie immer jede Menge Rätsel und Tipps zum Selbermachen.

Viel Spaß beim Lesen und Entdecken!
Dein **forscher**-Team

PS: Ausnahmsweise erscheint in diesem Jahr nur ein **forscher**-Magazin.

Die Sache mit dem Ei

Was war zuerst da, Henne oder Ei? Über diese Frage rätselten einst die klügsten Köpfe. Dem Checker-Chick ist's ganz egal, es ist auf der Suche nach seinen zehn Küken. Überall im Heft sind sie versteckt. Findest du sie?



Hier kannst du dein Heft bestellen

Online unter forscher-online.de oder forschungministerium.de/publikationen, per E-Mail an publikationen@bundesregierung.de, telefonisch unter 030 18 272272-1

Impressum

Diese Publikation wird als Fachinformation des Bundesministeriums für Forschung, Technologie und Raumfahrt kostenfrei herausgegeben. Sie ist nicht zum Verkauf bestimmt und darf nicht zur Wahlwerbung politischer Parteien oder Gruppen eingesetzt werden.

Herausgeber: Bundesministerium Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR), Projektteam Wissenschaftsjahr 2025, 10117 Berlin

Idee, Gestaltung: Kompetenzzentrum Wissenschaftskommunikation/DLR-PT, neues handeln AG

Redaktionelle Konzeption und Umsetzung:

Magdalena Hamm und Mirja Winkelmann (**Kreativdirektion**) mit Unterstützung von Charlotte Kerner, Dela Kienle, Sascha Hommer, Cyprian Lothringer, Florian Sturm und Thomas Wellmann

Druck: Bonifatius GmbH

Stand: Mai 2025



Inhalt



Energie ohne Ende

Schon bald gewinnen wir
unsere Energie mit den
Kräften der Natur.

Seite 7

Rätsel-
auflösungen
auf der letzten
Seite



4
Energiehäppchen
Kurzwissen zum Loslesen

14
Selbermachen
Bau dir eine Wasserrakete

16
Tierische Superkräfte
Von leuchtenden
Quallen und Fischen
unter Strom

20
Körperkraftwerk
Mensch, hast du Energie!

22
Comic
Wie der Mensch zum
Feuer kam
NEU!

24
Superbild
Die perfekte Welle

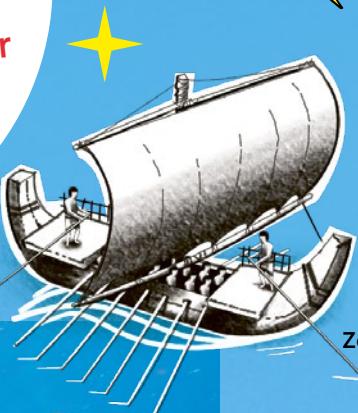
26
Schlaue Grafik
Zitreise: Was Schiffe antreibt

28
**Heldin der
Wissenschaft**
Lise Meitner und die
Kernspaltung

30
Freude, Wut, Ekel
Die Macht der Gefühle

34
Wow & Stimmt's?
Wissenswertes und Rätsel

36
Aufladen für morgen
Schlaue Ideen für
neue Energiespeicher



Energie- häppchen

„Enérgeia“

Das Wort kommt aus
dem Griechischen und
bedeutet so viel wie
„wirkende Kraft“.



Schwerkraft

Achterbahnwagen besitzen keinen Antrieb. Bei Fahrtbeginn werden sie auf den höchsten Punkt der Strecke gezogen. Ab da nutzen sie einfach den Schwung nach unten für den Rest der Strecke. Übrigens: Erfahrene Achterbahnfans sitzen am liebsten ganz hinten, denn hier ist die Beschleunigung am stärksten – und damit auch der Nervenkitzel.





Naturgewalt

Jedes Jahr blitzt es etwa 400.000-mal in Deutschland. Blitze entstehen, wenn in großen Wolken Wassertröpfchen und Eiskristalle aneinanderreiben und eine elektrische Spannung erzeugen. Ist die Spannung zu groß, entlädt sie sich schlagartig. Ein Blitz kann bis zu 30.000 Grad heiß werden. Diese enorme Hitze bringt die Luft um den Blitz herum zum Platzen – das ist der Donner.



Schallalala!

Wenn man an einer Gitarrensaite zupft, beginnt sie zu schwingen und versetzt die Luft in Bewegung. Diese Schallenergie breitet sich aus und wird als Ton hörbar.



Schweinehund bezwingen

Früh aufstehen, das Zimmer aufräumen, Hausaufgaben machen: Sich zu unangenehmen Dingen zu überwinden kostet Willenskraft.



Süßes Talent

Pflanzen nutzen Sonnenlicht, um Zucker herzustellen. Das nennt man Photosynthese (Photo = Licht, Synthese = Herstellung). Wenn wir Pflanzen essen, tanken wir also Sonnenenergie.



Zündende Idee

Lebensmittel liefern Energie, Brennwert genannt. Die Maßeinheit geht zurück auf ein chemisches Experiment. Der US-amerikanische Forscher Wilbur Atwater verbrannte vor 100 Jahren unterschiedliche Lebensmittel und maß, um wie viel Grad sich damit Wasser erhitzt lässt. Kannst du Speck, Brot und Salat den Brennwerten zuordnen?



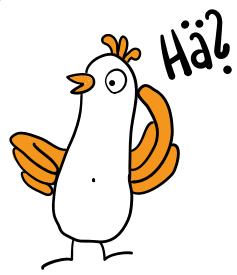
Sonnenanbeter

Bei wechselwarmen Tieren wie Echsen, Fröschen und Insekten verändert sich die Körpertemperatur je nachdem, wie warm oder kalt ihre Umgebung ist. Um den Stoffwechsel in Gang zu setzen, benötigen sie Wärmeenergie, zum Beispiel durch Sonne, Wärmelampen oder warme Böden und Steine.

100.000.000.000.000.000
PETA • TERA • GIGA • MEGA • KILO • ATT

Wie bitte? Watt?

In Wattstunden misst man, wie viel Energie etwas braucht. 1.000 Wattstunden entsprechen einer Kilowattstunde. Ein vierköpfiger Haushalt braucht etwa 4.500 Kilowattstunden Strom jährlich. Die gesamte Menschheit benötigte im Jahr 2024 etwa 170 Petawattstunden Energie – das ist eine Zahl mit 15 Nullen.



Muskel- Meisterin

Die deutsche Zirkusartistin Katharina Brumbach galt vor 100 Jahren als stärkste Frau der Welt. Ihr Gewichtheberrekord lag bei 136 Kilo. Ihren Ehemann konnte sie mühelos über ihren Kopf heben.



Energie ohne Ende

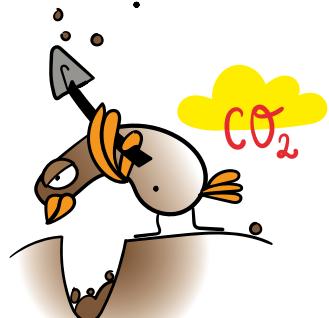
Die Sonne und der Wind liefern saubere Energie, Erdwärme heizt unsere Häuser, Kraftstoffe entstehen mit Hilfe von Wind und Wasser. Für den wachsenden Energiebedarf kann Fusion ein Teil der Lösung sein. Das ist die Zukunft!





In Zukunft gewinnen wir unsere Energie mit den Kräften der Natur – und nach dem Vorbild der Sterne

Das Zeitalter der fossilen Energieträger neigt sich dem Ende zu: Kohle, Erdöl und Erdgas sollen demnächst im Boden bleiben, damit ihre Abgase nicht weiter das Klima erwärmen. An ihre Stelle treten erneuerbare Energiequellen, die umweltfreundlich und unerschöpflich sind. Die wichtigsten stellen wir auf dieser und den nächsten Seiten vor.



FOSSILE BRENNSTOFFE
stammen aus den Überresten von Pflanzen und Tieren, die vor Millionen von Jahren unter Druck und Wärme zu Öl, Gas und Kohle wurden. Das Wort „fossil“ bedeutet „ausgegraben“.

Strom aus Sonnenenergie

Eigentlich ist die Sonne die perfekte Energiequelle: kostenlos, sauber und unerschöpflich. Selbst in Deutschland mit seinen vielen Wolken- und Regentagen kommt pro Jahr weit mehr als 100-mal so viel Sonnenenergie an, als wir benötigen. Theoretisch könnten also all unsere Haushaltsgeräte, Computer, Lampen, Autos, Züge, Straßenbahnen und vieles mehr mit der Kraft der Sonne betrieben werden.

Allerdings scheint die Sonne nur tagsüber und wird manchmal von Wolken verdeckt. Ihre Energie steht also nicht immer genau dann zur Verfügung, wenn wir sie brauchen – zum Beispiel an langen, dunklen Winterabenden. Daher brauchen wir auch Alternativen zur Sonnenenergie. Schon heute ist Windkraft die wichtigste Energiequelle für die Erzeugung von Strom. Und auch Wasserkraft und Biogasanlagen können zu einer lückenlosen Stromversorgung beitragen. Außerdem ist es wichtig, dass wir es in Zukunft schaffen, große Mengen Energie zu speichern, zum Beispiel in Batterien oder in Form von Wasserstoff.

Die Umwandlung von Sonnenenergie in Strom geschieht mit sogenannten Photovoltaikanlagen, kurz PV-Anlagen. Schon jetzt sieht man sie als blauschwarze Kacheln auf vielen Dächern und Balkonen oder zu hunderten zusammengeschlossen auf Solarfeldern entlang der Autobahnen. In Zukunft werden sie uns wahrscheinlich überall begegnen, könnten dabei aber ganz anders aussehen.

Forschende entwickeln neuartige Solarzellen, die hauchdünn und biegsam sind und ganz unterschiedliche Farben haben. Diese können in verschiedenste andere Materialien eingebaut werden, etwa in Fassadenverkleidungen für Gebäude, in Balkongeländer und sogar in Dachziegel und Fenster. Damit könnten nicht nur neu gebaute Häuser ausgestattet werden. Auch historische und denkmalgeschützte Gebäude könnten zur Stromerzeugung beitragen, ohne dass sich ihr Aussehen stark verändern müsste. Wenn Häuser in Zukunft nicht nur mit dem Dach, sondern mit ihrer gesamten Außenfläche Sonnenenergie aufnehmen, vergrößert sich der Ertrag enorm. Schöner Nebeneffekt: In den Gebäuden bleibt es im Sommer angenehm kühl.

Deutschland besteht etwa zur Hälfte aus Feldern. Die Sonne lässt dort Getreide, Obst und Gemüse wachsen. Ein großer Teil ihrer Energie bleibt dabei jedoch ungenutzt. Das soll sich bald ändern. Forschende und Landwirte sind dabei, gemeinsam spezielle Solarmodule zu entwickeln, mit denen Felder überdacht werden können. Sie lassen genügend Regen und Licht durch, damit die Pflanzen darunter gut wachsen können. Die übrige Sonneneinstrahlung wandeln sie in Strom um. Gleichzeitig spenden die Module Schatten, schützen die Pflanzen vor Trockenheit und Hitze, außerdem vor Starkregen und Hagel.

MEHR
zur Speicherung
von Energie ab
Seite 36



WASSERSTOFF ist ein farbloses Gas. Von Grünem Wasserstoff ist die Rede, wenn er mit Strom aus erneuerbaren Quellen erzeugt wurde.

Kraftstoff aus Windenergie und Wasser

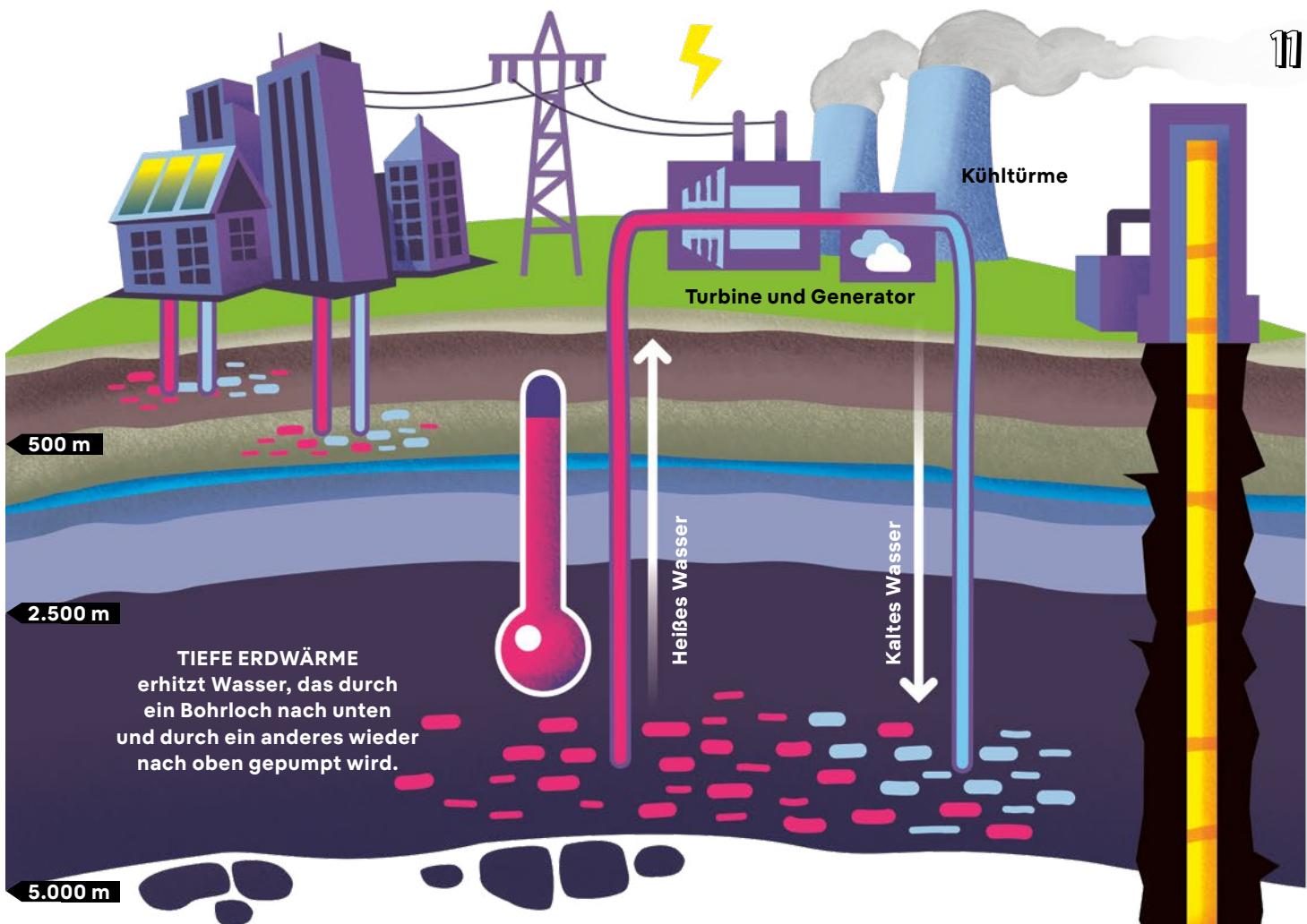
Windenergie deckt schon heute ein gutes Drittel des Strombedarfs in Deutschland ab. Produziert wird dieser Strom von mehr als 30.000 Windkraftanlagen, die im ganzen Land verteilt stehen. Besonders ergiebig sind sogenannte Offshore-Windparks, also Gruppen von sehr großen Windrädern, die weit draußen im Meer stehen. Dort weht der Wind stärker und gleichmäßiger als an Land.

An stürmischen Tagen erzeugen Windparks sehr viel Strom auf einmal – oft mehr, als in einem Moment verteilt werden kann. Damit das Stromnetz nicht überlastet wird, werden die Windräder manchmal abgeschaltet. Das ist schade, weil dann Energie ungenutzt bleibt, die eigentlich gebraucht wird. Aber es ist nicht leicht, Strom über weite Strecken zu transportieren. Um ihn von der Nordsee aus zu den Häusern, Büros und Fabriken in Süddeutschland zu bringen, braucht es viele tausend Kilometer neuer Stromleitungen. Daran wird bereits gebaut. Zusätzlich arbeiten Forschende an einer Technik, den überschüssigen

Windstrom direkt auf dem Meer zu nutzen. Auf eigenen Plattformen im Meer oder direkt am Windrad könnten mit dem Windstrom zwei technische Anlagen angetrieben werden: eine, die das umliegende Meerwasser entsalzt, und eine, die das Wasser dann in seine chemischen Bestandteile zerlegt – Sauerstoff und Wasserstoff. Wasserstoff ist ein energiereiches Gas, das mit Hilfe ausfeilter Technologien per Schiff oder Rohrleitungen gut transportiert werden kann.

In Nord- und Ostsee liegen bereits Leitungen, durch die bislang noch Erdgas fließt. Auch an Land gibt es ein weitverzweigtes unterirdisches Rohrleitungsnetz. Es wird aktuell erforscht, wie diese Leitungen angepasst werden müssen, um in Zukunft Wasserstoff durch Deutschland zu transportieren. Das Gas lässt sich vielfältig einsetzen, etwa um Hochöfen in der Industrie zu befeuern, um Treibstoff für schwere Fahrzeuge oder Flugzeuge herzustellen oder um damit wieder Strom zu erzeugen.

ELEKTROLYSE
Legt man eine elektrische Spannung an Wasser an, wird es gespalten. An den Elektroden sprudeln die Gase Sauerstoff und Wasserstoff hoch.



Heizen mit Erdwärme

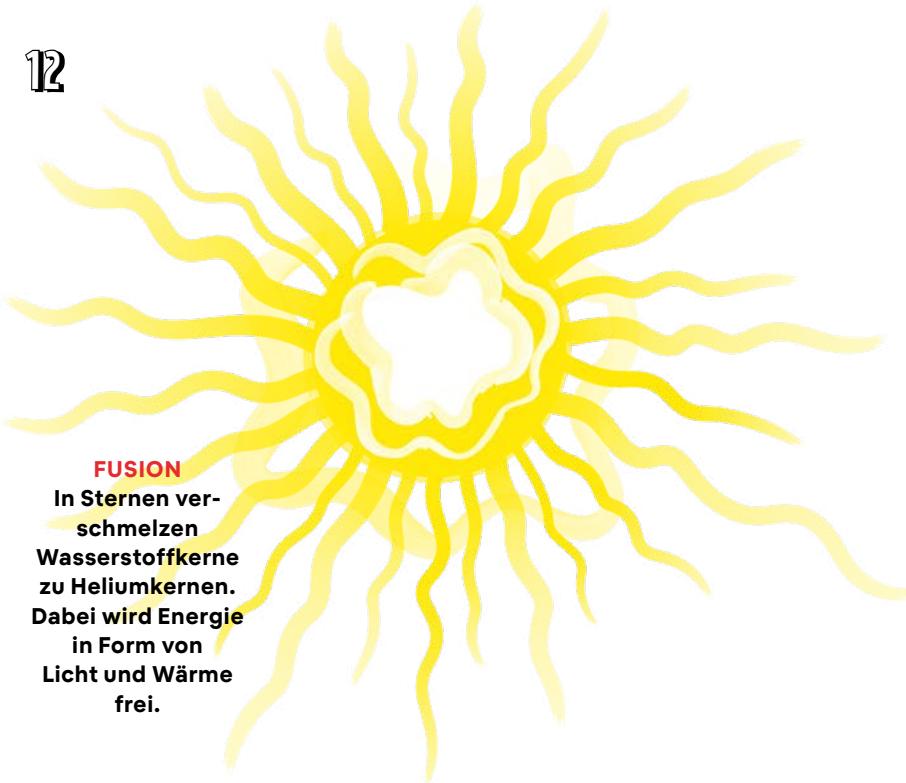
Tief in der Erde ist es brodelnd heiß. Das zeigt sich zum Beispiel bei Vulkanausbrüchen, wenn bis zu 1.200 Grad heiße Lava an die Erdoberfläche fließt. Die Menge an Wärmeenergie, die weltweit unter unseren Füßen liegt, ist so gigantisch, dass man damit problemlos alle Gebäude auf der Welt heizen könnte. Auf der Insel Island wird das bereits gemacht: Aus den Wasserhähnen und durch die Heizungsrohre fließt fast in jedem Haus heißes Wasser, das mit Hilfe von Geothermie, also Erdwärme, erhitzt wurde. In Deutschland werden dagegen hauptsächlich Heizungen genutzt, in denen klimaschädliches Erdgas oder Heizöl verbrannt wird, um Wasser zu erwärmen.

Nun ist Island eine Vulkaninsel, die heißen Steinsschichten liegen hier sehr nah an der Erdoberfläche. Um an sie heranzukommen, müssen die Isländer also nicht tief bohren. In Deutschland dagegen ist die Verteilung von Erdwärme im Untergrund nicht überall gleich. Mancherorts müsste man weit über 1.000 Meter in die Tiefe

bohren, um an ausreichend heiße wasserführende Erdschichten heranzukommen. So tiefe Löcher zu bohren, ist sehr teuer und aufwendig. Und manchmal stellt sich nach dem Bohren heraus, dass sich die Stelle doch nicht für eine Geothermieanlage eignet. Dieses Risiko ist ein Grund, warum in Deutschland bisher nur wenig Erdwärme genutzt wird.

In Zukunft könnte dieses Risiko deutlich kleiner werden: Forschende werden nämlich immer besser darin, den Untergrund zu vermessen, ohne Löcher zu bohren. Sie schicken zum Beispiel Schallwellen in die Tiefe. Je nach Beschaffenheit des Gesteins kommen unterschiedliche Wellen als Echo zurück. Mit solchen Daten können Geophysiker am Computer berechnen, an welchen Orten Bohrungen vielversprechend sind. Dadurch sinken die Kosten für die Erschließung der Geothermie erheblich. Gut möglich, dass wir es in Zukunft machen wie die Isländer und ganze Städte oder Dörfer mit Erdwärme heizen.

UNTER STROM
Neue Bohrköpfe können Gestein sprengen, ohne es zu berühren. Sie nutzen starke Stromspannungen.



SPARSAM
Ein Fusionskraftwerk könnte aus sehr wenig Brennstoff enorm viel Energie machen:
Ein Gramm Wasserstoff ersetzt elf Tonnen Braunkohle.

Sternenfeuer für den Energiebedarf der Zukunft

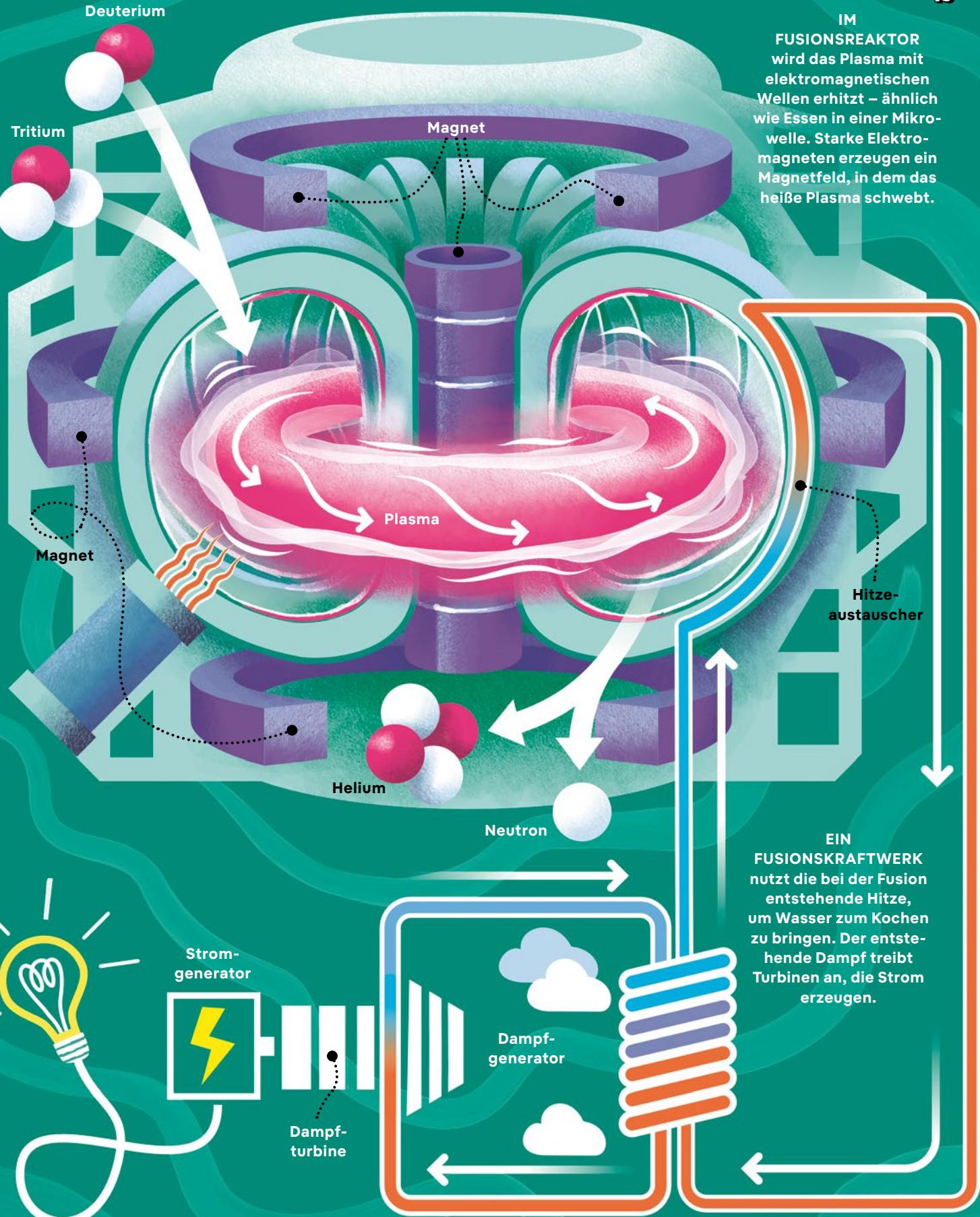
Sterne wie unsere Sonne strahlen gewaltige Energiemengen in Form von Licht und Wärme ab. Die dafür benötigte Energie liefert ein Prozess, der Fusion genannt wird. Im Inneren der Sterne herrschen enormer Druck und unvorstellbare Hitze. Unter diesen Bedingungen können die Atomkerne von Wasserstoff fusionieren. Das bedeutet, sie verschmelzen miteinander zu Heliumkernen. Dabei werden riesige Mengen Energie freigesetzt.

Schon seit 75 Jahren versuchen Forschende auf der ganzen Welt, dieses Sternenfeuer nachzubauen. Dadurch würde eine ganz neue, sehr starke Energiequelle entstehen, die ohne fossile Brennstoffe auskommt. Mit einem kleinen Fläschchen Wasserstoff ließe sich so viel Energie gewinnen wie mit vielen Tonnen Kohle in einem Kohlekraftwerk. Statt des klimaschädlichen Abgases Kohlenstoffdioxid entstünde dabei das harmlose Gas Helium, das beispielsweise benutzt wird, um Luftballons schweben zu lassen.

Eine Fusion in Gang zu bringen, ist allerdings alles andere als einfach. Der Wasserstoff muss so stark erhitzt werden, dass ein Plasma entsteht, also eine spezielle Form der Materie. Dieses Plasma muss so heiß sein, dass die Atomkerne darin verschmelzen können, obwohl sie sich durch ihre elektrische Ladung – wie die Nordpole zweier

er Magneten – eigentlich abstoßen. Im Inneren der Sonne geschieht dies bei 15 Millionen Grad Celsius. Einen derart enormen Druck wie den in der Sonne zu erzeugen, ist jedoch sehr schwer, deswegen muss die Temperatur hier auf der Erde noch viel höher sein, nämlich unfassbare 100 Millionen Grad Celsius. Das Plasma befindet sich in einem speziellen Gefäß, dem Reaktor. Würde es die Reaktorwand berühren, würde es sofort abkühlen und die Kerne könnten nicht mehr fusionieren. Starke Magnetfelder halten Plasma und Wand daher voneinander getrennt.

Forschende können seit langem Fusionsreaktionen künstlich herbeiführen. Bislang müssen sie jedoch noch mehr Energie aufwenden, um das Plasma zu erhitzen und mit den Magneten in der Schweben zu halten, als durch die Fusion freigesetzt wird. Zudem gibt es bisher keine Materialien, die stabil genug sind, um die extremen Bedingungen im Reaktor überstehen zu können. In Frankreich entsteht gerade der bislang größte Forschungsreaktor, an dem sich 35 Länder beteiligen, auch Deutschland. Er heißt ITER und soll etwa 2035 fertig sein. Bis zum ersten richtigen Fusionskraftwerk wird es voraussichtlich noch viel länger dauern. Wenn es so weit ist, könnte ein solches Kraftwerk etwa so viel Strom erzeugen, wie eine Million Haushalte benötigen. ☺

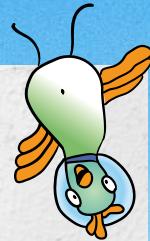




Volle Pulle, fertig, los!

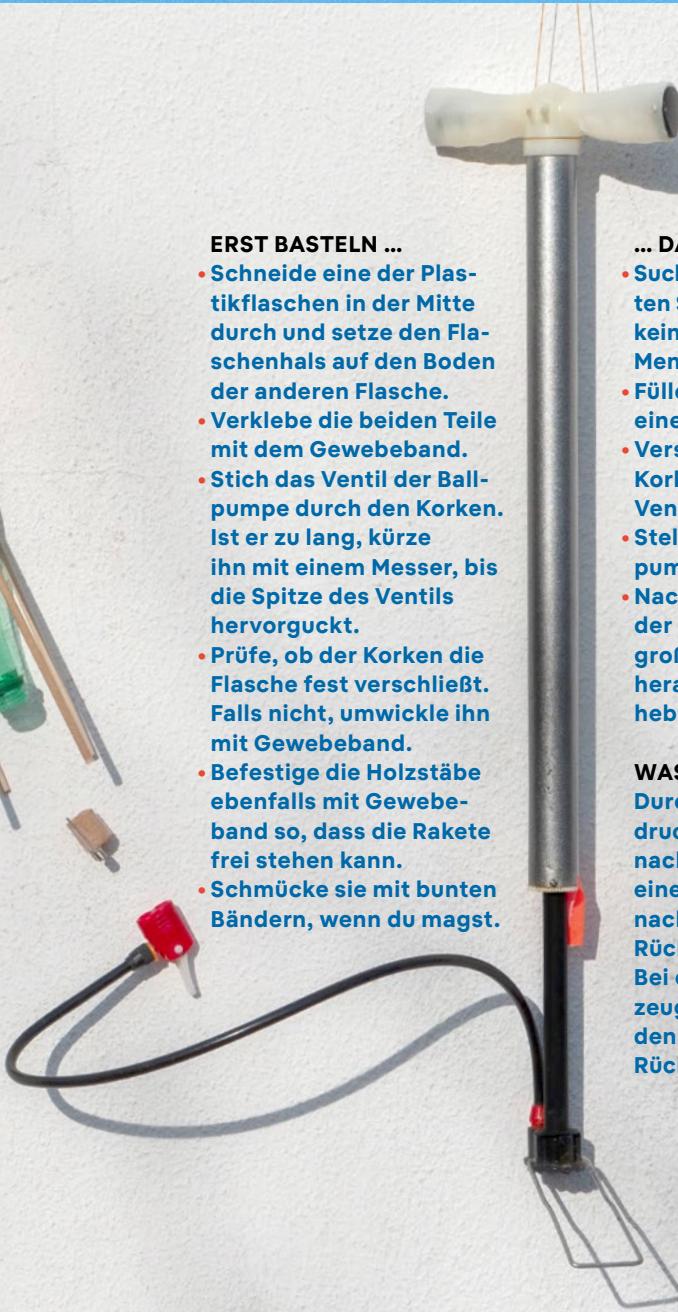
Bau dir eine Wasserrakete und staune, wie hoch sie fliegt!

Aber Achtung: Du könntest nass werden.



ERST BASTELN ...

- Schneide eine der Plastikflaschen in der Mitte durch und setze den Flaschenhals auf den Boden der anderen Flasche.
- Verklebe die beiden Teile mit dem Gewebeband.
- Stich das Ventil der Ballpumpe durch den Korken. Ist er zu lang, kürze ihn mit einem Messer, bis die Spitze des Ventils hervorguckt.
- Prüfe, ob der Korken die Flasche fest verschließt. Falls nicht, umwickle ihn mit Gewebeband.
- Befestige die Holzstäbe ebenfalls mit Gewebeband so, dass die Rakete frei stehen kann.
- Schmücke sie mit bunten Bändern, wenn du magst.



... DANN STARTEN!

- Suche dir einen geeigneten Startplatz. Es sollten keine Bäume, Autos oder Menschen in der Nähe sein.
- Füll die Rakete zu etwa einem Drittel mit Wasser.
- Verschließe sie mit dem Korken und verbinde das Ventil mit der Luftpumpe.
- Stelle die Rakete auf und pumpe Luft hinein.
- Nach ein paar Stößen wird der Druck in der Flasche zu groß. Der Korken flutscht heraus und die Rakete hebt ab.

WAS PASSIERT DA?

Durch den hohen Luftdruck schießt das Wasser nach unten und erzeugt eine gleich starke Kraft nach oben. Das nennt man Rückstoßprinzip. Bei echten Raketen erzeugen die ausströmenden heißen Abgase den Rückstoß.

DU BRAUCHST:

- 2 Plastikflaschen
- 1 Korken
- Luftpumpe mit einem Ventil für Bälle
- breites Gewebeband
- Schere
- Messer
- 4 Holzstäbe
- Wasser
- eventuell Schmuckband



Meister im Energiesparen

Faultiere fressen fast nur Baumblätter, die nicht sehr nahrhaft sind. Um Energie zu sparen, schlafen sie deshalb gut 20 Stunden am Tag. Sind sie wach, bewegen sie sich extrem langsam. Einmal in der Woche steigen sie vom Baum, um ihren Darm zu entleeren. Das ist ihre größte Anstrengung.

Tierische Superkräfte

Alle Lebewesen brauchen Energie, aber manche haben besondere Tricks auf Lager.





Sehen mit Schall

Fledermäuse nutzen Ultraschall, um sich im Dunkeln zu orientieren. Sie senden extrem hohe Töne aus, die Menschen nicht hören können. Prallen diese Töne von Gegenständen ab, kehren sie als Echo zurück. So erkennen Fledermäuse Entfernung, finden Beute und weichen Hindernissen aus.



Laufen mit Hochdruck

Vogelspinnen haben keine Muskeln wie Säugetiere. Sie bewegen ihre Beine, indem sie eine Körperflüssigkeit mit Druck durch ihre Gelenke pumpen. Dieses Prinzip nennt man Hydraulik. So funktionieren auch hydraulische Bremsen am Auto oder Fahrrad.

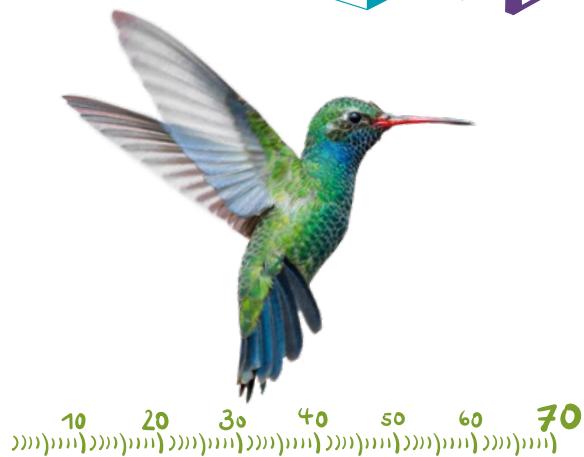
Coole Muskelprotze

Gnus können auch bei extremer Sonne durch die Savanne in Afrika wandern, ohne zu überhitzen. Sie haben sehr effiziente Muskeln, die viel Energie in Bewegung umwandeln und nur wenig in Wärme. So können Gnus Löwen aus dem Weg gehen, die bei Hitze lieber im Schatten liegen.



Navigieren mit Magnet

Meeresschildkröten haben einen eingebauten Kompass: Sie spüren das Erdmagnetfeld und nutzen es wie eine Karte. Jede Küste hat ein einzigartiges Magnetmuster, das sich die Schildkröten merken. So finden sie auch nach Jahren noch genau dorthin zurück, wo sie geboren wurden.



Auf Zucker

Der Kolibri hat den höchsten Energieumsatz im Tierreich, bezogen auf das Körpergewicht. Kein Wunder: Im Schwirrflug schlagen sie mehr als 70-mal pro Sekunde mit den Flügeln. Auf diese Weise können sie wie ein Helikopter in der Luft stehen. Nur so kommen sie an den süßen Nektar von Blüten heran – ihren Kraftstoff.

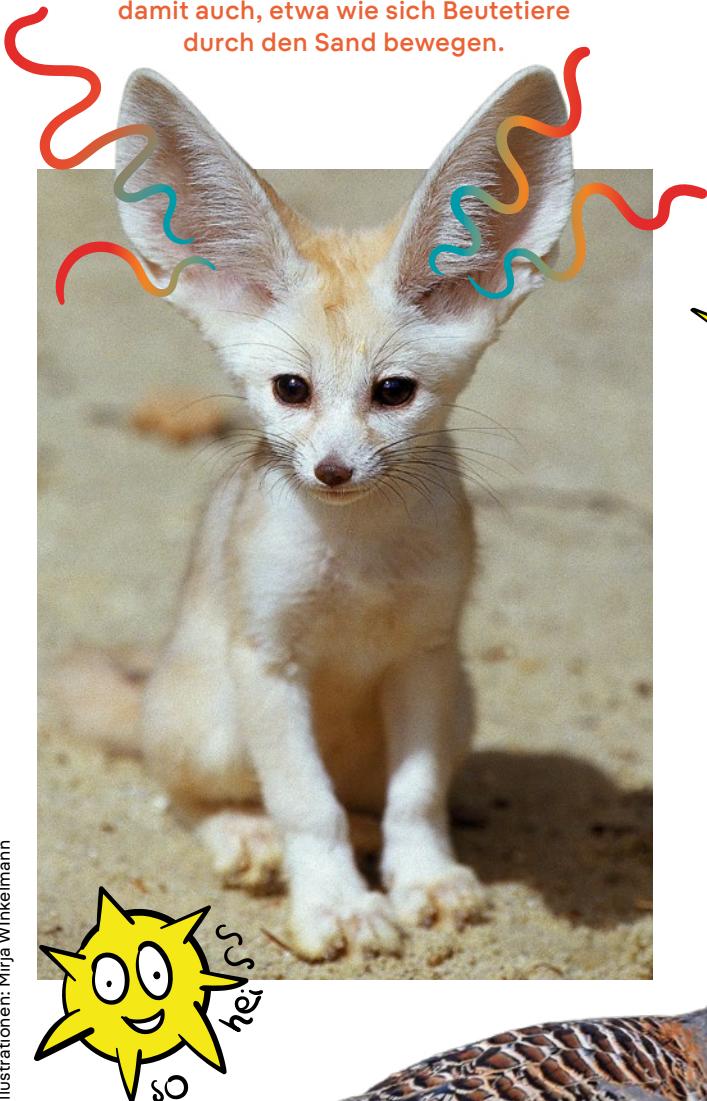


Licht ins Dunkle

In Sommernächten schwirren Leuchtkäfer, auch Glühwürmchen genannt, als kleine Lichtpunkte durch die Luft. Und in der stockfinsternen Tiefsee können fast 80 Prozent der Lebewesen leuchten, darunter Anglerfische, Quallen und Tintenfische. Das Licht entsteht durch eine chemische Reaktion in speziellen Organen. Diese Fähigkeit wird Biolumineszenz genannt.

Klimaanlage im Ohr

Der Wüstenfuchs lebt in sehr heißen und trockenen Gebieten in Nordafrika. Seine großen Ohren helfen ihm, sich herunterzukühlen. Sie sind stark durchblutet und können viel Körperwärme abgeben. Gut hören kann er damit auch, etwa wie sich Beutetiere durch den Sand bewegen.



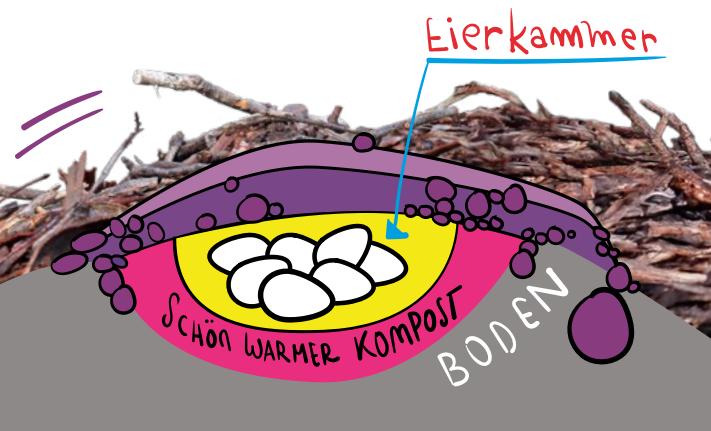
Vorsicht, Stromschlag

Zitterale haben Organe, die elektrische Spannung erzeugen. Mit denen können sie sich orientieren und untereinander kommunizieren. Doch sie können damit auch kräftige elektrische Stöße mit bis zu 600 Volt abgeben, um sich zu verteidigen, ihre Beute zu betäuben oder zu töten.



Schlaue Brüter

Australische Thermometerhühner brüten ihre Eier nicht selbst aus. Sie bauen dafür einen Komposthaufen unter der Erde, in dem alte Blätter vergären und Wärme erzeugen. Mit ihrem Schnabel messen sie die Temperatur im Komposthaufen und wissen, wann die optimale Brutwärme erreicht ist.



20 Dreh mich!



Mensch, hast du Energie!

Hier geht Energie rein

NAHRUNG

als Treibstoff: Aus allem, was du isst und trinkst, gewinnt dein Körper Energie.

IM MUND

geht's los. Wichtigster Treibstoff ist Zucker. Der wird bereits beim Kauen freigesetzt. Probier mal: Wenn du Brot lange kaust, wird es süß.

IN MAGEN UND DARM

wird die gekauten Nahrung weiter zerkleinert. Im Dünndarm findet die eigentliche Energiegewinnung statt: Über die Darmschleimhaut wandern die Nährstoffe ins Blut.

ÜBER DIE BLUTGEFÄSSE

werden Zucker, Fettsäuren und Eiweißbestandteile in jeden Teil des Körpers transportiert.

MUSKELGEWEBE

wird Energie in Form von Zucker gespeichert, wie bei einem Akku. So kannst du zur Schule sprinten, auch wenn du nichts gefrühstückt hast.

IN KALORIEN

wird gemessen, wie viel Energie in der Nahrung steckt. Ein Burger hat etwa 450 Kilokalorien. Diese Energievermengen verbrauchst du ungefähr, wenn du eine Stunde zügig Fahrrad fährst.



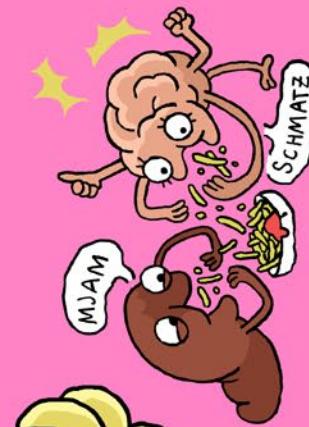
DER KAUMUSKEL

ist der stärkste Muskel des Menschen. Erwachsene könnten zwischen ihren Zähnen etwa 80 Kilo tragen, also ungefähr ihr eigenes Gewicht.

HATSCHI

BEIM NIESEN

wird ordentlich Energie freigesetzt: Luft und Wassertropfen erreichen eine Geschwindigkeit von bis zu 160 Stundenkilometern. So schnell fahren manche Autos auf der Autobahn.



Hier wird Energie gebraucht

21

DAS GEHIRN

steuert alle Körpervorgänge. Obwohl es vergleichsweise klein ist, fließt etwa ein Fünftel aller Nahrungsenergie ins Hirn.

MUSKELN

verbrauchen den größten Teil der Energie. Auch wenn du nur sitzt, spannst du sie an. Wenn du dich bewegst oder schwere Dinge hebst, nimmt der Energieverbrauch zu.

DIE LEBER

verbraucht ähnlich viel Energie wie das Gehirn. Sie ist so etwas wie die Schaltzentrale unseres Stoffwechsels.

DAS HERZ

leistet Schwerstarbeit: Pro Minute pumpt es fünf Liter Blut durch unsere Adern. Beim Sport können es bis zu 20 Liter pro Minute sein.

DIE LUNGE

ruht nie. Bei jedem Atemzug nimmt sie etwa einen halben Liter Luft auf.

IM SCHLAF

verbrauchst du fast genauso viel Energie, wie im Wachzustand. Atmung, Blutkreislauf, Stoffwechsel: dein Körper ist immer aktiv.

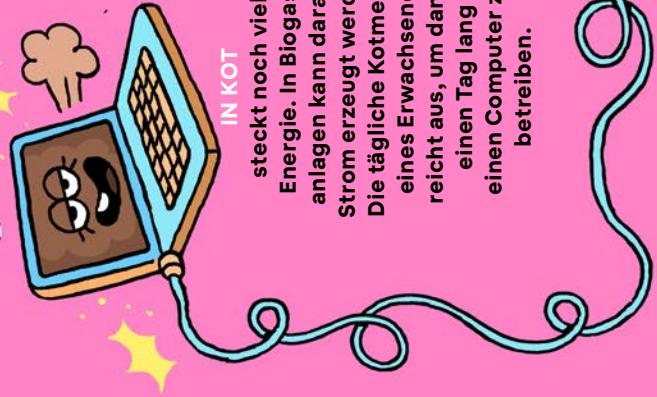
DEINE FÜSSE

tragen dich in deinem gesamten Leben ungefähr 170.000 Kilometer weit. Das entspricht etwa der vierfachen Länge des Äquators.



IN KOT
steckt noch viel Energie. In Biogasanlagen kann daraus Strom erzeugt werden. Die tägliche Kottmenge eines Erwachsenen reicht aus, um damit einen Tag lang einen Computer zu betreiben.

BITTE KOT EINGEBEN!



KÖRPERWÄRME
ist auch Energie. Wo viele Menschen sind, könnte man die gesammelte Wärmeenergie nutzen, um zu heizen. Im Bahnhof von Stockholm in Schweden wird das schon gemacht.



22 Comic





Giganten aus Wasser

Der Küstenort Nazaré in Portugal ist berühmt für seine Riesenwellen und zieht Surfer aus aller Welt an.





28,52 METER
hoch ist die Welle auf
dem Foto. Vermessen
wurde sie mit Hilfe von
Videodrohnen aus der Luft.



SEBASTIAN STEUDTNER
steht hier auf dem Brett.
Der 40-Jährige kommt aus
Nürnberg und hält seit
2022 den Rekord im Surfen
der höchsten Wellen.



26 Schlaue Grafik



1492

SANTA MARIA
Dreimaster, mit
dem Kolumbus
Amerika
entdeckte



8.000 v. Chr.
BOOTE
aus Baumstämmen

3.000 v. Chr.
SEGELSCHIFFE
mit Rudern



1956

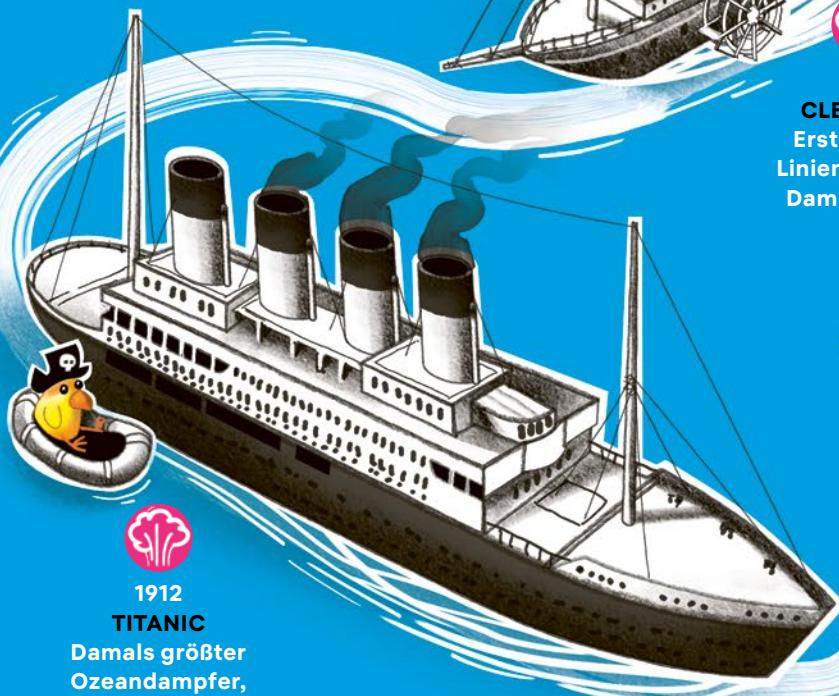
IDEAL X
Erstes Container-
schiff, fasste
58 Container



UNGLAUBLICH
Der vierte
Schornstein war
nur Angeberei



1807
CLERMONT
Erstes Fluss-
Linien Schiff mit
Dampfantrieb



1912
TITANIC
Damals größter
Ozeandampfer,
zerschellte auf
der ersten Fahrt an
einem Eisberg



1924
BUCKAU
Erstes Flettner-
Rotschiff, nutzte
Windkraft
mit rotierenden
Zylindern

Volle Kraft voraus!

Schiffe befördern seit Jahrtausenden
Menschen und Waren. Um sie anzutreiben, wurden
immer neue Energiequellen genutzt.



So kommen Schiffe in Fahrt

MUSKELKRAFT

Die ersten Flöße und Boote wurden mit Stöcken, Paddeln und später mit Rudern bewegt.

WINDKRAFT

Schiffsbauer haben den Wind als Antrieb wiederentdeckt: Zukünftig sollen Frachter mit Segeln, Flettner-Rotoren oder Zugdrachen Treibstoff sparen und weniger Abgase ausstoßen.

DAMPFKRAFT

In Dampfschiffen wurde Holz oder Kohle verfeuert, um Wasser zu erhitzen. Der Wasserdampf trieb erst Schaufelräder und später Schiffsschrauben an.

KERNENERGIE

Schiffe mit Kerreaktor brauchen selten Treibstoffnachschub und sind abgasfrei. Die Kosten für Bau und Betrieb sind jedoch hoch und bei Unfällen könnten radioaktive Stoffe austreten.

ERDÖL

Die allermeisten Schiffe fahren heutzutage mit Motoren, die Erdöl verbrennen. Dabei entstehen große Mengen klimaschädlicher Abgase.

FLÜSSIGES ERDGAS

Erdgas verbrennt sauberer als Erdöl. Verflüssigt spart es Platz, erfordert aber extreme Kühlung. Frachtschiffe, die flüssiges Erdgas transportieren, nutzen einen Teil ihrer Ladung als Treibstoff.

SOLARSTROM

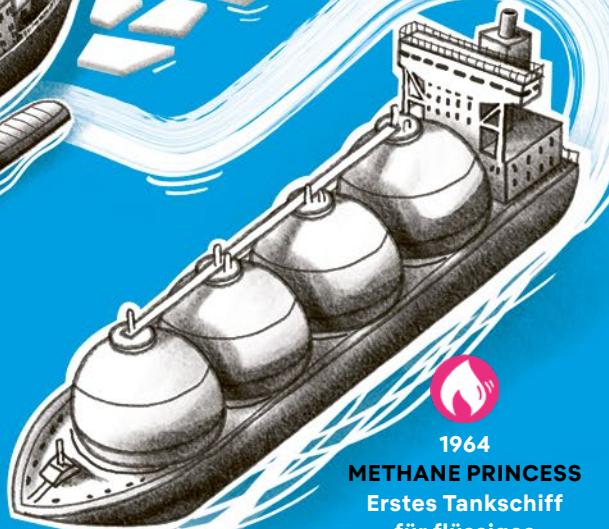
Reine Solarschiffe sind selten und eignen sich vor allem für kurze Strecken, etwa Fährfahrten. Meist dient Solarstrom als Unterstützung anderer Antriebe.

WASSERSTOFF

In einer Brennstoffzelle reagiert Wasserstoff mit Sauerstoff und erzeugt Wasser, Wärme und Strom, mit dem der Elektromotor des Schiffs angetrieben wird. Bisher fehlt es noch an Wasserstofftankstellen.



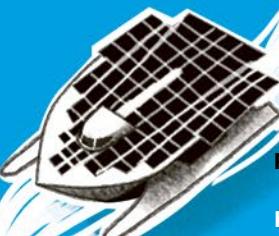
1959
NAUTILUS & LENIN
U-Boot und Eisbrecher mit Atomantrieb



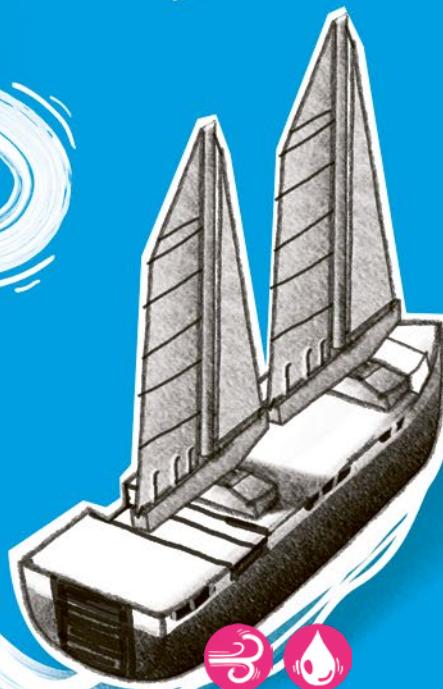
1964
METHANE PRINCESS
Erstes Tankschiff für flüssiges Erdgas



2008
BELUGA SKYSAILS
Erstes Frachtschiff mit Zugdrachen



2010
TÛRANOR PLANET SOLAR
Größter Katamaran mit Solarantrieb



2025
NEOLINER ORIGIN
Größtes Frachtsegelschiff, 90 Prozent weniger Abgase



28 Heldinnen der Wissenschaft





Als Kind schlief Lise Meitner manchmal mit ihrem Mathebuch unterm Kopfkissen. Zahlen und Naturwissenschaften haben sie fasziniert. Sie wurde 1878, also vor bald 150 Jahren, in der österreichischen Hauptstadt Wien geboren und wuchs in einem jüdisch geprägten Umfeld auf. Ihre Geschwister neckten sie gerne mit dem Satz: „Das steht nicht im Physik-Büchl!“, wenn Lise mal wieder in ein Schulbuch vertieft war, anstatt im Haushalt mitzuhelfen.

Schon früh träumte sie davon, Forscherin zu werden. Doch Mädchen durften damals noch kein Gymnasium besuchen. Den Schulstoff für das Abitur paukte sie deshalb zu Hause und legte die Prüfung schließlich in einem Jungengymnasium ab. Danach studierte sie Physik an der Universität Wien und war dort 1906 die zweite Frau überhaupt, die in diesem Fach einen Doktortitel bekam. Kurz darauf ging Lise Meitner nach Berlin.

Dort lernte sie den gleichaltrigen Chemiker Otto Hahn kennen, der sich wie sie für Radioaktivität interessierte. Radioaktive Stoffe, wie etwa Uran, zerfallen und setzen dabei unsichtbare Strahlen frei. Die beiden wollten dieses Phänomen zusammen erforschen. Aber es gab ein Problem: Frauen hatten keinen Zutritt zu dem Labor, in dem Otto Hahn arbeitete – angeblich aus Sorge, sie könnten bei der Arbeit mit einem Bunsenbrenner ihre Haare in Brand setzen. Dass die teils üppigen Bärte der Männer Feuer fangen könnten, wurde offenbar nicht befürchtet.

So experimentierten Lise Meitner und Otto Hahn anfänglich im Keller des Instituts für Chemie, in einer ehemaligen Holzwerkstatt. Weil ihre Arbeit gut war, durfte Lise Meitner irgendwann doch ins echte Labor. Von da an ging es steil bergauf: Als erste Frau bekam sie 1912 eine Stelle als Assistentin bei dem berühmten Physiker Max Planck. Ab 1918 leitete sie ihre eigene Forschungsabteilung und wurde 1926 Physikprofessorin.

Doch dann kamen 1933 die Nationalsozialisten unter Adolf Hitler in Deutschland an die Macht. Wie viele andere jüdische Wissenschaftler durfte Lise Meitner auf einen Schlag nicht mehr als Professorin arbeiten. Denn unter der Herrschaft der Nationalsozialisten wurden jüdischen Menschen viele Rechte entzogen. Sie wurden erst benachteiligt und später verfolgt, eingesperrt und ermordet. Trotz der Umstände, die Jahr für Jahr bedrohlicher wurden, blieb Lise Meitner zunächst in Berlin und forschte weiter mit Otto Hahn. Er war



LEBEN

Geboren 1878 in Wien, Österreich, als mittlere Tochter von acht Kindern. Gestorben 1968 in Cambridge, Großbritannien.

FAMILIE

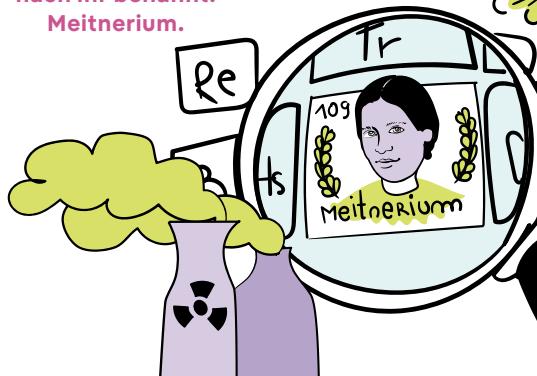
Die Meitners waren eine bürgerliche Familie. Bildung spielte eine große Rolle. Die Kinder wurden von einem Privatlehrer in Mathe und im Klavierspielen unterrichtet.

TALENT

Die Physik hinter chemischen Experimenten erklären und berechnen.



SPÄTE EHRUNG
1997 wurde ein Element im Periodensystem nach ihr benannt: Meitnerium.



es, der sie im Sommer 1938 drängte, sich in Sicherheit zu bringen, und ihr half, nach Stockholm in Schweden zu fliehen.

Im Winter 1938 berichtete Otto Hahn ihr in einem Brief von dem verblüffenden Ergebnis eines Experiments: Er und ein Kollege hatten Uran mit ungeladenen Teilchen beschossen, sogenannten Neutronen. Daraufhin schienen die Atomkerne des Urans „zerplatzt“ zu sein. Wie war das möglich? Damals ging man in der Wissenschaft noch davon aus, dass Atomkerne unteilbar sind. „Vielleicht kannst du irgendeine phantastische Erklärung vorschlagen?“, fragte Otto Hahn. In ihrer Zusammenarbeit hatten die beiden es oft so aufgeteilt: Er machte die chemischen Experimente, Lise Meitner erklärte die physikalischen Zusammenhänge. So war es auch diesmal. Zusammen mit ihrem Neffen Otto Frisch, der ebenfalls Physiker war, erklärte sie das Prinzip der Kernspaltung: Beschießt man einen großen Atomkern mit Neutronen, kann dieser in zwei kleinere Atomkerne aufgespalten werden. Dabei wird jede Menge Energie frei und es werden weitere Neutronen abgegeben, die in einer Kettenreaktion weitere Kerne spalten können. Dieses Prinzip wurde später genutzt, um Atomkraftwerke zu betreiben. Es ermöglichte aber auch den Bau der tödlichsten Waffe überhaupt: der Atombombe.

Lise Meitner hat sich an der Entwicklung nie beteiligt und war schockiert, als die USA 1945, am Ende des Zweiten Weltkrieges, zwei Atombomben auf die japanischen Städte Hiroshima und Nagasaki abwarfen. Trotzdem wurde sie als „Mutter der Atombombe“ weltberühmt – ein Titel, der sie sehr schmerzte. Als Entdecker der Kernspaltung galt dagegen Otto Hahn: 1946 bekam er allein dafür den Nobelpreis für Chemie verliehen. Lise Meitner ging leer aus, dennoch blieben die beiden ihr Leben lang befreundet. ☺



Springen vor Freude, stampfen vor Wut

Unsere Gefühlswelt hat einen starken Einfluss auf unser Verhalten und das Miteinander. Warum das so ist, klären wir im Interview.



ANNE SCHACHT
ist Psychologin und Professorin an der
Universität Göttingen. Sie erforscht, wie Gefühle entstehen
und wie sie uns Menschen beeinflussen.

forscher: Wie erforscht man Gefühle?

Anne Schacht: Wir Forschenden gehen davon aus, dass Gefühle im Gehirn entstehen und dann über den Körper, das Gesicht und die Stimme zum Ausdruck kommen. Das können wir im Labor sehr genau untersuchen. Dafür spielen wir freiwilligen Versuchspersonen zum Beispiel Witze vor, über die sie nicht lachen dürfen. Das ist ganz schön schwer, aber nützlich, wenn man es kann. Kinder kennen das vielleicht, wenn sie sich im Unterricht das Lachen verkneifen müssen. Bei unseren Versuchspersonen messen wir über Elektroden am Kopf die Aktivität des Gehirns einzelner Gesichtsmuskeln. Dabei zeigt sich, dass die Lachmuskeln trotzdem arbeiten – besonders dann, wenn jemand anderes laut lacht.

Entstehen Gefühle wirklich im Gehirn?

Bei Wut oder Angst fühlt es sich doch oft so an, als hätte man einen Kloß im Hals.

Gefühle werden meist durch Gedanken in unserem Gehirn ausgelöst. Wut ist eine der stärksten

Emotionen, die der Mensch hat. Sie kann zum Beispiel entstehen, wenn wir streiten und das Gegenüber etwas sagt, was wir unfair finden. Der Gedanke daran, dass wir ungerecht behandelt werden, löst eine körperliche Reaktion aus: Das Herz schlägt schneller und stärker, die Atmung verändert sich. Wenn wir Angst haben oder gestresst sind, verspannen sich die Muskeln in unserem Hals. Das fühlt sich manchmal so an, als hätten wir dort einen Kloß. Diese körperlichen Veränderungen nehmen wir wahr und merken: Ich bin wütend.

Haben alle Gefühle – egal ob Wut, Angst oder Freude – eine bestimmte Aufgabe?

Viele Gefühle helfen uns Menschen, uns zu schützen. Das hängt mit der Entwicklung des Menschen zusammen und begann schon in der Steinzeit. Ekel ist wahrscheinlich entstanden, um uns vor giftiger oder verdorbener Nahrung zu warnen. Die Angst vor einem großen Raubtier ließ unsere Vorfahren weglaufen und rettete

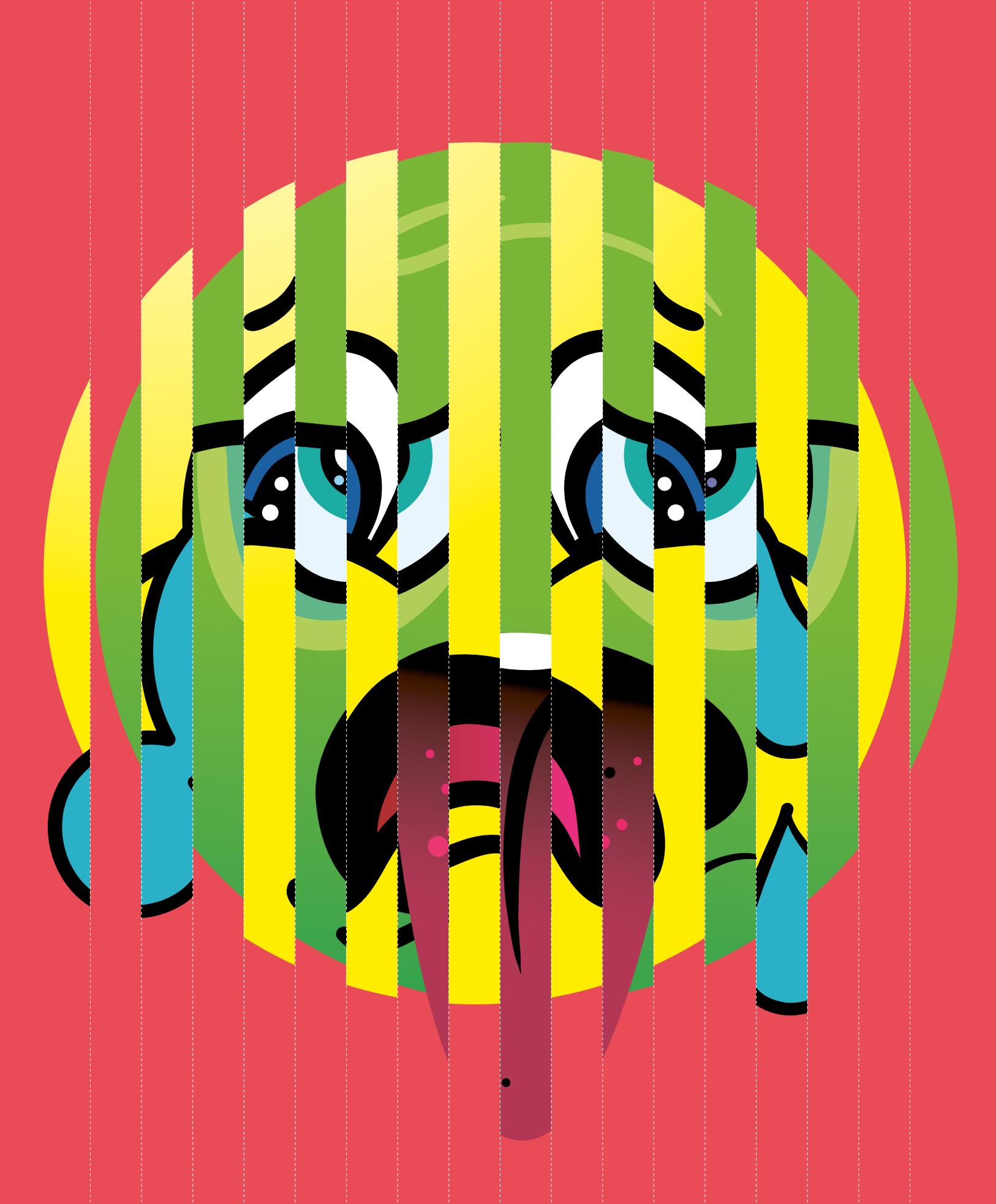
KANNSTE KNICKEN!
Hier sind
zwei Gefühle
vermischt –
welche?
Falte die Seite entlang der Linien wie eine Ziehharmonika und betrachte sie aus verschiedenen Blickwinkeln.



SCHNIPP SCHNAPP
Ausgeschnitten klappt das Knicken besser.







RÄTSEL

Welches von den Gefühlen rechts verbirgt sich nicht in den Zickzack-bildern?



ihnen wahrscheinlich das Leben. In einer sicheren Umgebung führt das Lächeln eines anderen Menschen dazu, dass wir uns ihm nähern und er vielleicht ein guter Freund wird, der uns in schwierigen Situationen hilft. Wenn wir verliebt sind, fühlen wir uns stark und einem anderen Menschen tief verbunden. Viele Gefühle, die wir mit anderen teilen, verstärken sich in der Regel und schweißen manchmal ganze Gruppen von Menschen oft noch enger zusammen. Das kann man gut bei Fußballfans beobachten.

Ist es dabei egal, ob die Lieblingsmannschaft verliert oder gewinnt?

Na ja, den Fans ist es natürlich nicht egal, wie ein Spiel ausgeht. Das Beispiel zeigt aber, wie ein und dasselbe Ereignis bei verschiedenen Menschen ganz unterschiedliche Emotionen auslösen kann. Wenn die eine Mannschaft in der letzten Spielminute das entscheidende Tor schießt, sind ihre Fans überglücklich. Die der gegnerischen Mannschaft hingegen sind traurig, enttäuscht oder wütend. Aber bei beiden Gruppen wird das Gemeinschaftsgefühl und die Abgrenzung zur anderen Gruppe verstärkt.

Können Emotionen auch negative Folgen haben?

Ja, vor allem, wenn sie so stark sind, dass wir sie nicht mehr beeinflussen können. Wird die Angst vor einer Klassenarbeit zu groß und schlägt in Panik um, können wir nicht mehr klar denken. Isst jemand aus Ekel lange Zeit kein Gemüse, ist das schlecht für die Gesundheit. Und jeder hat schon einmal gesehen, wie andere sich verhalten, wenn sie ihre Wut nicht unter Kontrolle haben. Schlägt die Trauer der Fans des glücklosen Teams im Stadion in kollektive Wut um, kommt es ja manchmal sogar zu gewalttätigen Ausschreitungen.

Was kann man tun, wenn man von seinen Gefühlen überwältigt wird?

Manchmal hilft es, kurz durchzuatmen und sich zu fragen, was genau das Gefühl ausgelöst hat. Und ob es angemessen ist, was man gerade fühlt und wie man sich verhält: Ist der Brokkoli wirklich so unappetitlich, dass ich mich ekeln muss? Hat meine Freundin im Streit wirklich versucht, mich zu kränken? Oder habe ich sie falsch verstanden?

Werden Gefühle überall auf der Welt gleich ausgedrückt?

Diese Frage beschäftigt die Wissenschaft schon sehr lange. Einige Emotionen werden in verschiedenen Ländern und Kulturen sehr ähnlich ausgedrückt, erkannt und verstanden. Dazu gehört das Lachen, wenn wir fröhlich sind, und auch das Naserümpfen, wenn wir uns vor etwas ekeln. Es gibt aber auch Unterschiede darin, wie stark oder in welchen Situationen Menschen ihre Gefühle zeigen dürfen.

Warum weinen Menschen?

Wahrscheinlich um zu zeigen, dass sie Trost brauchen. Trauer ist ein wichtiges Gefühl, denn es gibt immer wieder negative Ereignisse im Leben, die wir nicht verhindern können. Deshalb ist es nicht nur wichtig, die eigene Trauer auszuhalten, auch wenn das schwer und oft schmerhaft ist, sondern sie auch mit anderen zu teilen. Weinen weckt Mitgefühl, das funktioniert schon bei ganz kleinen Kindern.

Haben Sie ein Lieblingsgefühl?

Wie die meisten Menschen mag ich privat lieber positive Gefühle wie Freude oder Liebe. In der Forschung faszinieren mich aber auch negative Emotionen wie Angst, Trauer oder Wut, weil sie in unserem Leben eine wichtige Rolle spielen. ☺

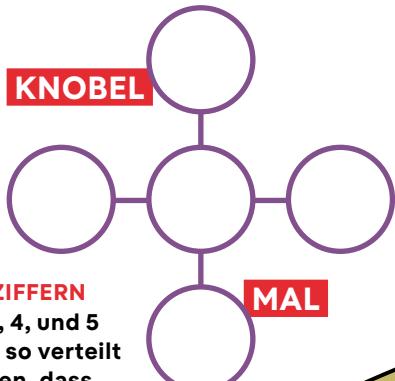


TEEKESSELCHEN

Die eine fiept, die andere klickt.
Gesucht ist die



KNOBEL



DIE ZIFFERN
1, 2, 3, 4, und 5
müssen so verteilt
werden, dass
jede Reihe die
Summe 9 ergibt.

1, 2, 3, 4, und 5

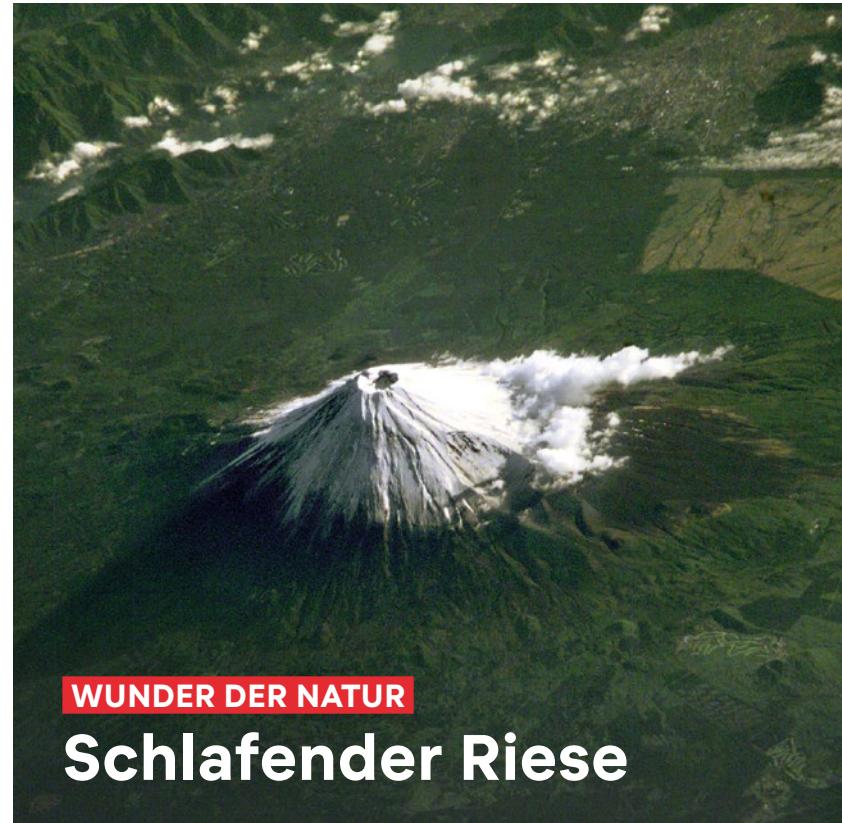
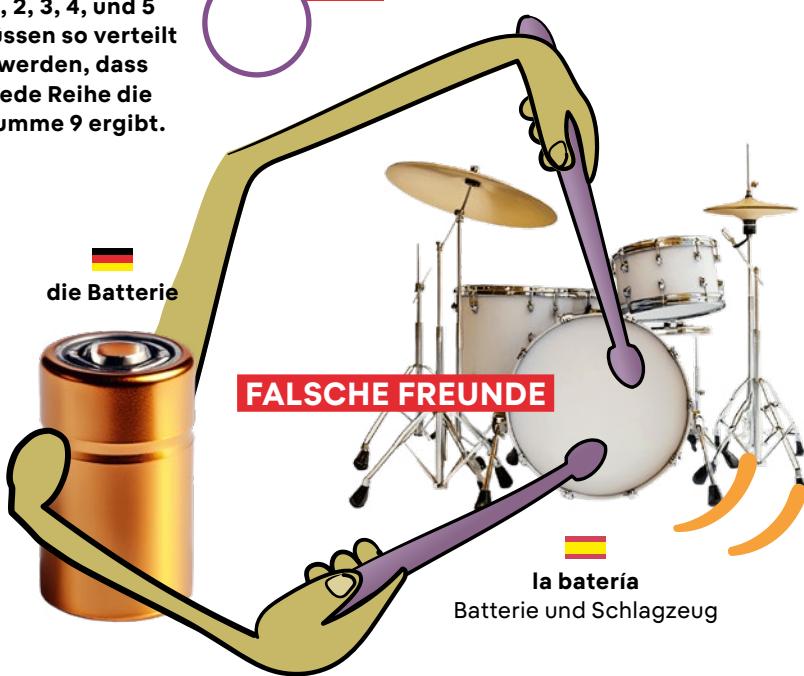
müssen so verteilt
werden

dass jede Reihe die
Summe 9 ergibt.

die Batterie



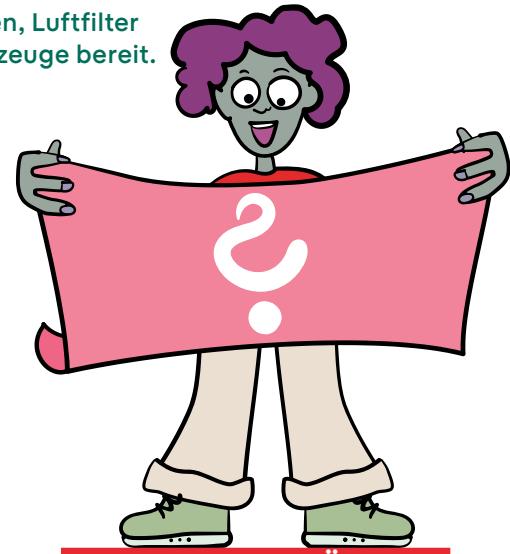
FÄLSCHE FREUNDE



WUNDER DER NATUR

Schlafender Riese

Der Vulkan Fuji ist 3.776 Meter hoch und Japans Wahrzeichen. Seit mehr als 300 Jahren ist er nicht mehr ausgebrochen, gilt aber noch als aktiv. Die Hauptstadt Tokio, die nur etwa 100 Kilometer entfernt liegt, ist für eine mögliche Eruption gewappnet. Bei ungünstigem Wind könnte Tokio unter einer zentimeterdicken Ascheschicht begraben werden. Für diesen Fall stehen in der Stadt Atemmasken, Luftfilter und spezielle Räumfahrzeuge bereit.



LIES MAL VORWÄRTS ...

... und rückwärts

Trug Tim eine so helle Hose
nie mit Gurt?

Eine der vier Nachrichten aus der Forschung ist erfunden. Welche?

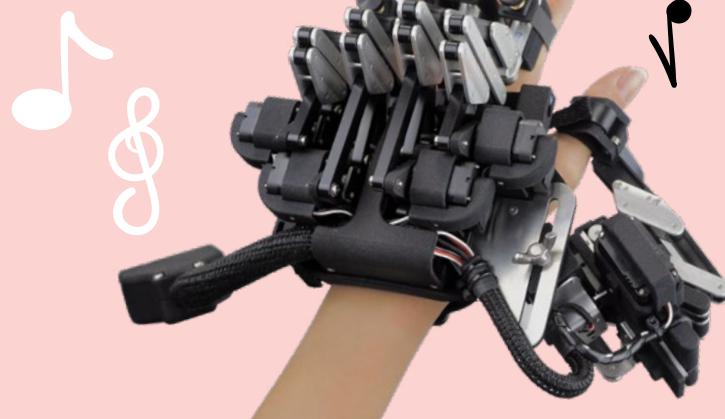
Strom ohne Steckdose

Steckdosen gibt es eigentlich nie genug und oft sitzen sie nicht an den richtigen Stellen im Raum. Die Folge: ein Gewirr aus Verlängerungskabeln und Mehrfachsteckern. Ein französisches Startup will dem ein Ende machen. Es hat einen Adapter für die Steckdose entwickelt, der Strom kabellos auf alle elektronischen Geräte in der Nähe überträgt. Bei Tests konnte der Adapter zugleich einen Fernseher, eine Lampe und einen Ventilator betreiben. Die elektromagnetischen Wellen, die dafür in den Raum gesendet würden, seien für Menschen ungefährlich, so die Entwickler.



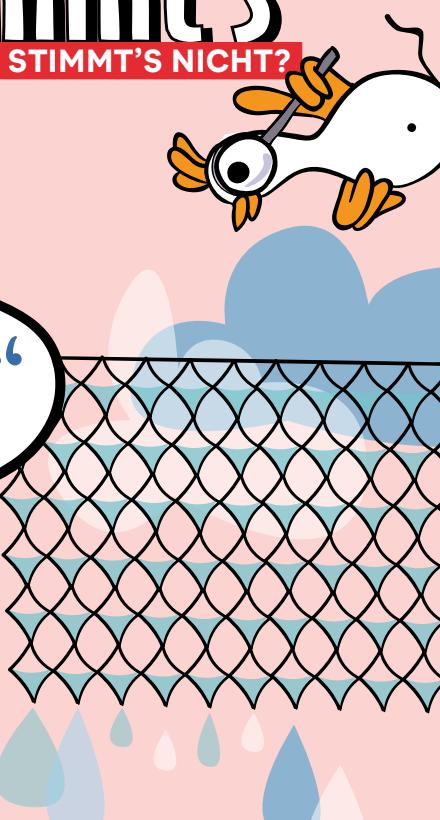
Von Piepsi lernen

Wellensittiche sind Sprachtalente. Mit etwas Geduld kann man ihnen beibringen, einzelne Wörter oder sogar ganze Sätze nachzusprechen. Ein US-amerikanisches Forscherteam hat nun gezeigt, warum das so sein könnte. Die Gehirne der Vögel arbeiten ähnlich wie die von Menschen, wenn es darum geht, Töne zu erzeugen. Wellensittiche eignen sich daher besonders gut, um zu erforschen, wie Sprachstörungen bei Menschen entstehen und wie sie behandelt werden können.



Robo macht den Meister

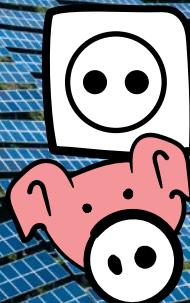
Forschende aus Japan haben einen Roboter-Handschuh entwickelt, der Klavierspielenden hilft, noch besser zu werden. In einer Versuchsreihe bewegte der Handschuh die Finger der Musiker in einem komplexen Muster – und zwar schneller, als diese es selbst tun könnten. Nachdem sie den Handschuh abgelegt hatten, konnten die Pianisten schneller spielen als je zuvor. Mit solchen Roboter-Handschuhen könnten künftig auch Chirurgen trainieren.



Trinkwasser aus Nebel

Die Atacama-Wüste in Chile ist eine der trockensten Gegenden der Welt. Entsprechend schwierig ist die Versorgung mit Trinkwasser. Viele Menschen sind dort auf Wasserlieferungen per LKW angewiesen. Forschende haben gezeigt, dass sie stattdessen mit Wasser aus vorbeiziehenden Nebelwolken versorgt werden könnten. Mit speziellen Netzen fingen sie Wassertropfen aus der Luft ein und sammelten sie in einem Tank. Dabei kamen bis zu zehn Liter Wasser pro Quadratmeter und Tag zusammen. Die Technik ist günstig und braucht keinen Strom.

Aufladen für morgen



DIE SONNE
liefert pro Tag
genug Energie,
um Deutschland
zwei Jahre
mit Strom zu
versorgen.



Energie aus Sonne und Wind ist genug da, aber nicht zu jeder Zeit. Deshalb suchen Forschende nach Lösungen, Strom möglichst gut zu speichern und zu verteilen.



WINDKRAFT
allein könnte
unseren Strombe-
darf decken.

Es ist grau, grau, grau. Am Himmel hängen dicke Wolken, und kein Wind weht. So eine „Dunkelflaute“ dauert bei uns in Deutschland im Winter manchmal Tage oder sogar Wochen. Wir bleiben dann gerne zu Hause und verbrauchen viel Strom: Alle Lichter sind an, wir spielen Computerspiele oder streamen Filme, kochen, backen oder lassen die Waschmaschine laufen. Dass dafür immer genug Strom da ist, finden wir selbstverständlich. Doch das ist es nicht! Schließlich stehen gerade alle Windräder still, und ohne Sonne funktionieren die vielen Solaranlagen nicht.

Aktuell kommt schon mehr als die Hälfte unserer Elektrizität aus erneuerbaren Energiequellen. Davon 32 Prozent aus Wind, 14 Prozent aus Sonne. Bis 2035 soll aller Strom in Deutschland grün sein. Das ist gut für die Umwelt und schützt das Klima. Denn anders als bei der Nutzung fossiler Energieträger wie Kohle, Erdöl oder Erdgas entstehen keine schädlichen Abgase. Sonne und Wind haben genug Power, um alle Menschen in Deutschland zu versorgen. Aber leider ist ihre

Energie nicht immer verfügbar, wenn wir sie gerade brauchen. Und auch gutes Wetter hat seine Tücken: An sehr sonnigen Tagen fließt von den Solaranlagen so viel Strom in die Elektrizitätsnetze, dass diese überlastet sind. Wir müssen es also in Zukunft schaffen, viel grüne Energie zu speichern – damit wir sie erst später nutzen können.

Genau nach diesem Prinzip funktionieren wiederaufladbare Batterien, auch Akkus genannt. Diese praktischen Kraftpäckchen sorgen dafür, dass wir Smartphones, Laptops und Elektroautos unterwegs benutzen können – bis die Akkus eben leer sind. Dann hängt man sie ans Stromnetz und lädt sie wieder auf. In den meisten Geräten stecken Lithium-Ionen-Akkus. Die haben viele Vorteile: Sie halten lange, sind leistungsstark, vergleichsweise leicht und lassen sich schnell auf- und entladen. Solche Akkus gibt's auch im XXL-Format. Sie sehen aus wie die Bauklötze eines Riesen und dienen als Speicherkraftwerke. Oft sind sie direkt mit den Anlagen von Wind- und Solarparks verbunden. Dann speichern sie an sonnigen oder stürmischen Tagen den überschüssigen Strom und lassen ihn erst ins Netz fließen, wenn er gebraucht wird.

Das Problem mit Batterien: Sie enthalten wertvolle, teils seltene Rohstoffe, die meist in weit entfernten Regionen der Welt abgebaut werden – oft mit erheblichen Folgen für Umwelt und Menschen. Immer neue, größere Akkus zu bauen, kann also nicht die Lösung sein. Aber es gibt andere Ideen aus der Forschung, wie wir in Zukunft Energie besser speichern können. Vier davon stellen wir auf den nächsten beiden Seiten vor.



Weiterlesen →

KATHODE + aus Lithium, Mangen, Kobalt oder Nickel

Kritische Rohstoffe



Das Leichtmetall

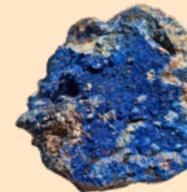
LITHIUM steckt in den meisten Akkus, macht aber nur einen Teil der nötigen Rohstoffe aus. Oft bildet es zusammen mit anderen Metallen den Pluspol. Der Minuspol besteht fast immer aus **GRAPHIT**, einem Mineral, das auch in Bleistiften steckt.

LITHIUM

Sehr leichtes, weiches Metall. **WOHER?** Vor allem aus Australien und Chile. **SELTEN?** Nein, aber der Bedarf ist riesig. **KRITISCH, WEIL** je nach Abbauweise viel Energie oder viel Wasser gebraucht wird.

GRAPHIT

Grauschwarzes Mineral. **WOHER?** Hauptsächlich aus China. Große Reserven liegen auch in Brasilien. **SELTEN?** Nein. **KRITISCH, WEIL** beim Abbau gesundheitsschädlicher Staub freigesetzt wird.



MANGAN

Hartes, sprödes Metall. **WOHER?** Hauptproduzent ist Südafrika. Zukünftig könnte es in der Tiefsee abgebaut werden. **SELTEN?** Noch nicht, aber die Nachfrage steigt stark. **KRITISCH, WEIL** die Minenarbeiter oft ausbeutet werden. Der Tiefseeabbau würde Meereslebewesen schaden.

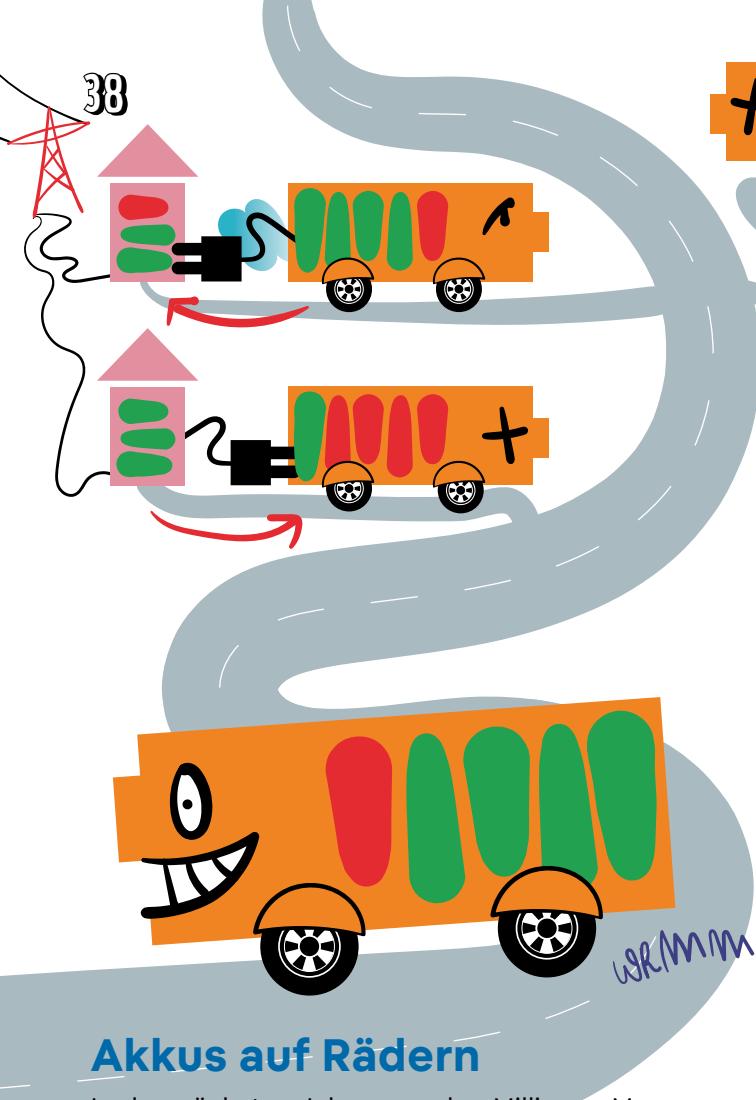
KOBALT

Silbergraues, giftiges Metall. **WOHER?** Vor allem aus der Demokratischen Republik Kongo in Afrika. **SELTEN?** Ja. **KRITISCH, WEIL** die Arbeitsbedingungen in vielen Kobaltminen menschenunwürdig sind. Oft arbeiten dort auch Kinder.

NICKEL

Hartes, aber leicht formbares Metall. **WOHER?** Hauptsächlich aus Indonesien. **SELTEN?** Nein, aber die Nachfrage übersteigt zunehmend das Angebot. **KRITISCH, WEIL** beim Abbau giftige Stoffe in Böden und Gewässer gelangen. Oft werden Wälder und andere Lebensräume zerstört.

ANODE - aus Graphit

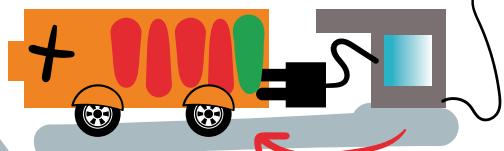


Akkus auf Rädern

In den nächsten Jahren werden Millionen Menschen Elektroautos kaufen. Jedes dieser Autos hat einen leistungsstarken Akku, der während der Fahrt den Motor mit Energie versorgt. Doch die meiste Zeit steht das Elektroauto herum, und der Akku bleibt ungenutzt.

Viele Energieexperten halten das für eine Verschwendug. Ihr Vorschlag: Warum nicht die Elektroautos als zusätzliche Stromspeicher nutzen? Immer wenn sie parken, könnten sie ans Stromnetz angeschlossen sein, nicht nur um den Akku zu laden, wenn er leer ist, sondern auch um überschüssigen Strom aus dem Elektrizitätsnetz aufzunehmen. Also etwa dann, wenn die Sonne gerade stark scheint oder viel Wind weht. Und wenn gerade zu wenig Strom da ist, könnten die Autobatterien einen Teil der Energie ins Netz zurückgeben. Zum Beispiel abends, wenn die Leute von der Arbeit nach Hause gefahren sind und das Auto nicht mehr brauchen. Damit das funktioniert, müssten Elektroautos und Ladestationen so gebaut werden, dass der Strom in beide Richtungen fließen kann. Bei einigen neuen Modellen ist das schon möglich.

So wird morgen gespeichert



Energie umwandeln

Überschüssige Sonnen- und Windenergie lässt sich nicht nur in Akkus speichern. Sie kann auch genutzt werden, um Wasserstoff herzustellen. In einem sogenannten Elektrolyseur wird mit Hilfe von Strom Wasser in seine Bestandteile zerlegt: Sauerstoff und eben Wasserstoff, der sich vielfältig einsetzen lässt.

In Zukunft wird man Wasserstoff in umgerüsteten Gaskraftwerken verbrennen können und so Wärme und Strom erzeugen, ohne dass dabei schädliche Abgase entstehen. Außerdem eignet sich Wasserstoff auch für die Herstellung von Treibstoff für Flugzeuge oder schwere Lastwagen, die auch in Zukunft nicht mit Akkus betrieben werden können. In Hamburg entsteht gerade der größte Elektrolyseur Deutschlands. Wenn er fertig ist, soll er eine Leistung von 100 Megawatt erzeugen. Das ist so viel Energie, dass man damit eine Stadt mit etwa 200.000 Menschen mit Strom versorgen könnte.





Neue Materialien

Weltweit wird in der Wissenschaft an der Entwicklung neuer Akkus gearbeitet, die ohne kritische Rohstoffe auskommen. Vielversprechend sind Natrium-Ionen-Batterien. Natrium kann man ganz einfach in Bergwerken oder aus Meerwasser gewinnen, denn es ist ein Bestandteil von gewöhnlichem Kochsalz. Das macht diese Akkus umweltfreundlich und günstig. Zwar sind sie nicht so leistungsstark wie die aus Lithium, aber in China fahren bereits erste elektrische Kleinautos mit den Salzbatterien durch die Straßen.

In Deutschland und Österreich arbeiten Forschende an einer Batterie, die auf Vanillin basiert. Das ist ein Geschmacksstoff, der auch in Keksen und Kuchen verwendet wird. Vanillin kann leicht aus einem Abfallprodukt der Papierindustrie gewonnen werden – das ist nachhaltig und preiswert. Zukünftig könnte Vanillin als Batterieflüssigkeit in sogenannten Redox-Flow-Batterien dienen. Diese speichern und erzeugen Strom, indem sie Flüssigkeiten aus zwei großen Tanks durch eine Batteriezelle leiten. Redox-Flow-Batterien eignen sich besonders gut, um Energie aus Wind- und Solarparks zwischenzuspeichern.



Aus alt mach neu

Lithium steckt nicht nur im Boden, sondern auch in ausgedienten Akkus. Leider werden diese bisher selten recycelt, da der Aufwand hoch ist und die Kosten oft höher sind als die für die Beschaffung neuer Rohstoffe. Doch das könnte sich in den kommenden Jahren ändern.

Dann nämlich, wenn die erste Generation von Elektroautos alt geworden ist und ausgemustert wird. Wenn neben kleinen Handy- und Laptopakkus auch viele große Autobatterien recycelt werden müssen, lohnt sich der Aufwand. Ein deutsches Startup-Unternehmen baut bereits eine große Recyclinganlage in der nordrhein-westfälischen Stadt Dormagen, die 2026 fertiggestellt werden soll. Bisher wurden zur Trennung der wertvollen Bestandteile alter Akkus meist umweltschädliche Säuren und Laugen verwendet. Das Startup hingegen hat einen Weg gefunden, einen Teil der Prozesse mit Wasser durchzuführen und mehr als 90 Prozent der Metalle zurückzugewinnen. ☺

End-rätseln

Potz Blitz! Welche Wolke entlädt sich über Frankenstein?



S. 5 Speck = große Flamme, Brot = mittlere Flamme, Salat = kleine Flamme; **S. 28** Buchstabensalat: Neugier; **S. 32** Das Tränen lachende Emoticon ist nicht zu sehen; **S. 34** Teekesselselchen: Maus; **S. 35** Die Meldung mit der Steckdose ist ausgedacht; **S. 40** Wolke fünf; **Kükens:** S. 3, 6, 14, 21, 23, 26, 29, 30, 38, 40

Illustration: Mirja Winkelmann



Der Vertrieb von **forscher** wird unter anderem unterstützt von:



Angermünder Bildungswerk e. V. | Bim & Boom Kinderspieliland | Deutsches Meeresmuseum | Fitolino Eberswalde | Flughafen Nürnberg | Hohwachter Bucht Touristik | Kurbetrieb Dahme | Landesmuseum für Natur und Mensch Oldenburg | Nationale Naturlandschaften e. V. | Niedersächsisches Landesmuseum Hannover | Phänomenta Lüdenscheid | Schiffbau- und Schifffahrtsmuseum Rostock | Sulinger Tafel | Tafel Frankenberg e. V. | Tafel Linz e. V. | Tafel Wetzlar | Tourismus-Service Langeoog | Zoo Dresden