

# KONTEXTIS

ARBEITSHEFTE 2010



Alke Kessel

## Vom Lagerfeuer zum Sonnenkraftwerk MIT JOULETT DIE ENERGIE ENTDECKEN



Eine Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung

Wissenschaftsjahr 2010

Die Zukunft der Energie

## Die vier Arbeitshefte zum Wissenschaftsjahr 2010 im Überblick



**Arbeitsheft # 1**  
Vom Lagerfeuer zum Sonnenkraftwerk  
MIT JOULETT DIE  
ENERGIE ENTDECKEN



**Arbeitsheft # 2**  
Weniger ist mehr!  
JOULETT UND DIE  
ENERGIESPARFÜCHSE



**Arbeitsheft # 3**  
Windräder, Flaschenzüge,  
Murmelnbahnen  
JOULETT EXPERIMENTIERT  
MIT ENERGIE



**Arbeitsheft # 4**  
Die Energie der  
Zukunft erkunden  
JOULETT ALS  
SOLARFORSCHERIN

„Die Energie kann als Ursache für alle Veränderungen in der Welt angesehen werden.“

Werner Heisenberg,  
„Physik und Philosophie“<sup>1</sup>

## Liebe Leserinnen und Leser,

die oben zitierte Feststellung des Mitbegründers der modernen Quantenmechanik – getroffen vor über einem halben Jahrhundert – belegt den grundlegenden Charakter und die Unverzichtbarkeit von Energie für das Leben auf unserem Planeten. Nur durch den Umsatz von Energie können wir Menschen unsere Körperfunktionen aufrecht erhalten, denken und fühlen, Arbeit verrichten, forschen, entwickeln, unsere Freizeit genießen, Maschinen betreiben, Wärme erzeugen, Produkte herstellen, die das Leben angenehmer machen. Existenzsicherung und globale Perspektive, Prosperität und Wohlstand sind in hohem Maße von der Sicherstellung einer nachhaltigen und umweltverträglichen Energieversorgung abhängig. Daraus ergibt sich die Verpflichtung, die mit der Nutzung fossiler Energieträger verbundenen Emissionen drastisch zu senken und diese schnellstmöglich durch erneuerbare zu ersetzen. Hält man sich vor Augen, dass im Durchschnitt der letzten Hundert Jahre jährlich so viele fossile Energieträger verbrannt worden sind, wie die Natur in einer Million Jahren eingelagert hat, so besteht unmittelbarer und dringender Handlungsbedarf, dem sich niemand entziehen kann. Die Menschheit befindet sich energetisch in einer Übergangsphase. Gerade in dieser Phase ist das Energiespargebot ein „Gebot der Stunde“. In der globalen Herausforderung, den Energiebedarf mittelfristig nur noch aus regenerativen Quellen zu decken, liegt eine große Chance für die Erschließung innovativer Betätigungsfelder für Angehörige vieler Berufsgruppen – vom (Natur-)Wissenschaftler über den Ingenieur und Techniker bis zum Facharbeiter.

Was die Energieversorgung der Zukunft angeht, so hat sich der Blick vorrangig auf die Sonne zu richten. Deren Energiepotential ist mit Abstand das größte und – in menschlichen Maßstäben bzw. Zeiträumen gemessen – wahrhaft unerschöpflich.

Auf der Sonne wird in jeder Sekunde zehntausend Mal mehr Energie freigesetzt als der gesamte angesammelte Energievorrat der Erde ausmacht<sup>2</sup>. Um dieses enorme Potential effektiv nutzen zu können, bedarf es noch gewaltiger Anstrengungen auf dem Gebiet von Forschung und Entwicklung, Technologie und Fertigungstechnik.

Die technischen und technologischen Voraussetzungen für eine effiziente „Ausbeutung“ der energetischen Ressourcen der Sonne müssen erst noch geschaffen werden – sowohl von den heute aktiven Forschern, Entwicklern, Ingenieuren und Technikern als auch – und das in viel größerem Umfang – von den künftigen, z. B. von denen, die derzeit noch die (Grund-)Schulbank drücken – Ihren Schülerinnen und Schülern!

Es ist eine unbestreitbare Tatsache, dass gerade in der Grundschulzeit die Kinder ganz besonders daran interessiert sind, sich mit naturwissenschaftlichen und technischen Themen auseinanderzusetzen. Diese „sensible Phase der Aufgeschlossenheit“ bietet ideale Einstiegsbedingungen, um dauerhaftes Interesse an naturwissenschaftlichen und technischen Fragestellungen zu wecken. Die für diese Altersgruppe typische Neugier, deren Wissens- und Entdeckungsdrang, können auch effektiv dazu genutzt werden, das Thema „Energie“ in die Unterrichtsgestaltung – z. B. des Sachunterrichts – in einer Art und Weise einzubeziehen, die einen nachhaltigen Wissens- und Kompetenzerwerb gewährleistet. Dabei sind wir uns darüber im Klaren, dass die Komplexität des Energiebegriffs einen limitierenden Faktor für die Behandlung des Themas „Energie“ in der Grundschule darstellt. Im Ergebnis einer umfassenden Diskussion mit Lehrerinnen und Lehrern – aber auch mit universitären Grundschuldidaktikerinnen – wurde im Konsens ein tragfähiger Kompromiss gefunden, der darin besteht, die Energie für die Zielgruppe über ihre augenfälligen und für jedermann spürbaren Wirkungen zu erschließen.

Ich freue mich sehr, Ihnen mit den vorliegenden vier KON TE XIS-Arbeitsheften das Ergebnis dieser Aktivitäten präsentieren zu können.

*Thomas Hänsgen*

Geschäftsführer der Technischen Jugendfreizeit- und Bildungsgesellschaft (tjfbg) gGmbH

<sup>1</sup> 7. Auflage, 12.2006, S. Hirzel Verlag Stuttgart, ISBN 978-3-7776-1024-5

<sup>2</sup> Prof. Dr. Christoph Buchal, „Energie“, Herausgeber: Forschungszentrum Jülich GmbH, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. und Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, 1. Auflage 2007, S. 21 ISBN 978-3-89336-503-6

## Ohne Energie würde die Erde aufhören sich zu drehen

Mit diesem Satz beginnt Jouletts Entdeckungsreise durch die Welt der Energie. Wir wissen um die immense Bedeutung dieses Satzes – und um die Herausforderung, unsere Energieversorgung auch in Zukunft zu sichern und gleichzeitig unsere Ressourcen und die Umwelt zu schonen. Auch kommende Generationen werden sich diesem Problem stellen müssen. Dafür müssen schon heute die Grundsteine gelegt werden. Doch gerade für Kinder ist es schwierig, den abstrakten Begriff der Energie „mit Leben zu füllen“. Dabei soll dieses Heft helfen!

Aus diesem Grund startet Jouletts Abenteuer mit der Frage, was Energie eigentlich ist. Beispiele aus dem Alltag und aus dem kindlichen Erfahrungsschatz geben hierauf begreifbare Antworten und ermöglichen so einen verständlichen Einstieg in das Thema „Energie“. Dieser wird abgerundet von einem Blick in die Vergangenheit: Welche Energiequellen nutzten eigentlich unsere Vorfahren? Die wichtigsten Meilensteine in der Geschichte der Energienutzung werden im Detail vorgestellt und ermöglichen es so, die enorme Vielfalt der heutigen Energieumwandlung und –nutzung besser einordnen zu können.

Der großen Bedeutung der elektrischen Energie wird ebenfalls Rechnung getragen: Auf einer ganzen Doppelseite wird dem Geheimnis dieser „unsichtbaren Macht“ auf den Grund gegangen und erläutert, was

es mit den sich bewegenden Elektronen eigentlich auf sich hat. Eine detaillierte Vorstellung der verschiedenen Kraftwerkstypen in Kombination mit der Darstellung der Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Energieträger (fossile Brennstoffe, Kernbrennstoffe und erneuerbare Energiequellen) zeigt anschließend, dass Strom nicht „einfach aus der Steckdose“ kommt, sondern durch vielfältige Umwandlungsprozesse erzeugt werden muss.

Von besonderer Bedeutung ist der Ausblick am Schluss des Heftes: Hier wird das Problem der zukünftigen Energieversorgung in den Mittelpunkt gerückt. Ein Überblick über die unterschiedlichsten Ansätze aus Wissenschaft und Forschung vermittelt, auf welche Weise unsere Energieversorgung auch in Zukunft gewährleistet werden kann.

Kleine Experimente zum Selbermachen sind in die einzelnen Texte integriert. So können viele Erklärungen aus der Theorie gleich „in die Praxis“ umgesetzt werden.

Ich wünsche Ihnen und Ihren Schülerinnen und Schülern viel Spaß und jede Menge „energiereiche“ Momente bei der Arbeit mit diesem Heft!

*Alke Kissel*

Siegburg, im Frühjahr 2010

Autorin



Dipl.-Journ. (FH)

Alke Kissel

findet es spannend, Bücher zu schreiben, ganz besonders solche für Kinder und zu Themen aus Naturwissenschaft und Technik. Damit erfüllt sie nicht nur Kinderwünsche, sondern trägt auch dazu bei, dass „der Nachwuchs“ klüger wird, denn Lesen bildet seit es Bücher gibt.

alke.kissel@web.de

**Hallo Kinder,**  
 ich bin Joulett und stecke voller Energie!  
 Wir wollen gemeinsam die Energie entdecken. Habt ihr Lust mitzukommen auf eine spannende Zeitreise, die vom Lagerfeuer bis zum Sonnenkraftwerk führt und viele Tausend Jahre umfasst? Dann lest in diesem Heft weiter. Im zweiten Heft treffe ich mich mit den Energiesparfüchsen in einer Schule. Die haben viele Tipps auf Lager, die euch selbst zum Energiesparfuchs werden lassen. Energie erkennt man an ihren Wirkungen. Um solche Wirkungen geht es im dritten Heft, in dem wir mit Windrädern, Flaschenzügen, Murbahnen und vielem mehr experimentieren. Das vierte Heft wendet sich der Nutzung einer unerschöpflichen Energiequelle – unserer Sonne – zu. Acht interessante Versuche zeigen, wie die „Energie der Zukunft“ genutzt werden kann. Wenn euch meine Hefte gefallen haben oder ihr Anregungen und Wünsche habt, so schickt mir doch mal eine E-Mail. Meine Adresse ist [joulett@kontexis.de](mailto:joulett@kontexis.de). Jede Zuschrift wird garantiert beantwortet – darauf habt ihr mein großes energetisches Ehrenwort!



# Energie – was ist das eigentlich?

Ohne Energie würde die Erde aufhören sich zu drehen. Energie ist überall um uns herum und sogar in uns drin. Sie sorgt dafür, dass es auf der Erde hell und warm ist und Pflanzen wachsen. Dank ihr kannst du dich bewegen, denken und dieses Heft lesen. Energie ist für unser Leben also unentbehrlich. Trotzdem kann niemand genau sagen, was Energie eigentlich ist, denn Energie selbst kann man weder sehen noch hören, weder riechen, noch schmecken oder berühren. Wir können lediglich sehen oder spüren, was Energie bewirkt.

## Energie kann in den unterschiedlichsten Formen vorkommen:

- Dank der Lichtenergie der Sonnenstrahlen ist es auf der Erde hell.
- Sonnenstrahlen enthalten auch Wärmeenergie, die du im Sommer sogar direkt auf der Haut spüren kannst.
- Wenn du auf dem Schulhof rennst oder später mit dem Rad nach Hause fährst, so hast du Bewegungsenergie.

1. Die **Sonne** ist unser größter Energielieferant. Mit ihren Strahlen schickt sie täglich eine gewaltige Menge Energie in Form von Wärme und Licht auf die Erde.

2. **Pflanzen** nehmen die Energie der Sonne beim Wachsen auf und speichern sie.

3. Wenn **wir etwas** essen, nehmen wir dabei die in den Lebensmitteln gespeicherte Energie zu uns. Wir brauchen diese Energie, damit unsere Muskeln, unser Gehirn und unser Stoffwechsel arbeiten können. Auch Tiere nehmen beim Fressen auf der Weide die im Gras gespeicherte Sonnenenergie auf.

4. Auf einer **Radtour** wandelt unser **Körper** die **Energie**, die wir über die Nahrung aufgenommen haben, in Bewegungsenergie um.

5. Wenn du ein **Feuer** machst, dann verbrennst du die im Holz gespeicherte Sonnenenergie. Mit der dabei frei werdenden Wärmeenergie kannst du zum Beispiel dein Stockbrot rösten.

6. **Kohle, Erdgas und Erdöl** zählen zu den fossilen Brennstoffen. In ihnen ist jede Menge Energie gespeichert.

7. Im **(Wärme-)Kraftwerk** wird die in den fossilen Brennstoffen gespeicherte Energie in elektrische Energie umgewandelt. Elektrische Energie ist sehr praktisch, weil sie sich ziemlich gut über weite Strecken transportieren lässt.

8. Auch im **Benzin** steckt die Energie der fossilen Brennstoffe, denn Benzin und Dieselkraftstoff werden aus Erdöl hergestellt. Der Motor im Auto wandelt diese Energie schließlich in Bewegungsenergie um.

9. Im **Kernkraftwerk** werden die Atome der sogenannten Kernbrennstoffe gespalten. Dabei wird eine große Menge Wärmeenergie frei, die in elektrische Energie umgewandelt wird.

10. Die **Windkraftanlage** wandelt die Energie des Windes in elektrische Energie um. Der Wind zählt zu den sogenannten erneuerbaren Energiequellen.

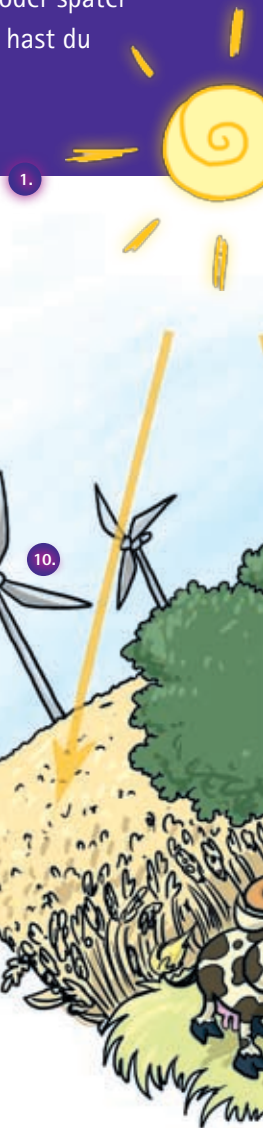
11. Die **Fotovoltaikanlage** auf dem Dach wandelt die Sonnenenergie direkt in elektrische Energie um.

12. Über das Stromnetz wird die in den Kraftwerken erzeugte elektrische Energie über das ganze Land verteilt. Große Entfernungen werden dabei mit den sogenannten **Hochspannungsleitungen** überbrückt. In den Städten verlaufen die Stromleitungen unterirdisch bis zu den einzelnen Häusern. In Dörfern gibt es auch noch viele oberirdische Stromleitungen, die vom Dach aus in die Häuser geführt werden.

13. Über den **Stromanschluss** gelangt die elektrische Energie schließlich ins Haus. Leitungen in den Wänden verteilen sie bis zu den einzelnen Steckdosen.

## Energie und ihre Einheiten

Aber wie kann man etwas messen, das man nicht sehen kann und das noch dazu in so vielen verschiedenen Formen auftritt? Das ist wirklich schwierig.



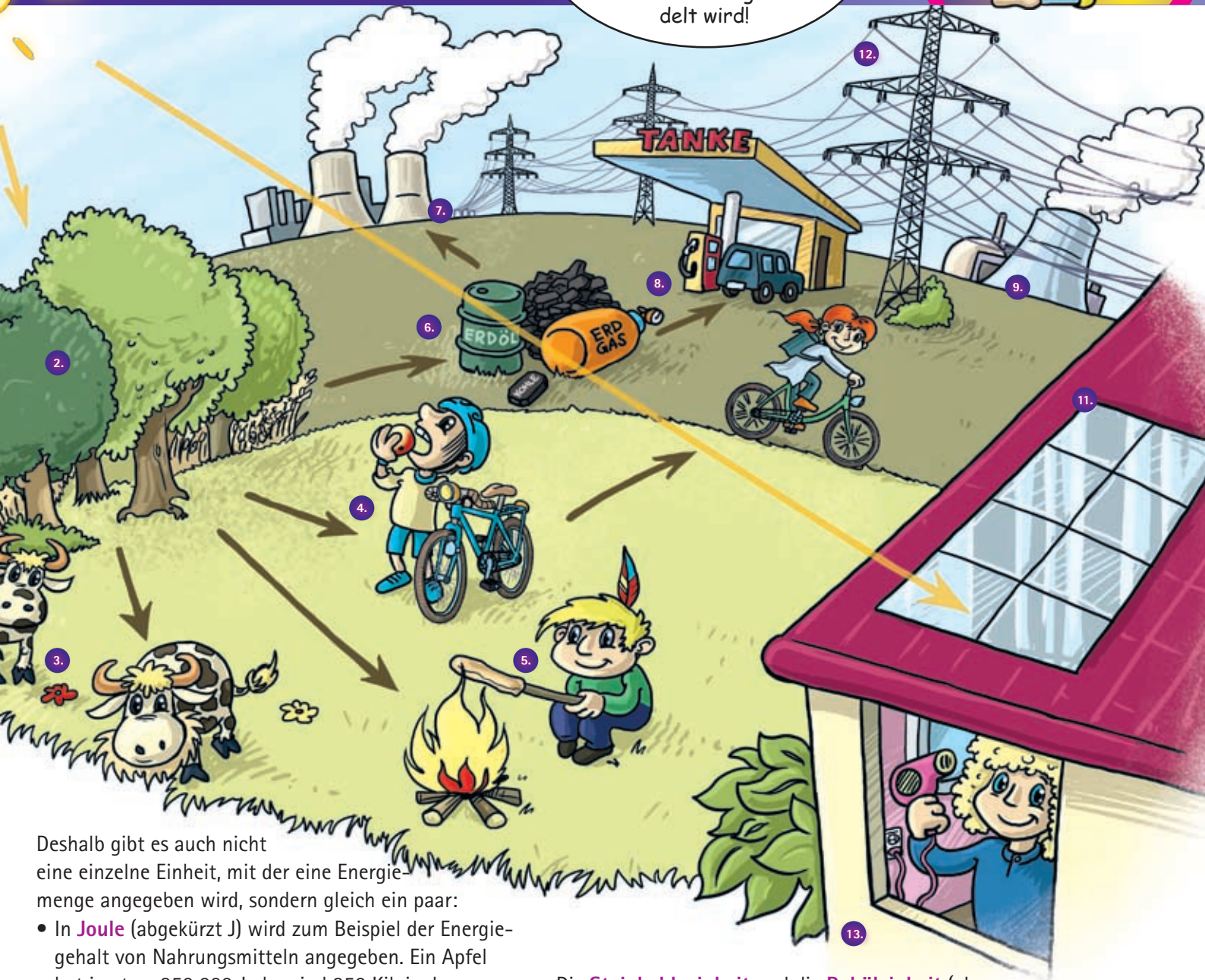
**MERKT EUCH!**

Energie lässt sich nicht herstellen oder verbrauchen, sondern immer nur von einer Energieform in eine andere umwandeln. Die Menschen haben im Laufe der Zeit gelernt, wie sie die unterschiedlichen Formen der Energie am besten nutzen können. Manchmal sind dafür ziemlich viele Umwandlungsprozesse nötig.

Sieh mal, in welchen unterschiedlichen Formen Energie vorkommt und wie sie von einer Energieform in eine andere umgewandelt wird!



- Elektrische Energie in Form von elektrischem Strom ist besonders vielseitig: Sie treibt kleine Geräte wie Staubsauger, Fernseher und Computer genauso an wie riesige Maschinen in Fabriken oder moderne Hochgeschwindigkeitszüge.
- Windenergie wird schon seit langer Zeit genutzt, um zum Beispiel Segelschiffe anzutreiben.



Deshalb gibt es auch nicht eine einzelne Einheit, mit der eine Energiemenge angegeben wird, sondern gleich ein paar:

- In **Joule** (abgekürzt J) wird zum Beispiel der Energiegehalt von Nahrungsmitteln angegeben. Ein Apfel hat in etwa 250 000 J, das sind 250 Kilojoule. Die alte Einheit hierfür ist die Kalorie (cal).
- In **Kilowattstunden** (abgekürzt kWh) wird meist der Strom- oder Gasverbrauch angegeben.

- Die **Steinkohleeinheit** und die **Rohöleinheit** (abgekürzt SKE und RÖE) geben an, wie viel Energie beim Verbrennen von einem Kilogramm Steinkohle beziehungsweise Rohöl frei wird.

## Energienutzung im Laufe der Zeit

Lange Zeit hatten die Menschen nichts anderes als ihre Muskelkraft, um Dinge zu bewegen oder Arbeit zu verrichten. Stell dir vor, wie es wäre, einen Tag so zu leben: keine heiße Dusche am Morgen, weder warmen Kakao noch gekühlte Milch zum Frühstück und den Schulweg musst du zu Fuß zurücklegen. In der Schule heißt es im Dunkeln und Kalten zu sitzen, das Mittagessen gibt es roh und auch auf Fernsehen, Computer und Handy musst du verzichten. Ganz schön unkomfortabel, so ein Leben, oder?

Es hat ganz schön lange gedauert, bis wir Menschen gelernt haben, die verschiedenen Formen der Energie

für uns zu nutzen. Angefangen hat alles vor etwa einer Million Jahren – wann genau, kann heute keiner mehr sagen. In dieser Zeit lernten unsere Vorfahren, Feuer anzuzünden. Sie schlugen Steine aufeinander oder rieben Holzstücke aneinander, bis erste Flammen züngelten. Das Feuer war die erste Energiequelle für den Menschen, die er nach Bedarf „an- und abstellen“ konnte. Es wärmte bei Kälte, spendete Licht im Dunkeln und hielt Raubtiere fern. Auch die Ernährung veränderte sich nun: In den Flammen geröstetes Fleisch und gegarte Pflanzen waren viel bekömmlicher als in rohem Zustand.

Vor einigen tausend Jahren begannen die Menschen dann, Tiere zu zähmen: Rinder und Pferde waren stark und so bestens geeignet, um schwere Lasten zu tragen oder beim Pflügen der Äcker zu helfen.

Dass sich die Energie des Windes nutzen lässt, entdeckten die Menschen wieder einige

Zeit später: Statt selbst zu paddeln, rüsteten sie ihre Schiffe mit großen Segeln aus, die den Wind einfingen und so die Schiffe antrieben. Irgendwann entstanden die ersten Windmühlen – sozusagen die Vorfahren der heutigen Windkraftanlagen.

Sie produzierten aber natürlich noch keinen elektrischen Strom, sondern nutzten den Wind zum Mahlen von Korn: Dafür hatten sie vier oder mehr mit Tuch bespannte Flügel, die vom Wind in Bewegung gesetzt wurden – und mit ihnen die dicke Flügelwelle. Viele hölzerne Zahnräder gaben die Drehbewegung weiter bis zu den schweren Mahlsteinen. Zwischen diesen steinernen Ungetümen wurde das Korn zu Mehl zer-mahlen. Noch heute kannst

du Windmühlen zum Beispiel in Norddeutschland oder in den Niederlanden bestaunen.

Nach einem ganz ähnlichen Prinzip funktionierten die Wassermühlen. Sie waren mit einem großen Wasserrad ausgestattet, das von der Strömung des Flusses in Bewegung gesetzt wurde. Eine Welle übertrug die Drehbewegung des Wasserrades an die Zahnräder, die so die Mahlsteine in Gang setzten. Die Menschen nutzten Wasserräder aber nicht nur zum Mahlen von Korn: Sie dienten ihnen auch als Antrieb für große Holzsägen oder bewegten schwere Hämmer auf und ab, mit denen Eisen bearbeitet wurde. Auch Wassermühlen und Hammerwerke gibt es als technische Denkmale noch einige zu besichtigen.

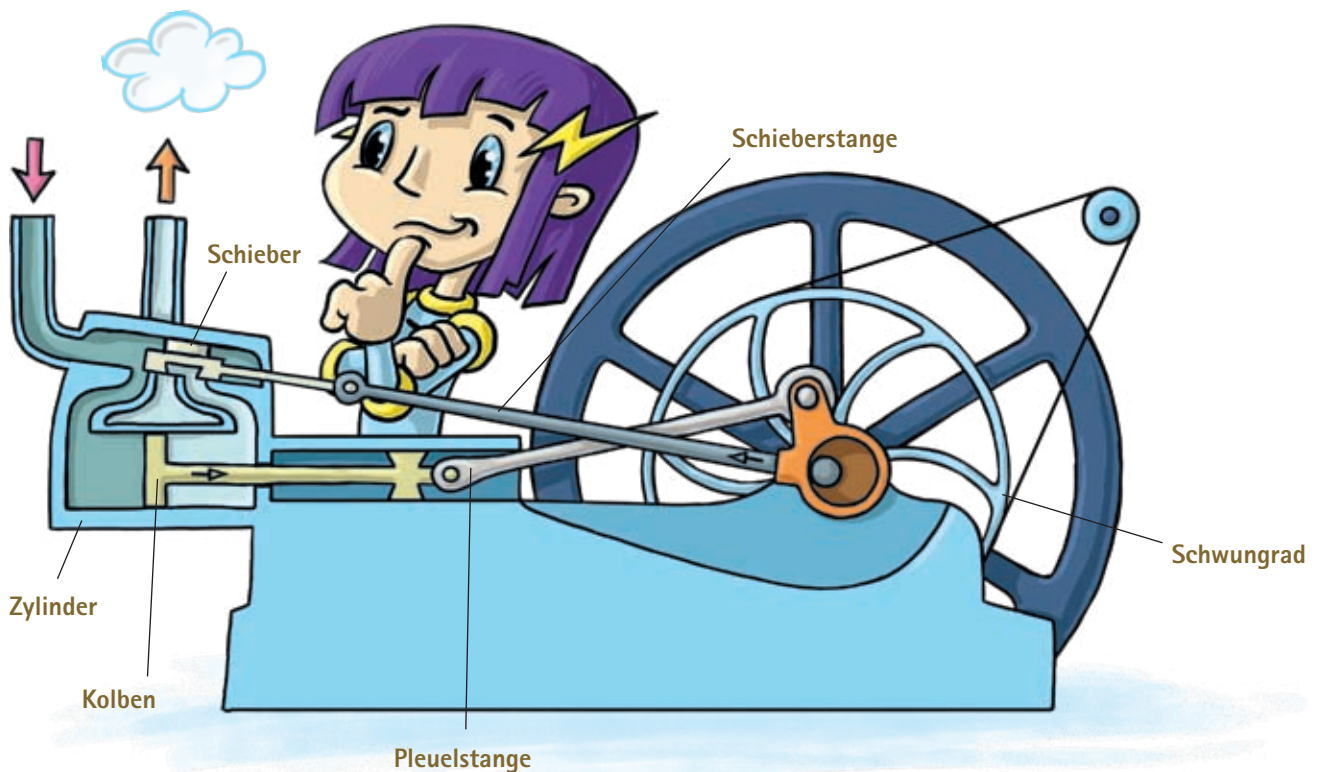


Für eine sehr, sehr lange Zeit war das Feuer außer der Sonne die einzige Energiequelle, die der Mensch nutzte.

## So funktioniert eine Dampfmaschine

Im Laufe der Zeit lernten die Menschen also, wie sie die Energie des Feuers, von Wind und Wasser sowie die Kraft der Tiere für sich nutzen konnten. Vor etwa 300 Jahren kam noch eine weitere Energiequelle hinzu: heißer Dampf! Sicherlich hast du schon einmal beobachtet, wie Wasser in einem geschlossenen Topf zu kochen beginnt, bis der dabei entstehende Dampf schließlich den Deckel nach oben drückt und dieser regelrecht auf dem Topf zu hüpfen scheint – heißer Dampf hat also mächtig viel Kraft! Und die machten sich die Menschen mit der Dampfmaschine zunutze: Eine Dampfmaschine besteht aus einem großen Kessel mit Wasser in seinem Inneren. Ein Feuer sorgt dafür, dass das Wasser zu kochen beginnt und schließlich verdampft. Der Dampf gelangt durch eine

Öffnung in den **Zylinder** und drückt dabei den **Kolben** nach vorne. Der Kolben ist über die sogenannte **Pleuelstange** mit dem **Schwungrad** verbunden: Sobald der Dampf den Kolben im Zylinder nach vorne schiebt, dreht sich das Schwungrad. Der Kolben muss sich im Zylinder natürlich auch wieder zurückbewegen: Deshalb strömt heißer Dampf durch eine zweite Öffnung in die andere Hälfte des Zylinders und drückt dabei den Kolben in seine Ausgangsstellung zurück. Eine Öffnungs- und Schließeinrichtung – sie heißt **Schieber** und ist über eine Stange ebenfalls mit dem Schwungrad verbunden –, sorgt dafür, dass der heiße Dampf immer abwechselnd durch eine der beiden Öffnungen in den Zylinder gelangt. Der Kolben bewegt sich so hin und her und hält das Schwungrad in Gang.



Die Menschen nutzten die Drehbewegung des Schwungrades, um die verschiedensten Geräte und Maschinen anzutreiben – wie zum Beispiel Pumpen oder Maschinen zur Stoffherstellung. So entstanden

die ersten Fabriken; Dampflokomotiven und dampfgetriebene Schiffe vereinfachten das Reisen und den Transport von Waren. Das Zeitalter der Maschinen hatte begonnen!



# Elektrische Energie

Wenn du gut aufgepasst hast, ist dir sicherlich aufgefallen, dass eine wichtige Energieform noch fehlt: die elektrische Energie! Erst im 18. und 19. Jahrhundert begannen kluge Köpfe, sich verstärkt mit den Erscheinungsformen der Elektrizität zu beschäftigen. In unzähligen Versuchen haben sie nach und nach herausgefunden, was es mit der elektrischen Energie auf sich hat. Im Jahr 1882 war es dann soweit: In New York wurde das erste Kraftwerk errichtet, um die umliegenden Häuser mit elektrischem Strom zu versorgen. Zunächst nur für Glühlampen; andere elektrische Geräte für zu Hause gab es – mit Ausnahme der ersten Telefone – damals noch nicht. Das

Fahrbarer Staubsauger  
(Modell von 1910)  
Foto: © Martin Damsz  
www.vorwerk-  
museumprivat.de



sollte sich jedoch sehr bald ändern. So erschienen bereits Anfang des 20. Jahrhunderts die ersten elektrischen Staubsauger auf dem Markt und viele weitere Geräte folgten. Heute ist elektrische Energie aus unserem Leben nicht mehr wegzudenken. All die kleinen und großen Helfer, die unseren Alltag erleichtern, funktionieren mit elektrischem Strom.

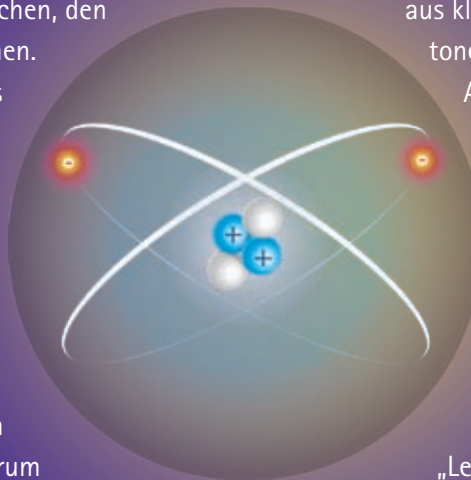
## Aber was genau ist das eigentlich?

Elektrischer Strom besteht aus winzig kleinen, sich bewegenden Teilchen, den sogenannten Elektronen.

Die sind so klein, dass du sie noch nicht einmal unter einem Lichtmikroskop erkennen kannst.

Elektronen sind Bestandteile der sogenannten Atome.

Aus Atomen bestehen alle Dinge um uns herum – egal ob Gras, Steine, die Luft oder wir Menschen.



Elektronen

Neutronen

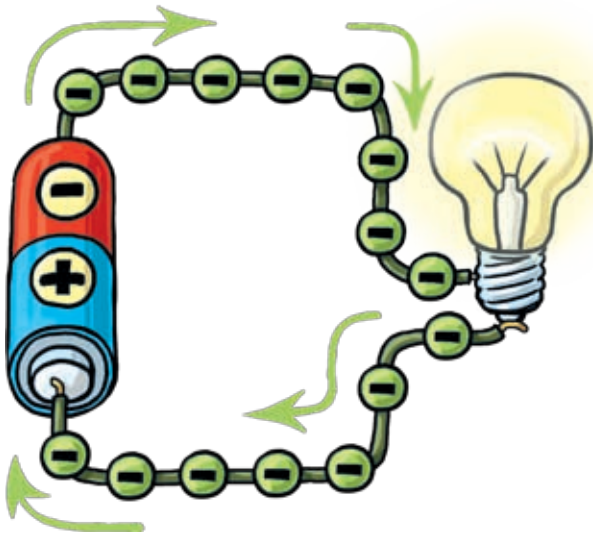
Protonen

Ein Atom setzt sich aus drei verschiedenen Arten von Teilchen zusammen: Der Kern in der Mitte besteht aus kleinen, positiv geladenen Teilchen – den Protonen – und den neutralen Neutronen. Um den Atomkern herum schwirren die negativ geladenen Elektronen – sie umkreisen den Kern ganz ähnlich wie die Planeten die Sonne. In einigen Materialien – wie zum Beispiel in Metallen – können sich Elektronen frei bewegen. Wenn viele Elektronen gemeinsam in eine Richtung strömen, so ist das nichts anderes als elektrischer Strom. Materialien, in denen das besonders gut funktioniert, heißen „Leiter“; Materialien, in denen sich keine Elektronen bewegen, werden Isolatoren genannt. Zu ihnen zählen zum Beispiel Kunststoffe, Gummi und Papier.

Aber wann genau fangen Elektronen an, sich in eine Richtung zu bewegen? Schließlich fließt in einem gewöhnlichen Stück Metall normalerweise kein elektrischer Strom. Damit sich die Elektronen zu bewegen beginnen, ist eine Spannungsquelle nötig. Das kann beispielsweise eine Batterie sein. Auch in der Batterie befinden sich Elektronen – allerdings nicht gleichmäßig verteilt: An ihrem einen Ende, dem Plus-Pol, sitzen nur einige wenige, am anderen Ende, dem Minus-Pol, dafür umso mehr. Es herrscht also ein Ungleichgewicht zwischen den beiden Anschlüssen.

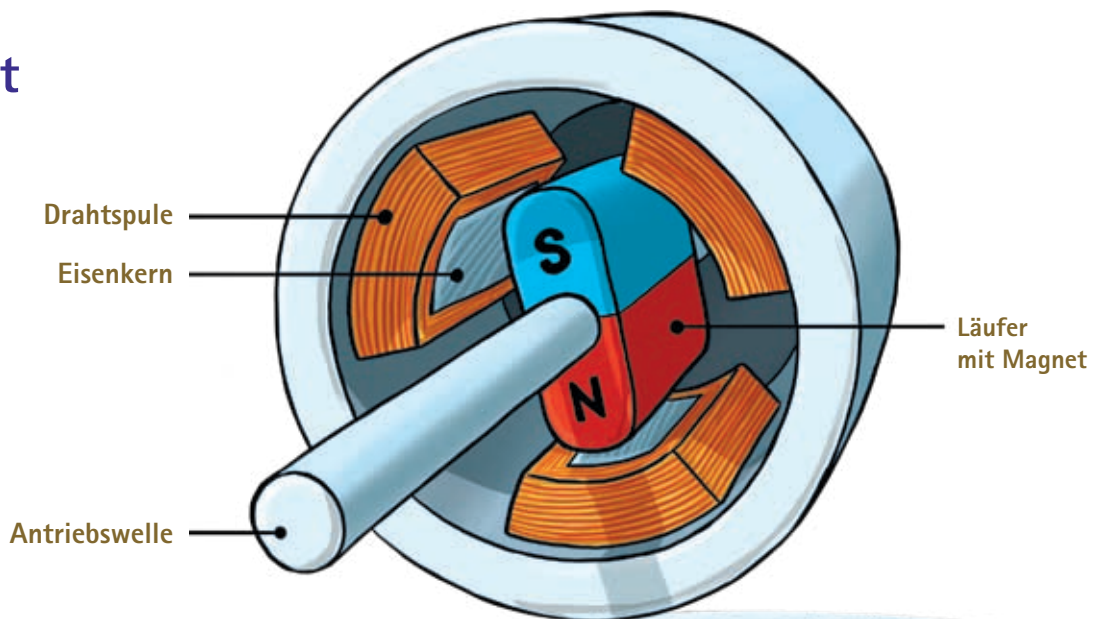
Dieses Ungleichgewicht nennt man „elektrische Spannung“. Werden die beiden Pole der Batterie nun über einen Leiter miteinander verbunden, so rasen die Elektronen vom Minus-Pol durch den Leiter bis hinüber zum Plus-Pol der Batterie. Auf ihrem Weg durch den Leiter bringen sie die an die Batterie angeschlossene Lampe zum Leuchten. Wenn es am Minus-Pol keine Elektronen mehr gibt, fließt auch kein elektrischer Strom mehr; die Batterie ist leer und die Lampe hört auf zu leuchten.





Jetzt haben wir schon mal geklärt, wann elektrischer Strom fließt: Wir brauchen einen Leiter, in dem sich die Elektronen bewegen können, eine Spannungsquelle, die die Elektronen auf Trab bringt, und einen Verbraucher – zum Beispiel eine Glühlampe. Die Spannungsquelle ist in unserem Beispiel eine Batterie. Das ist für kleine Geräte sehr praktisch, aber das ganze Haus kann man so nicht mit Strom versorgen. Der muss woanders herkommen. Und das macht er auch: nämlich aus den verschiedensten Kraftwerken.

## So funktioniert ein Generator



In fast jedem Kraftwerk findest du einen sogenannten Generator. Der Generator ist sozusagen das Herzstück im Kraftwerk, denn in seinem Inneren entsteht der elektrische Strom. Und zwar so: In der Mitte des Generators sitzt der bewegliche **Läufer**. Auf ihm sind starke **Magneten** befestigt. Um den Läufer herum befinden sich ganz viele Spulen aus Kupferdraht. Kupfer ist ein besonders guter Leiter; in ihm können sich Elektronen prima bewegen. Damit sie das machen, müssen sie erst einen Schubs erhalten. Dafür sorgen die beweglichen Magneten im Generator. Wenn du schon einmal einen Magneten in der Hand gehalten hast, dann weißt du ja, dass er auf andere magnetische Gegenstände eine Wirkung ausübt; gleiche Pole zweier Magneten stoßen sich zum Beispiel ab. Auch auf die Elektronen in den **Kupferdrahtspulen** wirken die Magnete. Sobald sich der Läufer mit den Magneten zu drehen beginnt, entsteht in den Kupferdraht-

spulen eine elektrische Spannung. Dadurch geraten die Elektronen in diesen Spulen in Bewegung: Es fließt elektrischer Strom. Dieses Phänomen nennen die Fachleute elektromagnetische Induktion.

Eigentlich ist ein Generator also ein Energiewandler: Er wandelt eine Drehbewegung in elektrischen Strom um. Nach diesem Prinzip funktioniert übrigens auch der Dynamo an deinem Fahrrad.

Und jetzt zeige ich dir, wo der Generator überall zum Einsatz kommt und wie die verschiedenen Kraftwerke Strom produzieren.



Das hier ist ein Stück Kohle - genauer: ein Stück Steinkohle! Sieht eigentlich ganz schön unscheinbar aus. Aber dieses etwa ein Kilo schwere Stück enthält rund 30 000 Kilojoule Energie - genug, damit eine herkömmliche Glühlampe ungefähr 150 Stunden leuchten kann.

## Fossile Brennstoffe

Foto: © [cheesy42](http://www.flickr.com/photos/cheesy42/)  
www.flickr.com

Steinkohle zählt genauso wie Braunkohle, Erdöl und Erdgas zu den sogenannten fossilen Brennstoffen. Diese Materialien haben sich über einen sehr langen Zeitraum gebildet – und zwar aus den Überresten von Pflanzen und Tieren, die vor vielen Millionen Jahren auf der Erde gelebt haben. Damals war die Erde zu großen Teilen von Sumpfgelände und tropischen Urwäldern überzogen. Wenn Bäume umstürzten, versanken sie im schlammigen Boden und zersetzten sich langsam: erst zu Torf, dann zu Braunkohle und schließlich zu Steinkohle. Dieser Prozess dauert



extrem lange: Bis abgestorbene Pflanzen zu Braunkohle werden, können bis zu 63 Millionen Jahre vergehen; bis sie zu Steinkohle werden sogar bis zu 350 Millionen Jahre! Braunkohle ist meist

nicht unter der Erdoberfläche zu finden: Riesige Schaufelradbagger können sie so relativ leicht aus der Erde „kratzen“. Diese gigantischen Baustellen werden „Tagebau“ genannt, weil sie unter freiem Himmel liegen. Anders ist es bei der Steinkohle, die „unter Tage“ – also unter der Erde – abgebaut wird. Tiefe Schächte und Stollen sind nötig, um die Steinkohle aus der Erde zu holen. Deshalb ist sie auch teurer als Braunkohle.

Fossile Brennstoffe enthalten jede Menge Energie. Sie wird beim Verbrennen in Form von Wärme frei. Im Kraftwerk wird diese Wärme in elektrische Energie, also Strom, umgewandelt. Weil bei der Stromerzeugung im Kraftwerk die Wärme eine so zentrale Rolle spielt, wird es Wärmekraftwerk genannt. Fossile

Brennstoffe sind aber nicht nur für die Stromproduktion von großer Bedeutung: Erdgas und Erdöl sorgen als Brennstoff für Heizungen zum Beispiel dafür, dass es bei uns zu Hause immer schön warm ist. Erdöl findest du auch im Straßenverkehr, denn als Basis für Benzin und Diesel treibt es Autos oder Lastwagen an.

Auch bei dir zu Hause begegnest du jeder Menge Dingen, die aus fossilen Brennstoffen hergestellt wurden: zum Beispiel Medikamenten, Kunststoffen oder Farben. Fossile Brennstoffe sind also ganz schön vielseitig – und für uns unverzichtbar. Zwei große Probleme gibt es hierbei aber doch:

**Wir haben nur einen begrenzten Vorrat von ihnen.**



Kommt mit! Ich lade euch zu einem Kraftwerksbesuch ein.

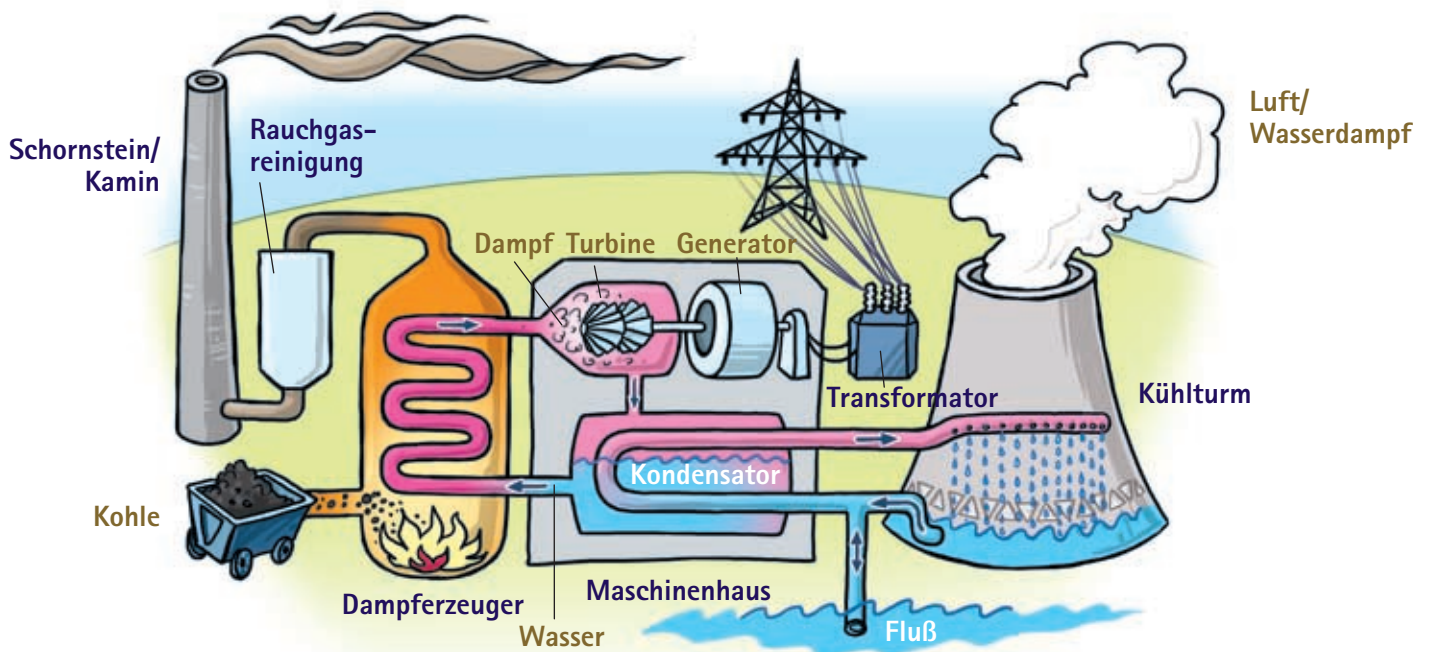
Zuerst sehen wir uns den **Dampferzeuger** an. In seinem Innern entsteht eine gewaltige Menge Dampf. Das Herzstück ist der riesige Ofen. Hier wird die Kohle verbrannt. Weil Kohlenstaub noch besser brennt als große Kohlenstücke, werden diese zuerst zu feinem Staub gemahlen. Ein Luftstrom pustet den

**Das heißt, irgendwann werden alle Vorräte an Kohle, Erdöl und Erdgas erschöpft sein. Außerdem entstehen bei deren Verbrennung das Gas Kohlenstoffdioxid sowie weitere Stoffe, die unsere Umwelt schädigen.**

In Wärmekraftwerken wird der größte Teil des in Deutschland benötigten Stroms produziert. Meist wird in ihnen Braun- oder Steinkohle verbrannt; in einigen wird jedoch auch Erdgas oder Erdöl eingesetzt.

## Im Wärmekraftwerk

Kohlenstaub dann in den Ofen. Bei der Verbrennung wird es über 1200 °C heiß. Diese enorme Hitze bringt das Wasser in den Kesselrohren zum Kochen, bis es schließlich zu Dampf wird. Auch dieser Dampf ist extrem heiß – über 600 °C kann er erreichen. Er hat also jede Menge Wärmeenergie gespeichert.



Und wie wird die zu Strom? Dafür müssen wir weitergehen bis ins **Maschinenhaus**. Hier befindet sich die **Turbine**. Turbinen gibt es in vielen Kraftwerken. Sie wandeln die Energie des heißen Dampfes in Bewegungsenergie um. Eine Turbine ist im Grunde eine riesige Röhre mit einer Art Propeller in ihrem Inneren. Dieser Propeller wird Laufrad genannt und kann einen Durchmesser von rund sieben Metern haben. Es ist mit vielen Schaufeln bestückt. Meist sind mehrere Laufräder hintereinander montiert, um die Kraft des heißen Dampfes optimal ausnutzen zu können. Der Dampferzeuger ist über einen Rohrkreislauf mit der Turbine verbunden. Durch ihn „schießt“ der heiße

Dampf bis zu einer Öffnung an der Oberseite der Turbine. In ihrem Inneren drückt er sich mit gewaltiger Kraft durch die Schaufeln des Laufrades und setzt es so in Bewegung. Immer schneller dreht es sich, bis zu 3000 Mal in der Minute.

Über eine Stange aus Stahl, die sogenannte Welle, ist die Turbine mit einem **Generator** verbunden. Sobald sich das Laufrad bewegt, fängt auch die Welle an sich zu drehen. Diese Drehbewegung überträgt sie auf den Generator: Er wandelt die Bewegung der Welle in elektrische Energie um. Es entsteht Strom! Der gelangt über das Stromnetz schließlich bis zu dir nach Hause.

## Im Kondensator

Der Dampf, der unten aus der Turbine austritt, hat zwar das meiste seiner Wärmeenergie abgegeben, aber er ist immer noch ordentlich warm. Das ändert

sich im sogenannten Kondensator. Wie der funktioniert, kannst du zu Hause in einem kleinen Experiment selbst herausfinden:

### Materialien



### So wird's gemacht.

Erhitze auf dem Herd einen Topf mit Wasser, bis es richtig kocht und Wasserdampf aufsteigt. Halte nun ein Backblech mit vielen Eiswürfeln in etwa 15 Zentimetern Abstand über den Topf. Du wirst sehen, dass sich der aufsteigende Dampf an der Unterseite des Backblechs in feine Wassertropfen verwandelt – man sagt, er kondensiert. Die Kälte der Eiswürfel hat also den heißen Dampf so weit abgekühlt, dass er wieder zu Wasser wird.

Nach diesem Prinzip arbeitet auch der **Kondensator** im Wärmekraftwerk: Der heiße Dampf aus der Turbine gelangt durch den Rohrkreislauf bis in den Kondensator. Hier streicht er an einem zweiten Rohrsystem entlang. Durch diesen sogenannten Kühlwasserkreislauf fließt sehr kaltes Wasser. Das stammt z. B. aus nahegelegenen Flüssen, Seen oder sogar dem Meer, wenn das Kraftwerk in der Nähe der Küste steht. Genauso wie in deinem Versuch der Wasserdampf am Backblech kondensiert, verwandelt sich im Kraftwerk der Dampf an den Kühlwasserrohren in Wasser. Über das Rohrsystem fließt es zurück bis in den Dampferzeuger, wo es erneut erhitzt wird. Der Kreislauf beginnt von vorne.

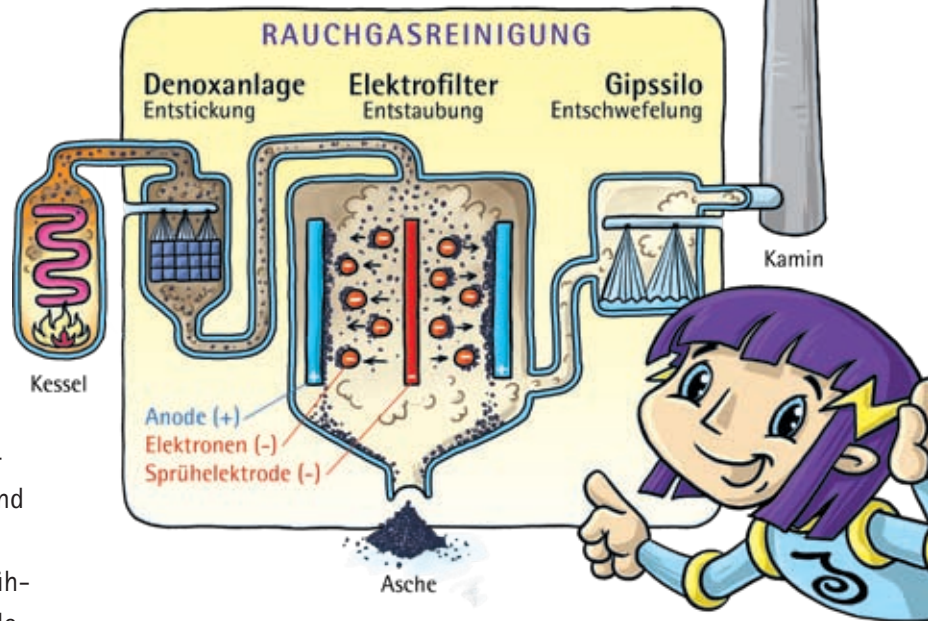
Und das Wasser im Kühlwasserkreislauf? Das ist nun natürlich richtig warm geworden und muss ebenfalls abgekühlt werden. Das passiert im Kühlturm. Diesen Riesen kannst du schon aus der Ferne sehen. Über 100 Meter kann er in den Himmel ragen. Hier wird das Wasser zunächst nach oben gepumpt und dann ganz fein zerstäubt – „verrieselt“ nennt man das. Wenn das Wasser nun in Tröpfchen nach unten fällt, kühlt es sich dabei rasch ab. Ein Teil des verrieselten Wassers verdunstet und steigt als Wasserdampf nach oben. Vielleicht hast du ja schon einmal gesehen, wie dieser als dicke, weiße Wasserdampfwolke oben aus einem Kühlturm quillt.

## In der Rauchgasreinigung

Beim Verbrennen der Kohle entsteht Rauch mit vielen gefährlichen Stoffen. Die sollen natürlich nicht in unsere Umwelt gelangen. Deshalb strömen die Abgase zunächst in die sogenannte **Rauchgasreinigung**. Die besteht aus mehreren Stufen. Diese sind so aufgebaut, dass jede einzelne einem bestimmten Schadstoff zu Leibe rückt: Eine davon ist der Elektrofilter. Er befreit die Abgase, denen bereits vorher schädliche Stickstoffverbindungen entzogen worden sind, von Staub- und Rußpartikeln. Und das funktioniert so: In der Mitte des Elektrofilters befindet sich die sogenannte Sprühelektrode. Sie sendet Elektronen, also negativ geladene Teilchen, aus, an denen die Staubpartikel aus den Abgasen haften bleiben.

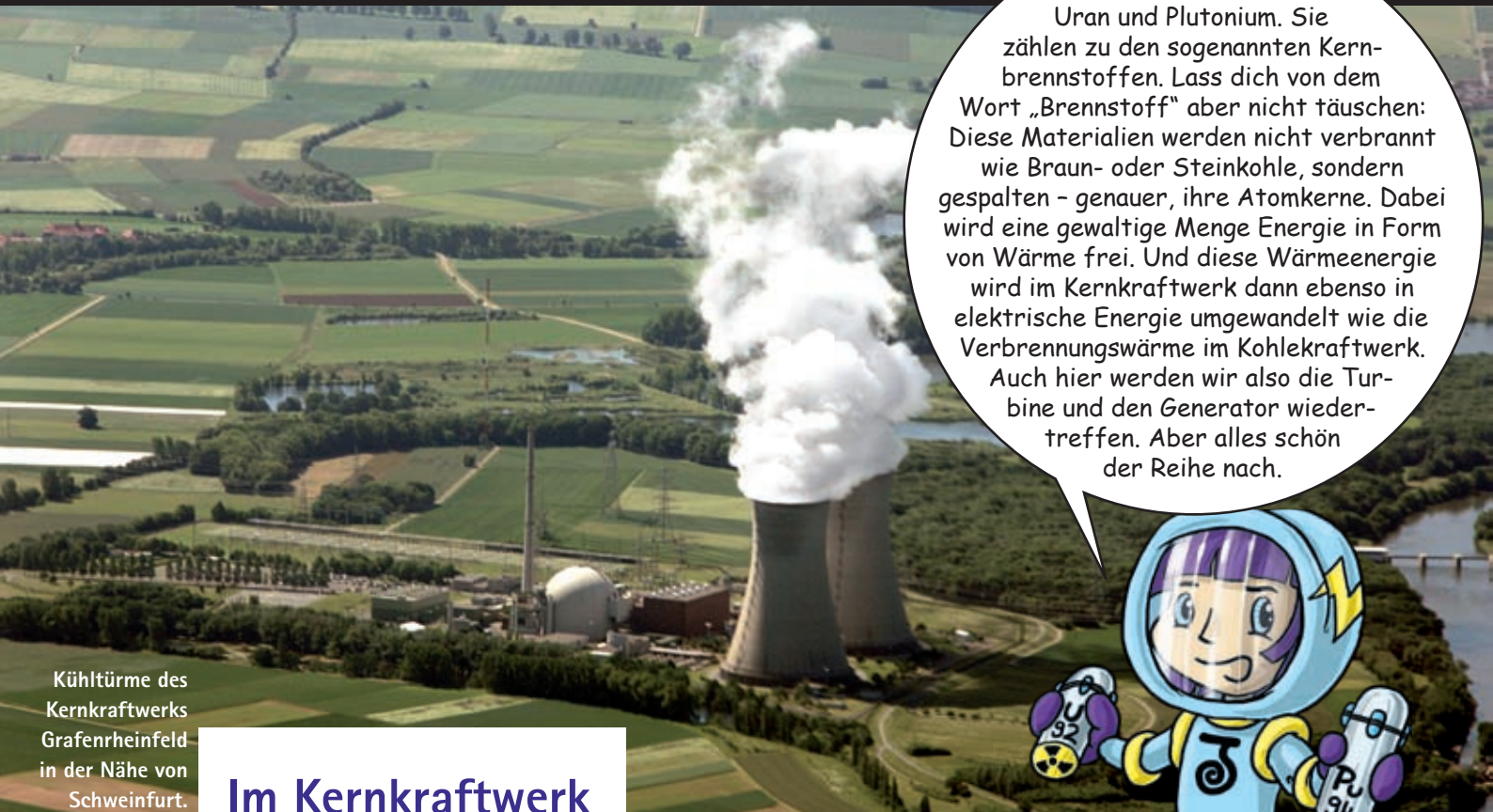
Die positiv geladenen Anoden an den beiden Randseiten des Filters ziehen die negativen Teilchen an – und mit ihnen auch die Staubteilchen. Sie bleiben an den Anoden hängen. Diese werden regelmäßig abgeklopft und die Staubteilchen purzeln in den Ascheabzug! Die Abgase gelangen auf ihrem weiteren Weg zur Entschwefelung, bei der als nützliches „Nebenprodukt“ Gips entsteht, der in einem Gipssilo gesammelt wird. Erst danach entweichen die Abgase durch den sehr hohen Schornstein nach draußen.

Heute wird in Wärmekraftwerken streng darauf geachtet, dass so wenige Schadstoffe wie möglich in unsere Umwelt gelangen. Leider gibt es aber noch kein Verfahren, mit dem auch der letzte Rest der gefährlichen Stoffe aus den Abgasen entfernt werden kann. Vor allem das Gas Kohlenstoffdioxid, kurz  $\text{CO}_2$  (sprich: C – O – 2), macht unserer Umwelt schwer



zu schaffen. Es lagert sich in der Atmosphäre ab und macht sie so mehr und mehr undurchlässig – d. h., dass sich die Wärmeenergie, die die Sonne Tag für Tag in Richtung Erde schickt, unter der undurchlässigen Hülle der Atmosphäre staut wie hinter den Scheiben eines Treibhauses. Von diesem sogenannten **Treibhauseffekt** hast du bestimmt schon einmal gehört. Und der hat schlimme Folgen: Je wärmer es auf der Erde wird, umso schneller schmilzt das Eis der Gletscher und an den Polen; irgendwann wird es wohl ganz verschwunden sein – und mit ihm der Lebensraum vieler Tiere und Menschen. Durch das entstandene Schmelzwasser wird der Meeresspiegel ansteigen und so viele flache, küstennahe Regionen überfluten. Da es für einige Jahrzehnte noch Kohlekraftwerke geben wird, arbeiten Wissenschaftler und Ingenieure derzeit an einem Verfahren, das eine gefahrlose unterirdische Speicherung des Kohlenstoffdioxids ermöglichen soll. Damit wird der Verschärfung des Treibhauseffektes entgegengewirkt. Mehr dazu kannst du auf Seite 22 lesen.





Das hier sind die Metalle Uran und Plutonium. Sie zählen zu den sogenannten Kernbrennstoffen. Lass dich von dem Wort „Brennstoff“ aber nicht täuschen: Diese Materialien werden nicht verbrannt wie Braun- oder Steinkohle, sondern gespalten – genauer, ihre Atomkerne. Dabei wird eine gewaltige Menge Energie in Form von Wärme frei. Und diese Wärmeenergie wird im Kernkraftwerk dann ebenso in elektrische Energie umgewandelt wie die Verbrennungswärme im Kohlekraftwerk. Auch hier werden wir also die Turbine und den Generator wieder-treffen. Aber alles schön der Reihe nach.



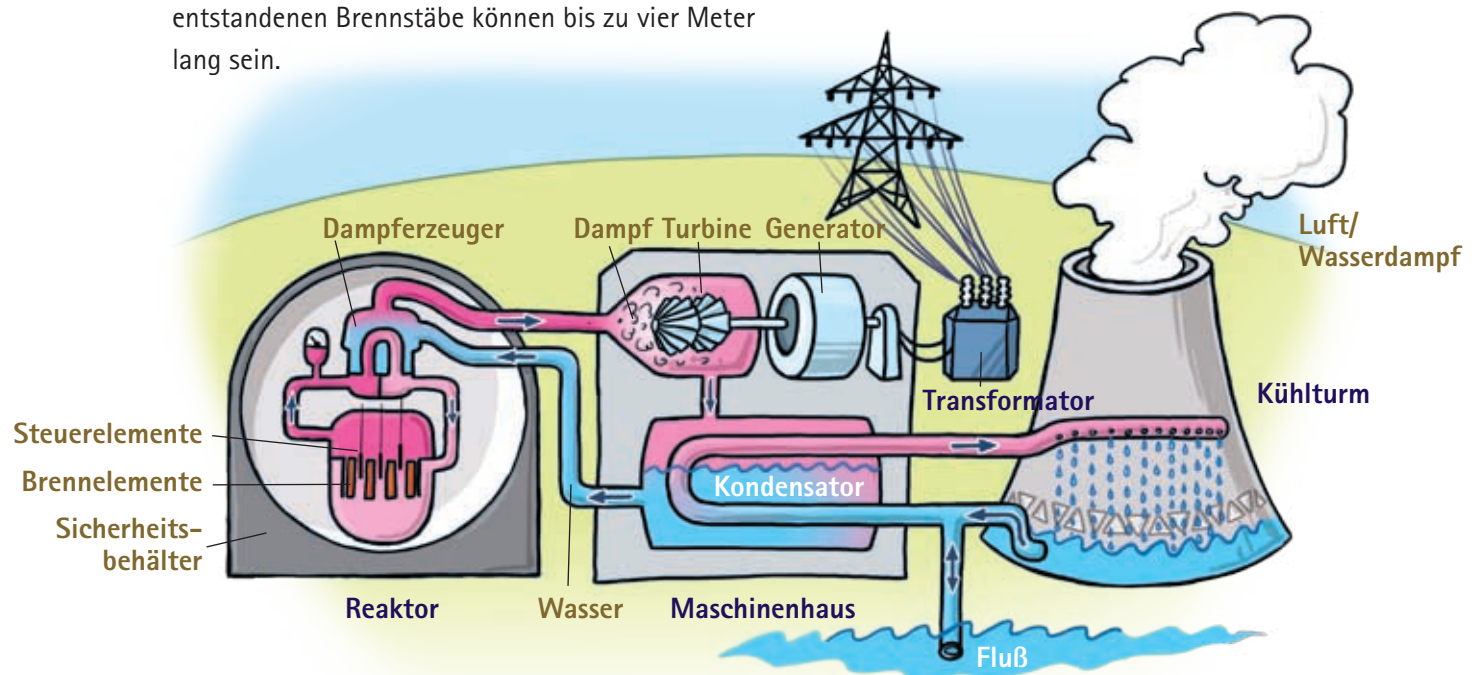
Kühltürme des Kernkraftwerks Grafenrheinfeld in der Nähe von Schweinfurt.

Foto: © pilot\_Micha www.flickr.com

## Im Kernkraftwerk

In deutschen Kernkraftwerken wird meist Uran eingesetzt. Um in etwa genauso viel Strom produzieren zu können wie mit unserem 1-Kilogramm-Stück Steinkohle benötigen wir nur etwa ein Salzkorn großes Stückchen Uran. Du siehst, es ist im Vergleich zur Kohle eine viel, viel kleinere Menge Kernbrennstoff nötig. Als erstes wird der Kernbrennstoff angereichert. Das ist ein spezielles Verfahren, durch das er später bei der Spaltung besonders viel Wärme freisetzt. Anschließend wird das angereicherte Uran zu Tabletten gepresst und in stabile Metallröhren gefüllt. Die so entstandenen Brennstäbe können bis zu vier Meter lang sein.

Der Reaktor ist der Einsatzort der Brennstäbe. Diese große Halbkugel kannst du schon von Weitem gut erkennen. In ihrem Inneren findet die Kernspaltung statt. Weil dabei gefährliche Strahlung, die sogenannte radioaktive Strahlung, entsteht, die unter gar keinen Umständen ins Freie gelangen darf, besitzt der Reaktor eine stabile Ummantelung aus meterdickem Beton.



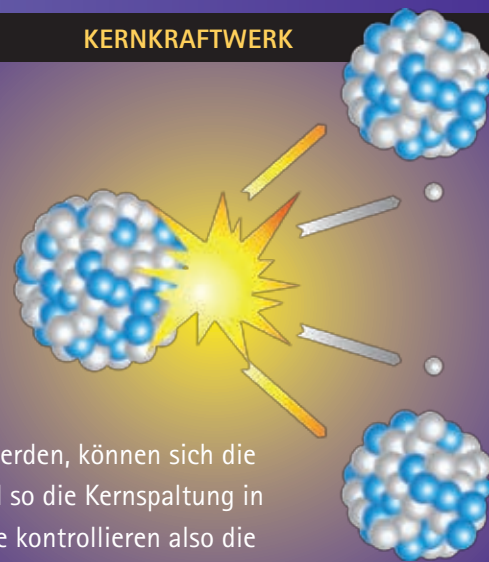
## Die Kernspaltung

Schauen wir mal, was im Reaktor genau passiert: Die Brennstäbe liegen natürlich nicht einfach so herum. Sie sind zu Bündeln zusammengeschnürt sicher im sogenannten Reaktordruckbehälter untergebracht. Der Reaktordruckbehälter ist an einen mit Wasser gefüllten Rohrkreislauf angeschlossen. Nun wird die Kernspaltung in Gang gesetzt: Die Uran-Atome in den Brennstäben werden mit langsamen Neutronen beschossen. Sobald ein Neutron den Kern eines Uran-Atoms trifft, zerfällt dieser in Sekundenbruchteilen in zwei Hälften: Der Kern ist gespalten. Dabei wird eine gewaltige Menge an Wärmeenergie frei – und weitere Neutronen, die mit hohem Tempo durch die Gegend flitzen. Sie treffen dabei auf andere Urankerne und wieder kommt es zur Spaltung. Ganz schnell werden so immer mehr und mehr Kerne gespalten, deren Bruchstücke wiederum neue Kerne spalten: Eine Kettenreaktion ist entstanden.

Die sogenannten Steuerstäbe sorgen dafür, dass sich die Kettenreaktion nicht unkontrolliert ausbreitet. Sie bestehen aus einem besonderen Material, das die umherfliegenden Neutronen regelrecht aufsaugt. Sobald die Steuerstäbe vollständig zwischen die Brennstäbe geschoben werden, fangen die Steuerstäbe alle umherstreichenden Neutronen ein – die Kettenreaktion

kommt zum Stillstand.

Wenn die Steuerstäbe jedoch zwischen den Brennelementen herausgezogen werden, können sich die Neutronen frei bewegen und so die Kernspaltung in Gang setzen. Die Steuerstäbe kontrollieren also die Kettenreaktion und damit auch die Stromproduktion im Kernkraftwerk. Bei jedem einzelnen Spaltvorgang der Kettenreaktion wird eine gewaltige Menge an Wärmeenergie frei. So werden die Brennelemente richtig heiß. Und mit ihnen das Wasser, das sie im Reaktordruckbehälter umgibt. Bis zu 300 °Celsius kann es erreichen. Kräftige Pumpen drücken es immer wieder an den Brennelementen entlang. So ist es der gefährlichen radioaktiven Strahlung voll ausgesetzt und soll daher mit möglichst wenig anderen Dingen im Kraftwerk in Berührung kommen. Aus diesem Grund überträgt es die Wärme an einen zweiten Wasserkreislauf. So verdampft das Wasser im zweiten Kreislauf. Was dann geschieht, wird dir sehr bekannt vorkommen: Der Wasserdampf schießt durch das Rohrsystem bis zur Turbine. Diese ist wiederum mit einem Generator gekoppelt, der die Drehbewegung der Turbine in elektrischen Strom umwandelt.



Kernkraftwerke haben einige Vorteile gegenüber anderen Arten der Stromerzeugung: Anders als in Kohlekraftwerken entstehen bei der Stromproduktion in Kernkraftwerken weder Abgase noch das klimaschädliche Kohlenstoffdioxid. Außerdem lassen sich so die wertvollen Vorräte an fossilen Energieträgern schonen. Außerdem sind Kernkraftwerke nicht abhängig davon, ob die Sonne scheint oder der Wind weht. Also eigentlich eine feine Sache. Doch die Stromproduktion in Kernkraftwerken birgt auch Gefahren: Haben die Brennstäbe im Kernkraftwerk ausgedient, werden sie zu radioaktivem Abfall, der noch einige 100 000 Jahre schädliche Strahlung absondert. Wohin also mit dem gefährlichen Müll? Gelagert wird er zum Beispiel tief unter der Erde in Salzstöcken, doch niemand kann genau sagen, welche Risiken der radioaktive Abfall dort auf lange Sicht mit sich bringt.



Eine Statue auf dem Kraftwerksgelände (links) und der Sarkophag des zerstörten Blocks 4 (rechts)

Foto: ©  
Urheber: [Mond](http://Mond)  
[www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

Die Menschen haben außerdem Angst vor einem möglichen Störfall, wie er sich 1986 im ukrainischen Kernkraftwerk Tschernobyl ereignet hat: Eine Explosion zerstörte damals große Teile des Kraftwerks; dabei wurde jede Menge radioaktive Strahlung frei, die unzählige Menschen krankgemacht hat. Viele sind gestorben. Deutsche Kernkraftwerke gelten zwar als sicher, dennoch kann man einen Störfall niemals völlig ausschließen.

Und schon bin ich beim nächsten Kraftwerk! Sieht idyllisch aus, so ganz ohne klobige Gebäude, gigantische Kühltürme und riesige Abgasschote – nichts als Wasser, soweit das Auge reicht. Und wo steckt dann die ganze Energie, aus der der elektrische Strom gemacht wird? Ganz einfach: direkt hinter mir. In dem riesigen Wasservorrat des Stausees ist jede Menge Energie gespeichert. Deshalb wird ein solches Kraftwerk auch Speicherkraftwerk genannt.



Foto: ©  
Hinnerk  
www.flickr.com

## Im Wasserkraftwerk

Die Wasserkraft zählt zu den sogenannten erneuerbaren Energien – genauso wie die Wind- und die Sonnenenergie. Anders als die fossilen Energieträger können wir sie nie aufbrauchen. Wenn wir sie zur Stromproduktion nutzen, geht das ohne Abgase und den Ausstoß von Kohlenstoffdioxid – erneuerbare Energien schaden der Umwelt also nicht so wie der Einsatz von fossilen Brennstoffen. Sie senden auch

keine gefährlichen Strahlen aus oder werden nach ihrem Einsatz zu radioaktivem Abfall wie die Kernbrennstoffe. Ihr Nachteil: Die erneuerbaren Energien stehen uns leider nicht rund um die Uhr in gleich bleibender Intensität zur Verfügung. Das ist ein großes Problem, schließlich benötigen wir Strom auch an windstillen Tagen oder nachts, wenn die Sonne nicht scheint.

## Das Speicherwasserkraftwerk

Wie das genau mit der Wasserkraft funktioniert, schauen wir uns jetzt einmal an: In der hohen Stau-mauer befindet sich ein Loch, durch das Wasser mit großer Kraft nach außen strömt. Ein Gitter vor der

Öffnung hält Fremdkörper wie etwa Äste, Blätter oder Steine zurück. Vom Loch geht es für das Wasser durch ein langes Rohr nach unten. Dort am Fuß der Stau-mauer steht das eigentliche Kraftwerksgebäude. In seinem Inneren befindet sich das Herz des Kraftwerks: die Turbine. Im Wasserkraftwerk wird eine ganz besondere Turbinenart eingesetzt, die nicht durch Dampf, sondern durch Wasser in Gang gesetzt wird. Die Turbine hat die Form eines riesigen Schneckenhauses. Und das nicht ohne Grund: Strömt das Wasser aus dem Rohr durch die Schneckenhaus-Windungen der Turbine, gewinnt es noch einmal ordentlich Schwung. Die äußeren Leitschaufeln lenken den Wasserstrom gezielt auf die Schaufeln des Laufrades. Trifft er dann mit gewaltiger Kraft auf die Schaufeln, setzt er so die ganze Turbine in Gang. Die Turbine



Foto: ©  
sama sama - massa  
www.flickr.com



gibt die Bewegung über die stählerne Welle an den Generator weiter. Der sitzt eine Etage höher im Generatorraum. Der erzeugte Strom wird anschließend ins Stromnetz geleitet. Dieses Prinzip kennst du ja bereits von den anderen Kraftwerken. Für das Wasser geht es von der Turbine zum Auslassrohr und von dort nach

draußen in den Fluss. Anders als Kohle- und Kernkraftwerke arbeitet das Speicherkraftwerk nicht rund um die Uhr, sondern wohl dosiert genau dann, wenn besonders viel Strom gebraucht wird – wie zum Beispiel morgens zur Frühstückszeit oder abends, wenn viele den Fernseher einschalten.



## Das Laufwasserkraftwerk

Aber es gibt noch einige andere Arten von Kraftwerken, die mithilfe von Wasser Strom produzieren. Die sogenannten Laufwasserkraftwerke funktionieren im Grunde genauso wie die alten Wassermühlen: Sie sind ganz nah am Fluss gebaut – viele sogar darüber:

Wie eine Brücke erstrecken sie sich von einem Ufer zum anderen. Auch sie sind mit einer Turbine ausgestattet. Diese wird von der Strömung des Flusses angetrieben.

Foto: ©  
EnergieDienst

## Das Gezeitenkraftwerk

Das Gezeitenkraftwerk nutzt zur Stromproduktion den Wechsel zwischen Ebbe und Flut – also den Gezeiten. Das funktioniert aber nicht an jedem beliebigen Ort an der Küste – dafür ist eine Bucht nötig, die durch eine Staumauer vom Meer abgetrennt wird. In dieser Staumauer befinden sich Öffnungen, in deren Mitte Turbinen sitzen. Bei Flut drückt sich das Wasser von der Meerseite durch die Öffnungen mit den Turbinen und setzt diese dabei in Bewegung. Bei Ebbe funktioniert das Ganze umgekehrt: Das Wasser zieht sich aus der Bucht zurück und strömt durch die Öffnung hinaus aufs Meer – und setzt dabei wiederum die Turbinen in Gang. Auch diese sind

jeweils mit einem Generator gekoppelt, der die Drehbewegung in Strom umwandelt.



Foto: ©  
www.britannica.com

## Die Windkraftanlage

Los, werfen wir einen Blick auf eine Windkraftanlage. Dafür müssen wir zuerst hoch hinauf: Über 100 Meter kann der stabile Turm aus Stahl oder Beton hoch sein – und mit ihm die lange Leiter in seinem Inneren, über die man nach oben in die drehbare Gondel steigen kann. Die Rotorblätter, die an der Gondelvorderseite befestigt sind, befinden sich also ganz schön weit oben. Und das nicht ohne Grund, denn hier oben bläst der Wind viel kräftiger und gleichmäßiger als nah am Erdboden, weil er nicht durch Gebäude, Hügel, Wälder oder andere Hindernisse gebremst wird.

Die Rotorblätter sind an einer stählernen Stange, der Welle, befestigt. Sobald der Wind die Rotorblätter in

Gang setzt, beginnt auch die Welle sich zu drehen. Sie gibt ihre Drehbewegung an den Generator an der Rückseite der Gondel weiter, der sie in elektrischen Strom umwandelt. Egal, aus welcher Richtung der Wind auch bläst, die drehbare Gondel macht es möglich, dass sich die Rotorblätter immer optimal in den Wind richten lassen.

Mittlerweile werden Windkraftanlagen auch auf dem Meer errichtet. Diese Anlagen werden „Offshore-Anlagen“ genannt. Das Wort „offshore“ ist Englisch und bedeutet so viel wie „vor der Küste“ oder „auf dem Meer“. Eine große technische Herausforderung: Die Wartung und Reparatur der Windräder auf dem Meer ist natürlich schwieriger als an Land – vor allem bei stürmischem Seegang. Sie müssen außerdem besonders robust sein, da das salzige Meerwasser Materialien sehr stark angreift und Metalle so schnell zu rosten beginnen. Ihre großen Vorteile: Hier stören sie keine Anwohner, es gibt genügend Platz und die Winde, die über das Meer fegen, haben jede Menge Kraft, die man sich so zunutze machen kann.

Hier pfeift der Wind ja ganz schön kräftig! Da hat die Windkraftanlage natürlich viel zu tun. Damit in etwa genauso viel Strom entsteht wie bei unserem Stück Steinkohle, muss sich der Rotor einer modernen Windkraftanlage ungefähr 12 Sekunden bei mittlerer Windgeschwindigkeit drehen.

Rotorblätter

Generator  
Bremsen  
Getriebe

Turm  
(Aufstieg)

Netz-  
anschluss

## Energie aus der Sonne

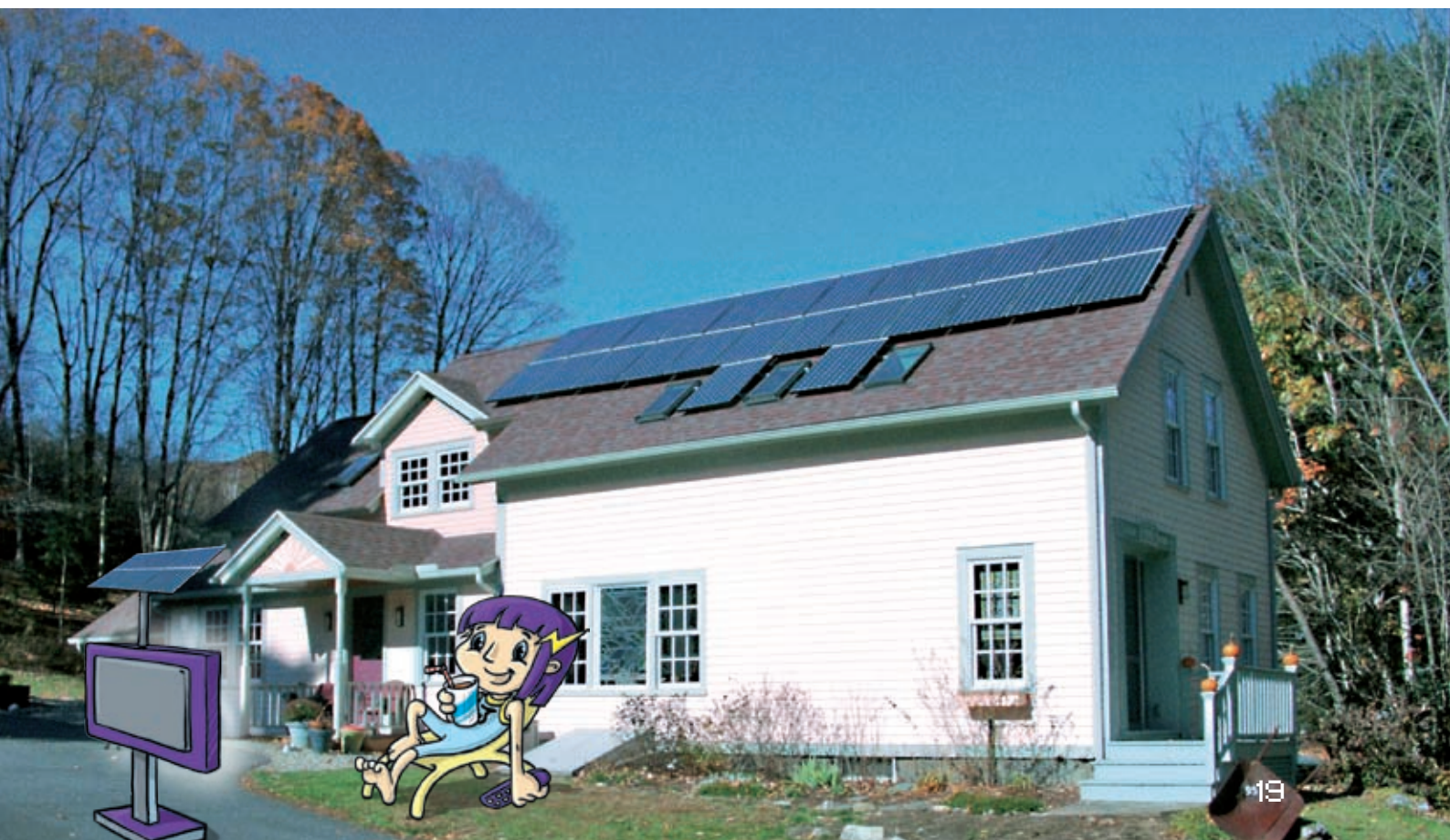
Auch dieser flache blaue Kasten ist ein kleines Kraftwerk: Die sogenannte Fotovoltaikanlage fängt Sonnenenergie ein und wandelt sie ohne Umwege in Strom um. Der Name des kleinen „Sonnen-Kraftwerks“ klingt ziemlich kompliziert, ist aber eigentlich sehr logisch: Er setzt sich zusammen aus dem griechischen Wort „photo“, was so viel wie Licht heißt, und „Volt“, der Einheit für die elektrische Spannung. Unter der blauen, glänzenden Oberfläche der Fotovoltaikanlage verbergen sich die Solarzellen. Sie bestehen aus einem speziellen Material – einem sogenannten Halbleiter. Der hat eine ganz besondere Eigenschaft: Sobald Sonne auf die Oberfläche des Halbleiters fällt, werden in seinem Inneren Elektronen frei und beginnen, sich zu bewegen. Und wie du bereits weißt, fließt dann ein elektrischer Strom. Weil Solarzellen elektrischen Strom „direkt vor Ort“ herstellen, sind sie sehr mobil. Man kann sie genau dort einsetzen, wo der elektrische Strom gebraucht wird: auf einem Parkscheinautomat oder einer Straßenlaterne zum Beispiel. Sie eignen sich auch für den Einsatz an abgelegenen Orten, die nicht ans Stromnetz angeschlossen sind wie zum Beispiel einsame Berghütten.

Nicht verwechseln darfst du die Fotovoltaikanlage mit einem schwarzen Kasten, der ebenfalls auf vielen Hausdächern zu finden ist: dem Sonnenkollektor! Er produziert keinen elektrischen Strom, sondern sorgt dafür, dass im Haus warmes Wasser zum Spülen, Duschen, Baden und für die Heizungsanlage zur Verfügung steht.

Der Trick des Sonnenkollektors liegt in seiner schwarzen Oberfläche, dem sogenannten Absorber. Schwarze Gegenstände heizen sich in der Sonne besonders schnell auf. Unter dem Absorber winden sich kupferne Rohrschlangen, durch die Wasser strömt. Scheint nun die Sonne auf den Sonnenkollektor, erhitzt sich so auch das Wasser in den Rohrschlangen. Eine Pumpe drückt das heiße Wasser dann durch Leitungen bis in den großen Wasserspeicher. Hier gibt es seine Wärme zum Beispiel an dein Badewasser ab, das von Pumpen durch die Wasserleitungen bis ins Badezimmer befördert wird. Jetzt kann dein Badespaß beginnen – dank der Wärmeenergie der Sonnenstrahlen. Ganz schön praktisch, nicht? Im Arbeitsheft Nr. 4 findest du eine Anleitung zum Bau eines Sonnenkollektors. Probiere doch mal aus, ob er wirklich so, wie hier gerade beschrieben, funktioniert!

Foto S: 18: ©  
Vattenfall  
www.flickr.com

Foto S: 19: ©  
kaymoshusband  
www.flickr.com



## Energie der Zukunft

Jetzt hast du schon einen prima Überblick über die verschiedenen Kraftwerke und weißt, woher der elektrische Strom kommt, den wir täglich brauchen. Wie aber wird in der Zukunft unsere Energieversorgung aussehen? Die fossilen Energieträger – also Kohle, Erdöl und Erdgas – werden binnen kurzem oder langem verbraucht sein. Und die Kernenergie bietet keine sichere Alternative – zumal der Vorrat an Uran

auch irgendwann einmal erschöpft sein wird. Eine große Herausforderung für uns alle. Weltweit arbeiten deshalb Unternehmen und Wissenschaftler an neuen Möglichkeiten der Stromerzeugung. Vor allem die erneuerbaren Energien sollen in Zukunft noch besser und vor allem dauerhafter genutzt werden können. Nur mit ihnen ist schließlich eine umweltfreundliche Stromproduktion möglich.

## Das Meeresströmungskraftwerk

Dass das Meer zur Stromerzeugung genutzt werden kann, hast du ja bereits bei der Vorstellung des Gezeitenkraftwerks gesehen. Doch Forscher suchen noch andere Wege, wie die Energie des Meeres in



SeaFlow  
2003, vor England  
gelegen  
mit aus dem Wasser  
gehobenem Rotor  
Foto: ©  
Urheber: Fundy  
www.wikipedia.org

Strom umgewandelt werden kann. Einer davon ist das Meeresströmungskraftwerk: Dafür müssen unter Wasser gigantische Rotoren installiert

werden. Befestigt werden sie jeweils an einem langen Turm, dessen Fuß fest im Meeresboden verankert ist. Der Rotor wird durch die natürliche Strömung des Meeres in Bewegung gesetzt; ein Generator wandelt diese dann in Strom um.

Aber auch die Wellen selbst haben genug Energie, um damit Strom herstellen zu können. Die machen sich verschiedene Arten von Wellenkraftwerken zunutze. Eine davon besteht aus einer Art Kamin mit einer Öffnung unter Wasser. Die Welle schwappt durch diese Öffnung und drückt dabei die Luft im Inneren des Kamins nach oben bis zur Turbine. Die Turbine fängt an sich zu drehen. Wenn sich die Welle aus dem Kamin zurückzieht, saugt sie dabei auch die Luft mit hinaus: Und wieder dreht sich die Turbine!

## Das Sonnenkraftwerk

Eine andere Idee sind gigantische Sonnenkraftwerke. Schließlich schickt die Sonne mit ihren Strahlen täglich jede Menge Energie auf die Erde, die sich prima in großen Sonnenkraftwerken nutzen lassen kann. Die funktionieren nach einem ganz einfachen Prinzip: Riesige, gebogene Spiegel fangen die Sonnenstrahlen ein und bündeln sie in ihrer Mitte. Hier verläuft eine lange Röhre, die mit einem Spezialöl gefüllt ist. Wenn die gebündelten Sonnenstrahlen auf das Öl treffen, machen sie es so heiß, dass mit dieser Hitze Dampf erzeugt werden kann. Und mit dem kann wiederum

eine Turbine in Gang gesetzt werden. Heute gibt es bereits ein paar Sonnenkraftwerke, zum Beispiel in den USA und in Spanien.

Einige Unternehmen planen nun, gigantische Sonnenkraftwerke genau dort zu errichten, wo die Sonne jeden Tag im Jahr scheint: nämlich in der Wüste! Dort ist genügend Platz vorhanden, um jede Menge der riesigen Spiegel zu installieren. Sonnenkraftwerke auf einer Fläche etwa so groß wie Rheinland-Pfalz könnten theoretisch genug Strom produzieren, um damit den Bedarf von ganz Europa zu decken.

Mit einem kleinen Experiment kannst du selbst herausfinden, welch ungeheurer Energiespender die Sonne ist.

**Materialien**

Schüssel



Alufolie



1 Glas Wasser

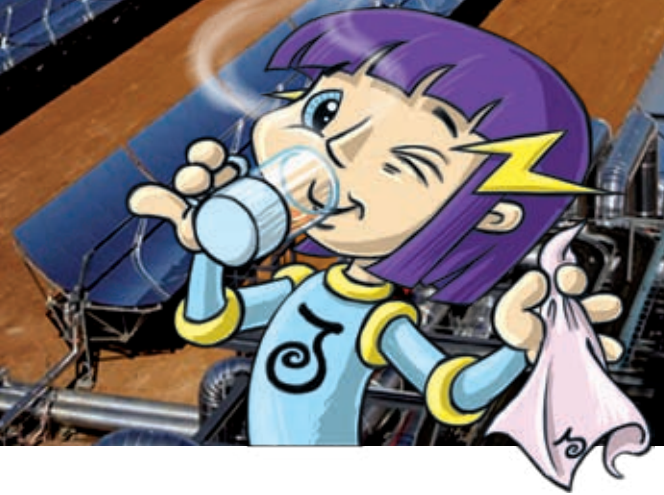


Teebeutel

**So wird's gemacht.**

Besorge dir eine möglichst große Schüssel und kleide sie innen mit Alufolie aus. Platziere sie draußen so, dass die Öffnung zur Sonne zeigt. Stelle nun ein Glas mit kaltem Wasser in die Mitte deiner Sonnenwärmemaschine – so, dass es im Zentrum der Sonnenstrahlen steht. Jetzt heißt es warten: Nach einiger Zeit ist das Wasser richtig heiß, und du kannst einen Teebeutel hineinhängen. Lass dir deinen Sonnentee gut schmecken. Aber Vorsicht: Das Glas kann sehr heiß werden!

Weitere Experimente zu diesem Thema gibt es im Arbeitsheft Nr. 4.



## Das Aufwindkraftwerk

Auch bei den sogenannten Aufwindkraftwerken kann die Sonnenenergie zur Stromerzeugung genutzt werden. Wenn du einen Kamin zu Hause hast, kennst du wahrscheinlich auch den Effekt, den sich diese Kraftwerke zunutze machen: Warme Luft steigt immer nach oben. Das nennt man den sogenannten Kamineffekt. Die warme Luft, die durch das Feuer im Kamin



entsteht, steigt zusammen mit dem Qualm durch den Schornstein hoch. So ist das auch beim Aufwindkraftwerk. Das heißt so,

weil die warme Luft, die nach oben steigt, Aufwind genannt wird. Beim Aufwindkraftwerk gibt es aber kein Feuer, das die Luft erhitzt – das schafft ganz allein die Sonne. Durch sie wird die Luft unter dem riesigen Glasdach des Aufwindkraftwerks heiß. In der Mitte des Daches steht ein gigantischer Turm. Durch diesen „Schornstein“ steigt die heiße Luft nach oben und setzt so die Turbinen im Turm in Gang. Weil dabei ein Luftzug entsteht, strömt immer wieder Luft aus der Umgebung unter das Glasdach. Diese wird ebenfalls erhitzt und steigt durch den Turm nach oben. Die Turbinen im Turm sind also ständig in Aktion. Auch Aufwindkraftwerke ließen sich prima in der Wüste bauen.

Im Arbeitsheft Nr. 3 ist eine Anleitung für den Bau eines Mini-Aufwindkraftwerkes angegeben, das über einem Heizkörper angeordnet besonders gut funktioniert.



Geothermie-  
kraftwerk in Island

Foto: ©

Gretar Ívarsson

www.wikipedia.org

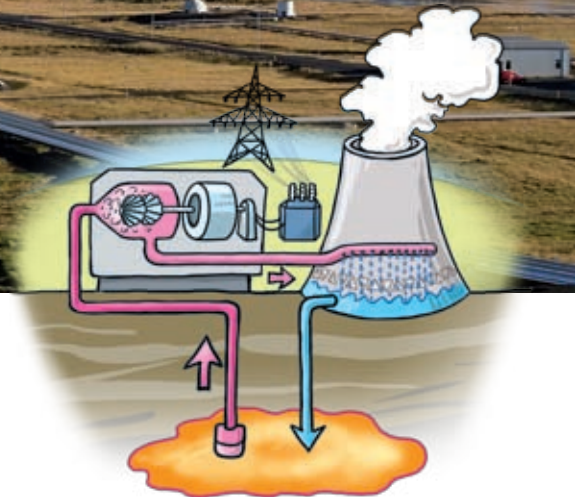
## Das Erdwärmekraftwerk

Die Wissenschaftler richten den Blick bei ihren Überlegungen jedoch nicht nur auf das Meer und die Sonne: Denn auch die Erde selbst ist ein riesiger Energielieferant und eignet sich so ebenfalls zur Stromproduktion. In ihrem Inneren ist die Erde richtig heiß,

je näher man dem Kern der Erde kommt, umso heißer wird es: Durchschnittlich nimmt die Temperatur zum Erdinneren hin um etwa 3 °C pro 100 m Tiefe zu. Und diese Hitze lässt sich nutzen: in Erdwärmekraftwerken. Sie pumpen das Wasser, das sich in dem heißen Gestein tief unten im Erdinneren befindet, nach oben. Mit dem über 100 °C heißen Wasser wird Dampf erzeugt, der schließlich

eine Turbine antreibt – dieses

Prinzip ist dir mittlerweile bestimmt bestens vertraut. Im Erdwärmekraftwerk gibt es für das abgekühlte Wasser keine Verwendung mehr: Es wird durch eine zweite Leitung zurück ins Erdinnere gepumpt. Hier erhitzt es sich erneut. In einigen Gegenden der Erde findet die Wärme aus dem Erdinneren sogar von selbst den Weg nach oben: In Island zum Beispiel sprudelt kochendheißes Wasser direkt aus natürlichen Quellen oder schießt als Fontäne, dem sogenannten Geysir, meterhoch in die Luft. In Island wird die Mehrheit der Häuser mit diesem heißen Wasser geheizt.



## Das Kohlekraftwerk ohne CO<sub>2</sub>

Doch die Wissenschaftler überlegen nicht nur, mit welchen neuen Methoden wir in der Zukunft Strom erzeugen können. Sie arbeiten auch daran, bestehende Verfahren zu verbessern – wie zum Beispiel die Stromerzeugung in Kohlekraftwerken. Um dabei die Schäden für unsere Umwelt so gering wie möglich zu halten, werden Möglichkeiten und Wege erkundet, um den Ausstoß des gefährlichen Kohlenstoffdioxids zu reduzieren. Ein Verfahren, das sich bereits in der

Erprobungsphase befindet, besteht darin, das CO<sub>2</sub> aufzufangen und tief unter der Erde in speziellen Gesteinsschichten zu lagern. Diese Gesteinsschichten müssen Poren haben – ganz ähnlich wie ein Schwamm. In diese Gesteinsporen soll dann das Gas CO<sub>2</sub> mit hohem Druck hineingepresst werden. Eine stabile Deckschicht muss dafür sorgen, dass das CO<sub>2</sub> sicher unter der Erde eingeschlossen bleibt und nicht entweichen kann.

## Die Kernfusion

Toll wäre es natürlich, wenn es eine nie versiegender Energiequelle geben würde, die uns ständig mit gigantischen Mengen Energie versorgen könnte – so wie es die Sonne tut, wenn sie scheint. Forscher arbeiten seit über 50 Jahren daran, diesen Traum mit der sogenannten Kernfusion umzusetzen. Für die Kern-

fusion sind besondere Wasserstoff-Atomkerne nötig. Wenn zwei dieser Kerne miteinander verschmelzen, wird eine gewaltige Menge Energie frei. Abgeschaut haben sich die Wissenschaftler die Kernfusion bei der Sonne: In ihr findet dieser Prozess ständig statt. Die Kernfusion ist eine tolle Sache, denn mit ihrer Hilfe kann Energie ganz ohne gefährliche Strahlung, schädliche Abgase oder den Ausstoß von Kohlenstoffdioxid erzeugt werden.

Die Verschmelzung ist allerdings sehr schwer umzusetzen: Eines der Probleme besteht darin, dass die Kerne auf über 100 Millionen Grad Celsius erhitzt werden müssen – das ist viel heißer als die Sonne. Weil es kein Material auf der Erde gibt, das diesen gigantischen Temperaturen auf Dauer standhalten kann, haben sich die Wissenschaftler etwas anderes ausgedacht: Kraftvolle Magnete sollen die unglaublich heiße Masse, sogenanntes **Plasma**, im Zaum halten. Noch ist es nicht gelungen, mit der Kernfusion über einen längeren Zeitraum Energie zu gewinnen. Das soll sich in Zukunft ändern: Im Süden Frankreichs entsteht deshalb gerade **ITER**, ein riesiges Versuchskraftwerk. In ihm wollen die Wissenschaftler die bisherigen Schwierigkeiten meistern und schließlich mithilfe der Kernfusion dauerhaft Strom erzeugen. An dem Bau sind verschiedene Länder beteiligt – darunter Deutschland, die USA und China. Im Jahr 2018 soll das Versuchskraftwerk fertig sein. Wäre es nicht prima, wenn sich mit ITER der Traum der Forscher von der unerschöpflichen und umweltfreundlichen Energiequelle erfüllen würde?

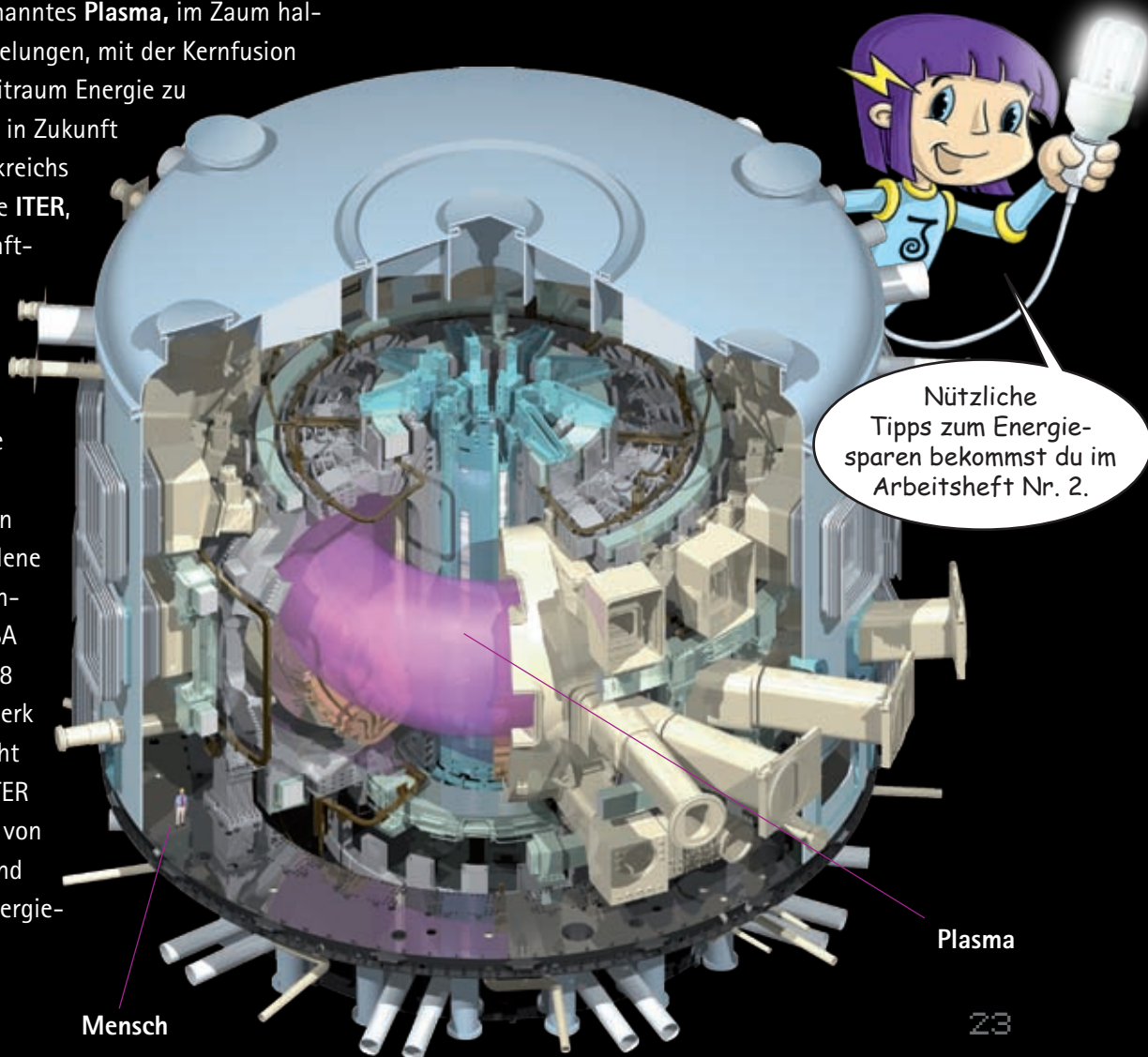
Heute kann natürlich noch niemand genau sagen, wie die Energieversorgung der Zukunft konkret aussehen wird. Eins ist jedoch sicher: Der Anteil der erneuerbaren Energien wird auf jeden Fall zunehmen. Egal, wie die Zukunft der Energie aussehen mag, eines dürfen wir auf keinen Fall vergessen: Energie ist kostbar! Es ist enorm wichtig, dass jeder verantwortungsvoll und vor allem sparsam mit Energie umgeht.



[www.iter.org](http://www.iter.org)

[fusionforenergy.europa.eu](http://fusionforenergy.europa.eu)

Illustration: ©  
ITER Organization



Plasma

Mensch



Alke Kissel und Manfred Rohrbeck

## Energie heute und morgen



Alke Kissel und Manfred Rohrbeck  
**Energie heute und morgen**  
 54 Seiten  
 Coppenrath Verlag Münster  
 Preis: 14,95 €  
 ISBN: 978-3-8157-9402-9

Alke Kissel und Manfred Rohrbeck

## Technik auf dem Bauernhof



Alke Kissel und Manfred Rohrbeck  
**Technik auf dem Bauernhof**  
 48 Seiten  
 Coppenrath Verlag Münster  
 Preis: 14,95 €  
 ISBN: 978-3-8157-8857-8

Das Buch „Energie heute und morgen“ gibt euch verständliche Antworten auf eure Fragen rund um das Thema „Energie“ – von der Energie im Alltag über die Energieumwandlung im Motor bis hin zur Wärmeerzeugung in der Zentralheizung. Hier erfahrt ihr zum Beispiel:

- wie eine Glühlampe für Helligkeit sorgt,
- wie die Römer vor 2000 Jahren ihre Häuser beheizten,
- was ein Komposthaufen und die Biogasanlage gemeinsam haben und
- was genau eine Wärmepumpe eigentlich pumpt.

Kleine Experimente zum Nachmachen zeigen euch, wie statische Elektrizität entsteht, wieso der Sonnenkollektor eine schwarze Oberfläche hat und wie ihr euch euer eigenes kleines Sonnenkraftwerk bauen könnt.

Viel Spaß mit „Energie heute und morgen“!

Wer sich für Technik und große Maschinen interessiert, ist hier genau richtig: Das Buch „Technik auf dem Bauernhof“ stellt euch neben dem Traktor, dem Multitalent auf dem Bauernhof, jede Menge andere spannende Fahrzeuge und Maschinen vor, die auf dem Hof und auf den Feldern im Einsatz sind. Hier erfahrt ihr unter anderem,

- warum es nicht ganz so streng riecht, wenn der Bauer die Gülle mit dem Schleppschauchverteiler aufs Feld bringt,
- welchen Weg abgemähtes Getreide im Inneren des gigantischen Mähdeschers zurücklegt,
- was der Reinigungslader eigentlich reinigt und
- wie der Bauer „Kuhmahlzeiten“ im Futtermischwagen zubereitet.

Dazu gibt es ein großes Poster mit den verschiedenen Landmaschinen. So könnt ihr eure Lieblingsmaschinen gleich an die Zimmerwand heften.

Ja – und ohne Energie bewegt sich auch auf dem Bauernhof nichts – das wird in diesem Buch ebenfalls deutlich!



### IMPRESSUM

Herausgeber: Technische Jugendfreizeit- und Bildungsgesellschaft (tjfbg) gGmbH

Geschäftsführer: Thomas Hänsgen

Geschäftsstelle: Wilhelmstraße 52 • D-10117 Berlin

Fon +49(0)30 97 99 13 - 0

Fax +49(0)30 97 99 13 - 22

www.tjfbg.de, info@tjfbg.de

Redaktion: Sieghard Scheffczyk

Illustrationen: Egge Freygang

Graphik-Layout: Sascha Bauer

Druck: Möller Druck und Verlag GmbH

Auflage: 25 000

Stand: Mai 2010

ISSN 1869-9987