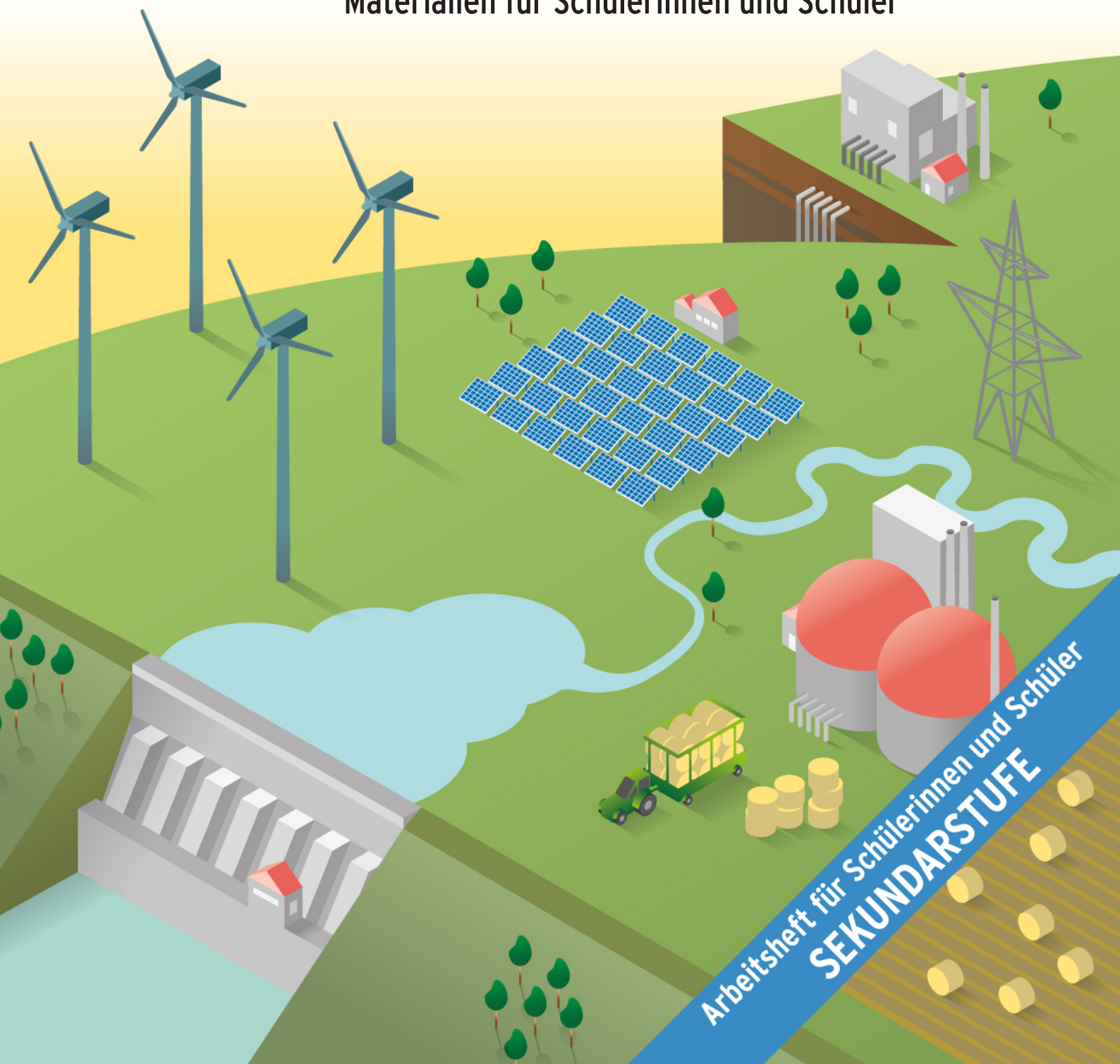




Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit

UMWELTFREUNDLICH ENERGIE ERZEUGEN

Materialien für Schülerinnen und Schüler



Arbeitsheft für Schülerinnen und Schüler
SEKUNDARSTUFE

IMPRESSUM

- Herausgeber:** Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit (*BMUB*)
Referat ZII 5 · 11055 Berlin
E-Mail: ZII5@bmub.bund.de · Internet: www.bmub.bund.de
- Text:** Sebastian Kauer, Tim Schmalfeldt, Anna Fischer
(*Überarbeitung 2013*), Peter Wiedemann/*Zeitbild*,
Sabine Preußer, Annette Jensen (*Auflage 2008*)
- Redaktion:** BMUB Referat ZG II 2 Umweltbildung,
Deutsche Bundesstiftung Umwelt (*Überarbeitung 2013*)
BMU Referat ZG II 3; Frank J. Richter, *Zeitbild Verlag* und
Agentur für Kommunikation GmbH (*Auflage 2008*)
- Fachliche Durchsicht:** BMUB Referat EI 1 Grundsatzangelegenheiten und
ökonomische Fragen der Energiewende
Uta Weiß, ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung
Heidelberg GmbH, Sabine Preußer, Achim Kittelmann,
Dieter Seifried (*Überarbeitung 2013*)
- Wissenschaftliche Beratung:** Prof. Dr. Gerhard de Haan, Freie Universität Berlin,
Fachbereich Erziehungswissenschaft und Psychologie,
Arbeitsbereich Erziehungswissenschaftliche
Zukunftsforschung, Dr.-Ing. Joachim Nitsch, Deutsches
Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (*DLR*), Institut für
Technische Thermodynamik (*Auflage 2008*)
- Gestaltung:** *Zeitbild Verlag* und Agentur
für Kommunikation GmbH, Berlin
- Abbildungen:** Alle Abbildungen von *Zeitbild* soweit nicht anders gekennzeichnet.
- Stand:** Dezember 2013, 3. überarbeitete Auflage

Einleitung	3
1. Kapitel: Warum brauchen wir erneuerbare Energien?	5
1.1 Woher kommt die Energie?	6
1.2 Warum brauchen wir erneuerbare Energien?	7
2. Kapitel: Erneuerbare Energien im Überblick	9
2.1 Welche erneuerbaren Energiequellen gibt es?	10
2.2 Sonnenenergie: Strom aus der Sonne	11
2.3 Sonnenenergie: Wärme aus der Sonne	12
2.4 Windenergie: Der Windkreislauf	13
2.5 Wasserkraft: Der Kreislauf des Wassers	14
2.6 Bioenergie: Energie aus Biomasse	15
2.7 Energie aus dem Erdinneren: Geothermie	16
3. Kapitel: Das Energiesystem der Zukunft	17
3.1 Erneuerbare Energien im Mix	18
3.2 Was muss das Stromnetz leisten?	19
3.3 Unsere Welt	21
3.4 Energieverbrauch	22
3.5 Solarenergie	23
3.6 Windenergie	24
3.7 Wasserkraft	25
3.8 Bioenergie	26
3.9 Geothermie	27
4. Kapitel: Erneuerbare Energien in der Diskussion	29
4.1 Was ist die Energiewende?	30
4.2 Die Energiewende: Gut oder schlecht oder ...?	32
4.3 Wollen wir wirklich sparen?	33
4.4 Lebensstil und Energieverbrauch: Was ist gerecht?	34
4.5 Das Weltspiel	35
4.6 Äthiopien	36
4.7 USA	37
4.8 Deutschland	38
4.9 Indien	39
4.10 Mexiko	40
4.11 Albanien	41
5. Kapitel: Die Energiewende zu Hause	43
5.1 Persönlicher Energieverbrauch und CO ₂ -Bilanz	44
5.2 So viel Strom verbrauch ich doch gar nicht!	45
5.3 Sektoren des Energieverbrauchs	46
5.4 Wie grün ist „grüner“ Strom?	47
5.5 Der Stromspar-Check	49
5.6 Erneuerbare Energien in meinem Alltag	50

6. Kapitel: Erneuerbare Energien in der Praxis	51
6.1 Wer arbeitet mit erneuerbaren Energien?	52
6.2 Sigrid Quisbrok, Solartechnikerin	53
6.3 Swen Knops, Servicetechniker für Windenergieanlagen	54
6.4 Gudrun und Hans-Jürgen Wieczorek, Energielandwirte	55
6.5 Nicolai Parlog, Software-Entwickler für Energiemodelle	56
6.6 Ursula und Michael Sladek, ehemalige Stromrebelln	57
6.7 Stadtteilschule Blankenese: Energie für Nicaragua	58
7. Kapitel: Erneuerbare Energien im Experiment	59
7.1 Sonnenenergie und Wärmestrahlung	60
7.2 Der Solarofen	61
7.3 Strom aus Sonnenlicht	63
7.4 Windkraft: Der optimale Rotor	65
7.5 Das Aufwindkraftwerk	66
7.6 Wasserkraft: Das Wasserrad	68
7.7 Biogas: Brennstoff aus Biomasse	69
7.8 Wärmedämmung	70
8. Kapitel: Daten und Fakten	73
8.1 Wie gefährlich ist der Klimawandel?	74
8.2 Erneuerbare Energien in Deutschland in Zahlen	76
8.3 Internationale Energiedaten	80
8.4 Glossar	82
9. Kapitel: Reflexion	85
Notizen	90

Energie für die Zukunft

Wir alle leben in der Zukunft! In einer geradezu sagenhaften Zukunft, in der die Menschen über unglaubliche Kräfte verfügen und über fortschrittlichste Technologien, deren Funktionsweise kaum erklärbar scheint ... Moment mal, das kommt dir nicht so vor? Dann stelle dir mal den Alltag im Jahr 1850 vor. Das ist eigentlich gar nicht lange her – nur ein paar Generationen. Damals waren Autos noch nicht erfunden. Flugzeuge auch nicht. Mit Elektrizität befassten sich nur ein paar Wissenschaftler (*Wissenschaftlerinnen gab es übrigens auch nicht, jedenfalls nicht an Universitäten*), von Computern und dem Internet ganz zu schweigen. Ja klar, 1850 ist natürlich nicht das finstere Mittelalter. Es gab schon ein paar Dinge, die ahnen ließen, was noch kommen würde. Mit großer Geschwindigkeit wuchs das europäische Eisenbahnnetz. Es gab Fabriken, und auch sie wurden immer mehr. Mit den Industriegebieten wuchsen die Städte zu Großstädten, die zunehmend denen ähnelten, die wir heute kennen.

Vielleicht ist dir schon etwas aufgefallen? Das, was unsere Zukunftswelt von der Welt im Jahre 1850 unterscheidet, hängt vor allem mit Energie zusammen. Energie heißt so viel wie: die Fähigkeit, Arbeit zu verrichten. Sie wird gebraucht, um Autos, Eisenbahnen und Flugzeuge anzutreiben. Elektrische Energie, die in jedem Zimmer wie selbstverständlich aus der Steckdose kommt, ist nötig, um Kühlschränke, Fernseher und Computer zu nutzen. In den Fabriken wird Energie gebraucht, um all diese Geräte und die vielen, vielen anderen Produkte herzustellen, die uns im Alltag umgeben.

Im Jahr 1850 stand den allermeisten Menschen im Alltag nur die Kraft ihrer Muskeln zur Verfügung. Oder die Muskelkraft von Tieren. Unsere Zukunftswelt ist dagegen davon geprägt, dass jederzeit zusätzliche Energie zur Verfügung steht – quasi auf Knopfdruck.

Doch in den vergangenen Jahrzehnten ist klar geworden, dass wir Menschen uns damit ernste Probleme eingehandelt haben. Denn die Energie muss irgendwo herkommen. Bisher wurde sie vor allem erzeugt, indem fossile Energierohstoffe verbrannt wurden: Kohle, Erdöl oder Erdgas. Ein großer Teil stammt zudem aus Kernkraft, der Spaltung von Uranatomen. Mittlerweile wurden so viele fossile Rohstoffe verbrannt, dass ein beträchtlicher Teil schon aufgebraucht ist. Und es wurden dadurch riesige Mengen des Treibhausgases Kohlendioxid (CO_2) freigesetzt. Die Folge: Das Klima auf der Welt verändert sich, und wenn wir weiterhin so viel Kohlendioxid produzieren, dürften die Klimaveränderungen auf der ganzen Welt großen Schaden anrichten. Deshalb sind sich viele Länder einig, dass die Durchschnittstemperatur auf der Erde um höchstens zwei Grad Celsius ansteigen soll. Kernkraft setzt zwar kein CO_2 frei, doch schwere Unfälle wie in Tschernobyl und Fukushima haben gezeigt, dass diese Technologie auf Dauer zu gefährlich ist. Außerdem sind auch die Uranvorräte der Erde begrenzt.

Klingt nach einer ernsten Lage? Ja. Aber es gibt einen Ausweg, und weltweit arbeiten bereits sehr viele Menschen daran, das Problem der Energieversorgung zu lösen. Denn eigentlich steht auf der Erde genügend Energie zur Verfügung. Praktisch unbegrenzt sogar und ungefährlich für das Klima. Die wichtigsten dieser sogenannten erneuerbaren Energien kennen die Menschen schon sehr lange, auch im Jahr 1850 und davor wurden sie schon genutzt. Deutschland hat sich vorgenommen, dass sie bis zum Jahr 2050 vier Fünftel unseres Energiebedarfs decken sollen. Und gleichzeitig soll Energie besser genutzt werden, sodass wir bis 2050 mit der Hälfte der Energie auskommen. Das ist aus heutiger Sicht möglich. Nur wenn das hier und möglichst weltweit gelingt, können wir es schaffen, dass sich das Klima nicht so stark verändert, dass viele Länder gar nicht mehr bewohnbar sind. Allerdings müssen auch noch ein paar knifflige Fragen gelöst werden, um mithilfe der erneuerbaren Energien die Welt der Zukunft zu gestalten.

Wie wird sie wohl aussehen?

Kapitel 1

Warum brauchen wir erneuerbare Energien?

1.1 Woher kommt die Energie?



Abbildung 1
Energie wird für viele Alltags-
tätigkeiten gebraucht.

Das Wort Energie ist dir sicher sehr gut bekannt, denn es wird häufig benutzt. Aber sogar Fachleute tun sich damit schwer, Energie genau zu erklären. Einfacher ist es, ihre Wirkung zu erkennen. Energie ist immer im Spiel, wenn auf der Welt ein Vorgang abläuft. Zum Beispiel, wenn ein Auto fährt, eine Lampe leuchtet, wenn du dein Zimmer heizt oder etwas in der Kühltruhe einfrierst, wenn Pflanzen wachsen ... Das Wort Energie stammt aus dem Griechischen und bedeutet so viel wie „Tatkraft“, „das Treibende“ oder „wirkende Kraft“.

Doch wo kommt diese Energie eigentlich her? Oft legt sie einen langen Weg zurück, auf dem sie verschiedenste Formen annehmen kann. Damit die Menschen Energie dorthin bringen können, wo sie gebraucht wird, benötigen sie sogenannte Energieträger. Zum Beispiel Benzin oder elektrischen Strom. Und die Energieträger, wo kommen die her? Sie werden aus sogenannten Primärenergien erzeugt. Dazu zählen zum Beispiel Kohle oder Sonnenenergie. Aus diesen beiden Primärenergien kann unter anderem elektrische Energie erzeugt werden. Auch Erdöl ist eine Primärenergie. In Raffinerien wird daraus Öl hergestellt.

Energie kann nicht verloren gehen - oder doch?

Ein Grundsatz der Physik lautet: Energie kann nie verbraucht werden, nur umgewandelt. Das klingt gewöhnungsbedürftig, wenn man zum Beispiel an Kohle denkt, denn die ist irgendwann aufgebraucht. Doch stell dir vor, aus der Kohle wird Strom erzeugt, und mit diesem Strom lässt du eine Lampe leuchten – eine von den alten Glühlampen, in deren Inneren ein Draht glüht. Dabei wird elektrische Energie (*Strom*) in Strahlungsenergie (*Licht*) und Wärmeenergie umgewandelt (*die Lampe wird warm*). Strahlungsenergie und Wärmeenergie zusammen entsprechen der Menge der elektrischen Energie, mit der die Glühlampe zum Leuchten gebracht wird.

Auf die Wärme könntest du in diesem Fall verzichten – doch es geht nicht anders. Bei der Umwandlung von Energie gibt es immer Verluste. Das heißt, es entstehen Formen von Energie, die eigentlich nicht gebraucht werden. Wie viel unbenutzte Energie das ist, kann sich je nach Technologie unterscheiden. Bei einer LED-Lampe zum Beispiel gibt es weniger Wärmeverluste als bei der Glühlampe. Den Weg der Energie kann man als Fluss darstellen wie in Abbildung 2.



Abbildung 2
Energiefluss von der Primär-
energie zum Endverbraucher
am Beispiel einer Lampe

AUFGABEN



- a) Notiere, welche Arten der Energienutzung du kennst – zum Beispiel „ein Auto antreiben“.

b) Benenne verschiedene Energieträger wie zum Beispiel Benzin.

c) Schreibe unterschiedliche Primärenergien wie zum Beispiel Windkraft auf.
2. Ordne die Ergebnisse aus Aufgabe 1 in Form von Flussdiagrammen wie in Abbildung 2 an. Überlege dabei, welche Art von Umwandlungsverlusten es jeweils geben könnte. Zum Beispiel: Bei einer Glühlampe wird ein Teil der elektrischen Energie in Wärme umgewandelt statt in Licht.

1.2 Warum brauchen wir erneuerbare Energien?

Für unser Leben heute und die Bedürfnisse der nächsten Generationen spielt Energie eine zentrale Rolle. Wir brauchen sie nicht nur in Form von elektrischem Strom für Lampen oder Laptops, sondern zum Beispiel auch, um Nahrungsmittel zu erzeugen und um Maschinen zu betreiben. Sehr viel Energie wird auch benötigt, um Menschen und Güter zu transportieren. Und überall dort, wo es nicht das ganze Jahr über angenehm warm ist, macht die Erzeugung von Wärme einen großen Teil des Energiebedarfs aus.

Woraus gewinnen die Menschen Energie?

In der Vergangenheit haben die Menschen Energie zu großen Teilen aus Rohstoffen gewonnen, die endlich sind: aus fossilen Energieträgern wie Kohle, Erdöl und Gas sowie aus dem Brennstoff für Kernkraftwerke, Uran. Fossile Brennstoffe sind in Millionen von Jahren aus Resten von Pflanzen und Tieren entstanden. Sie lagern in verschiedenen Formen in oder unter der Erde. Uran ist in Gesteinen enthalten und wird in Bergwerken gewonnen. In nur wenigen Jahrhunderten wurde ein beträchtlicher Teil der Vorräte an diesen Rohstoffen aufgebraucht.

Gefahr für das Klima

Heute ist klar, dass sich die Menschheit damit ernste Probleme geschaffen hat: Bei der Verbrennung von fossilen Brennstoffen ist so viel CO_2 freigesetzt worden, dass sich das Klima der Erde verändert und die durchschnittliche Temperatur steigt. Das kann gefährliche Folgen haben, zum Beispiel steigt der Meeresspiegel an, sodass manche Gebiete unbewohnbar werden. In manchen Ländern kommt es zu Dürren. Außerdem nehmen weltweit extreme Wetterereignisse wie Stürme und Überschwemmungen zu. Und schwere Unfälle wie in Tschernobyl und Fukushima haben gezeigt, dass auch die Kernenergie eine große Gefahr darstellen kann, obwohl sie keine CO_2 -Emissionen verursacht.

Weltweit gibt es daher Bemühungen, mehr Energie aus erneuerbaren Quellen zu gewinnen – mithilfe von Wind, Wasser, Sonne, Biomasse oder auch Erdwärme. Diese Energiequellen sind nicht nur praktisch unbegrenzt verfügbar. Sie helfen vor allem, das Klima zu schützen, denn durch ihre Nutzung gelangt viel weniger zusätzliches CO_2 in die Erdatmosphäre.



Abbildung 3
Erneuerbare Energien helfen,
das Klima zu schützen

Quelle
[int2k/flickr.com/CC BY 2.0](https://www.flickr.com/photos/int2k/)

AUFGABEN

1. Lege eine vierspaltige Tabelle an und fülle sie mithilfe der Informationen aus dem Text aus.
 - a) Schreibe die Energieträger, die im Text genannt werden, in eine Spalte.
 - b) Beschreibe, woher sie stammen (zum Beispiel „fossile Brennstoffe“).
 - c) Notiere, ob sie endlich sind oder nicht, und begründe jeweils, warum.
 - d) Notiere, welche Auswirkungen ihre Nutzung auf das Klima hat.



Kapitel 2

Erneuerbare

Energien im

Überblick

2.1 Welche erneuerbaren Energiequellen gibt es?

Sicher weißt du, dass zum Beispiel Wind- oder Sonnenenergie als erneuerbare Energien bezeichnet werden, oft auch als regenerative Energien. Aber warum eigentlich „erneuerbar“? Heißt nicht ein Grundsatz der Physik, dass Energie nie verloren geht, sondern nur umgewandelt wird?

Die Erklärung ist, dass auf unserer Erde Energiequellen zur Verfügung stehen, die aus Sicht der Menschen praktisch unbegrenzt sind. Sie lassen sich in für uns nutzbare Formen der Energie wie elektrischen Strom umwandeln, die sogenannten Sekundärenergien. Es gibt viele Formen erneuerbarer Energien, aber alle gehen auf einige wenige Primärenergiequellen zurück: die Strahlungsenergie der Sonne, die Wärme im Inneren der Erde und die Gravitationskraft zwischen Erde und Mond.

Photovoltaikanlagen zur Stromerzeugung und Solaranlagen zur Erzeugung von warmem Wasser nutzen die Sonnenstrahlung direkt. Aber auch Wind- und Wasserkraftanlagen werden durch Sonnenenergie angetrieben: Die Sonne erzeugt durch unterschiedliche Erwärmung der Erdoberfläche Wind, der dann Windenergieanlagen antreibt. Außerdem wird durch die Wärme der Sonne Wasser aus den Ozeanen verdampft, das im Gebirge als Regen niederfällt und auf seinem Weg zurück ins Meer Wasserkraftwerke in Flüssen oder in Stauseen antreibt. Biomasse wie Holz, Mais und Stroh wächst nur, weil die Sonne scheint.

Eine Variante der Wasserkraftnutzung sind Gezeitenkraftwerke. Sie erzeugen in Generatoren elektrischen Strom, nutzen dazu aber Ebbe und Flut, also die Bewegung des Wassers, die von Mond und Sonne verursacht wird. Auch die Geothermie ist keine Sonnenenergie, sondern sie wird aus der Erdwärme tief unter unseren Füßen gespeist.



Abbildung 4
Auf der Erde stehen drei Primärenergiequellen praktisch unbegrenzt zur Verfügung

Quelle
NASA/Public Domain

AUFGABEN

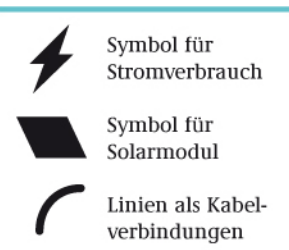


1. Beschreibe, wie und wo sich die Wirkung von Sonne, Erdwärme und Bewegung des Mondes auf der Erde bemerkbar macht. Vielleicht liefert dir das Foto der Erde Ideen.
2. Notiere in einer Tabelle, welche Möglichkeiten du kennst, diese Erscheinungsformen in für uns nutzbare Energien (Sekundärenergien) umzuwandeln. Sammele in einer weiteren Spalte der Tabelle Ideen, wofür Menschen die jeweilige Form der erneuerbaren Energien nutzen.
3. Überlege, ob dir Arten der Nutzung von Energie einfallen, die du keiner erneuerbaren Energie zuordnen kannst, wie zum Beispiel der Antrieb eines Autos. Überlege gemeinsam mit einem Partner oder einer Partnerin, ob es doch eine Lösung mit erneuerbaren Energien geben könnte. Recherchiere gegebenenfalls im Internet.

2.2 Sonnenenergie: Strom aus der Sonne

Sonnenstrahlen erzeugen Wärme – das ist sonnenklar. Aber sie können auch Strom erzeugen! Das funktioniert zum Beispiel mit einer Fozelle, auch Solarzelle genannt: Ein Lichtstrahl trifft auf die Fozelle, und es entsteht Strom. Diese Art der Stromerzeugung heißt Photovoltaik. Bestimmt hast du schon Fozellen an Taschenrechnern, Armbanduhren und Parkautomaten gesehen – oder auch auf Dächern oder freien Flächen.

Die Solarzelle hat einen großen Vorteil: Sie braucht kein direktes Sonnenlicht wie etwa Solarkraftwerke, die das Sonnenlicht mit Spiegeln konzentrieren. Dennoch liefert sie am meisten Strom, wenn die Sonnenstrahlen senkrecht auf ihre Oberfläche treffen und nicht abgeschwächt werden, zum Beispiel durch Wolken. Außerdem braucht man viele Solarzellen, wenn man mehr als einen Taschenrechner damit betreiben will. Nützlich sind dabei auch besonders effiziente Solarzellen. Sie erzeugen besonders viel Strom mit relativ wenig Oberfläche – sind aber auch teurer.



Das Sonnenfängerspiel

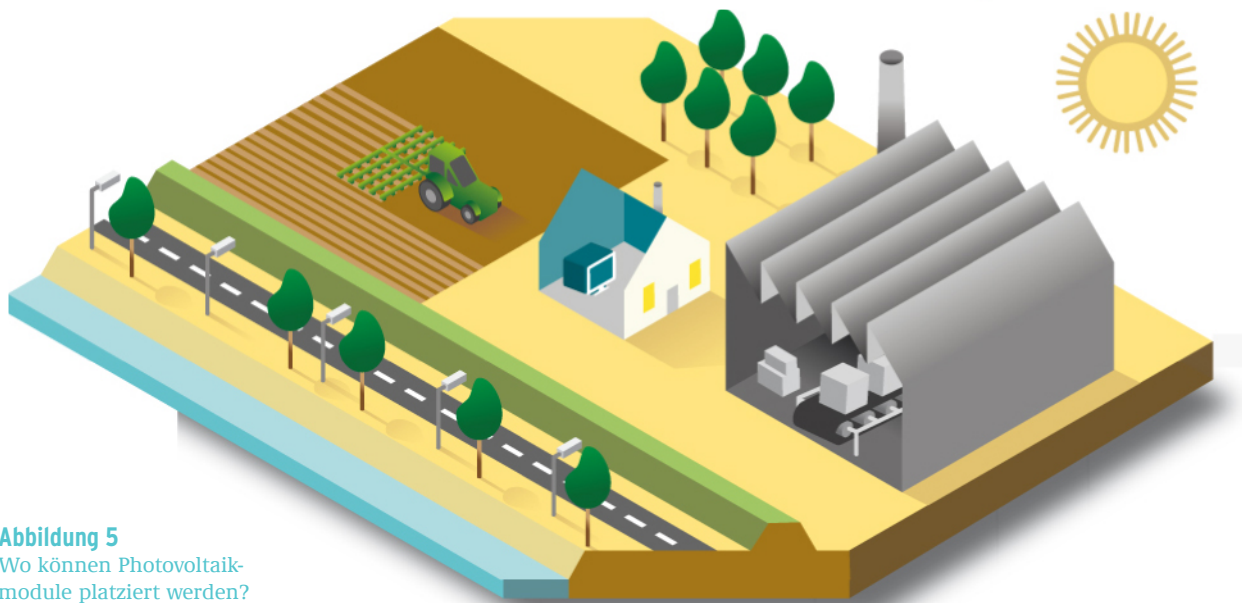


Abbildung 5
Wo können Photovoltaikmodule platziert werden?

AUFGABEN

1. *Vervollständige die Zeichnung:*
 - a) *Suche auf der Zeichnung, wo Elektrizität benötigt wird, und zeichne dort ein Blitzsymbol ⚡ ein. Wo viel Strom verbraucht wird, zeichne zwei Blitze ein.*
 - b) *Suche Flächen, an denen Photovoltaikmodule aufgestellt werden können. Zeichne für jeden Blitz ein Solarmodul ein. Zeichne dafür eine einfache Raute mit circa einem Zentimeter Kantenlänge, etwa so wie das Beispiel am oberen Rand der Zeichnung.*
 - c) *Zeichne mit einfachen Strichen Kabelverbindungen zwischen den Stromverbrauchern und den Solarmodulen.*
2. *Liste auf, wo du Solarmodule platziert hast. Unterstreiche die Orte, die du besonders gut geeignet findest, rot, und jene, die du nicht gut geeignet findest, blau. Erkläre jeweils in Stichworten deine Entscheidungen.*
3. *Betrachte auf der Zeichnung, wie die Kabel zwischen den Solarmodulen und Verbrauchern verlaufen. Erkläre dann, was gegen so eine Art der Stromversorgung sprechen könnte. Überlege, wie ein Stromnetz stattdessen aussehen könnte.*



2.3 Sonnenenergie: Wärme aus der Sonne

Jeder weiß, dass die Sonne ganz schön heiß ist: etwa 5.500 Grad Celsius auf ihrer Oberfläche und in ihrem Inneren sogar um die 15 Millionen Grad. Die Sonne ist zwar viele Millionen Kilometer von uns entfernt, aber wenn die Sonnenstrahlen auf der Erde ankommen, haben sie immer noch eine Menge Energie. Die Stromerzeugung mittels Photovoltaik ist eine Möglichkeit, diese Energie zu nutzen. Doch mithilfe verschiedener Technologien kann man noch mehr aus den Sonnenstrahlen herausholen. Wenn sie auf einen sogenannten Solarkollektor fallen, kann damit Wasser erwärmt werden. Dieses kann im Haushalt oder aber als Trägermedium zum Beispiel zum Heizen von Gebäuden genutzt werden.

Mit bestimmten Techniken kann das Wasser so weit erhitzt werden, dass es verdampft. Der Dampf kann dann Turbinen zur Stromerzeugung antreiben. Anlagen, in denen dies geschieht, werden als solarthermische Kraftwerke bezeichnet. Sie könnten vor allem in Gegenden mit viel Sonne in Zukunft eine wichtige Rolle bei der Energieversorgung spielen.

So wird Sonnenwärme „eingesammelt“

Mit Solarkollektoren kann die Strahlung der Sonne in Wärme umgewandelt werden, um Wasser für den täglichen Bedarf oder für die Heizung zu erwärmen. Im Prinzip funktioniert das wie bei einem Gartenschlauch, der in der Sonne liegt. Die Sonne erwärmt einen Absorber, das ist eine Fläche, die möglichst viel der Strahlungsenergie aufnimmt. Durch den Absorber fließt ein Wärmeträgermedium, meist Wasser. Auf der sonnenabgewandten Seite des Kollektors befindet sich eine Isolierung, die Wärmeverluste vermindern soll. Zur Sonne hin ist der Kollektor mit einer Glasscheibe abgedeckt. Auch sie verringert die Abstrahlungsverluste.

Damit der Kollektor möglichst viel Energie absorbieren kann, werden seine Neigungswinkel und Ausrichtung so gewählt, dass die Sonne möglichst senkrecht auf den Absorber scheint. Das erwärmte Wasser fließt durch gut isolierte Leitungen in einen Speicher. Dort kann es mithilfe einer konventionellen Heizungsanlage weiter erwärmt werden, zum Beispiel im Winter, wenn wegen der tiefer stehenden Sonne und häufigerer Bewölkung geringere Temperaturen erreicht werden. Das erwärmte Wasser wird dann bei Bedarf im Haus genutzt.

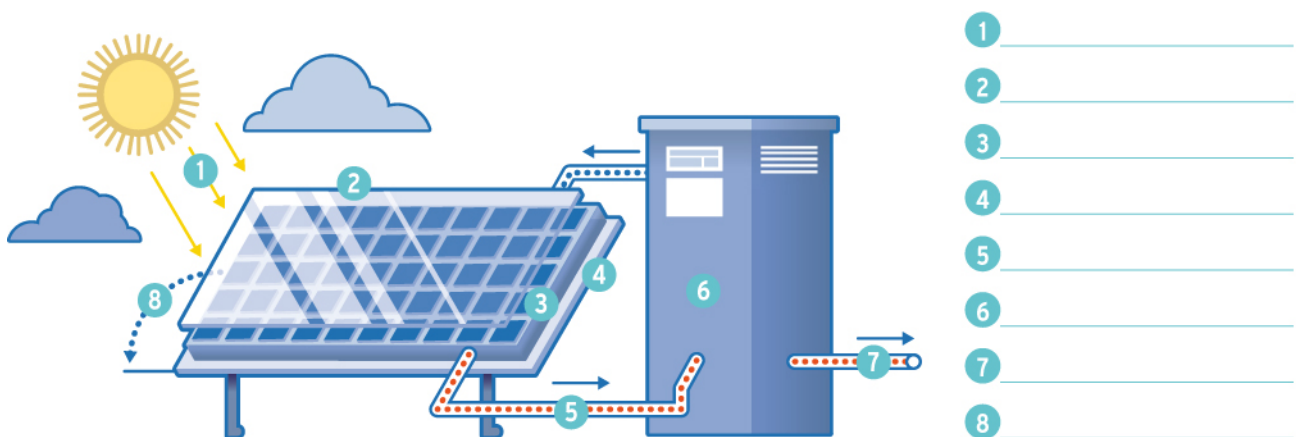


Abbildung 6
Das Funktionsprinzip eines
Solarkollektors

AUFGABEN



1. Beschrifte die Zeichnung anhand der Informationen aus dem Text.
2. Erläutere einer Partnerin oder einem Partner, welche Eigenschaften und Bauteile eines Solarkollektors dazu beitragen, eine möglichst hohe Wassertemperatur zu erreichen.
3. Bewerte diese Nutzung der Sonnenenergie, die Solarthermie. Notiere Vor- und Nachteile.

2.4 Windenergie: Der Windkreislauf

Schon seit Jahrtausenden nutzen die Menschen die Kraft des Windes. Sicher kennt ihr Beispiele dafür. Doch wie entsteht Wind eigentlich? Der Motor ist die Sonne. Je nachdem, welche Landschaft sich auf dem Boden befindet, wird die Luft mehr oder weniger stark von der Sonne erwärmt. Über dem Land erwärmt sie sich zum Beispiel schneller als über dem Meer. Warme Luft steigt nach oben, dadurch gibt es weniger Luft am Boden. Dort sinkt der Luftdruck, es entsteht ein Tiefdruckgebiet. In der Höhe kühlt sich die Luft ab und „fällt“ wieder nach unten. Wo sie sich sammelt, steigt der Luftdruck. Es entsteht ein Hochdruckgebiet. Der Wind entsteht, weil sich Luft vom Hoch- zum Tiefdruckgebiet bewegt. Je größer die Druckunterschiede, desto stärker der Wind.

Wo ist es besonders windig?

Es gibt Orte, die für typische Windverhältnisse bekannt sind. Wer zum Beispiel schon mal am Meer war, weiß, dass es dort fast immer windiger ist als mitten auf dem Land. Auf hoher See bläst der Wind meist noch stärker und gleichmäßiger. Auch auf hohen Gebäuden ist es meist windig, denn dort oben wird die Luft weniger durch Hindernisse aufgehalten. Solches Wissen über den Wind hilft, seine Kraft besser nutzen zu können – zum Beispiel zur Stromerzeugung mithilfe von Windenergieanlagen. Es gibt noch viele Standorte in Deutschland, an denen dafür geeignete Windverhältnisse herrschen, die aber noch nicht genutzt werden.

Wie wird aus Wind Strom?

Windenergieanlagen wandeln die Bewegungsenergie in elektrische Energie um und speisen diese ins Stromnetz ein. Damit ihre Rotoren sich drehen, muss ausreichend Wind wehen. Eine Windenergieanlage lohnt sich also besonders dort, wo stetig genug Wind steht. An Standorten mit besonders günstigen Windverhältnissen wird oft eine größere Zahl von Windenergieanlagen aufgestellt. Dann spricht man von einem Windpark.

Ein Standort für eine Windenergieanlage

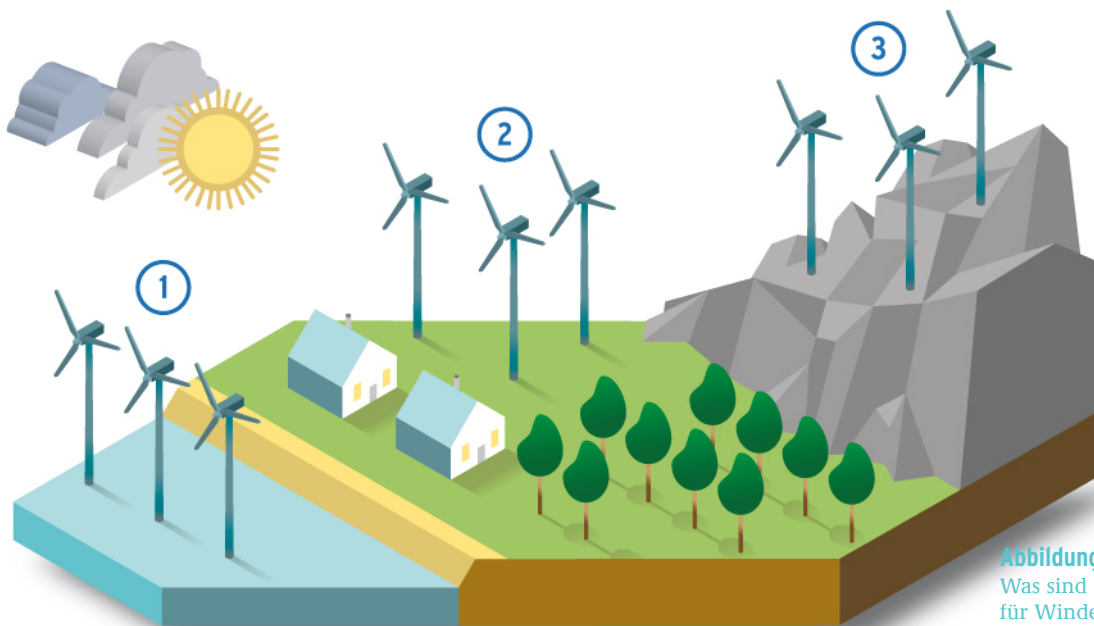


Abbildung 7
Was sind geeignete Standorte
für Windenergieanlagen?

AUFGABEN

1. Markiere mit Pfeilen in der Skizze, in welche Richtung der Wind weht.
2. Bewerte die drei Standorte für Windenergieanlagen. Folgende Stichworte helfen dir dabei: Wind, Baukosten, Umweltschutz. Lege eine Tabelle mit deinen Ergebnissen an.



2.6 Bioenergie: Energie aus Biomasse

Hast du schon einmal daran gedacht, dass ein Lagerfeuer eine Form der Nutzung erneuerbarer Energien sein könnte? Wissenschaftlich ausgedrückt geht es hier um die energetische Nutzung von Biomasse. Man spricht deshalb auch von Bioenergie. Als Biomasse zählen alle pflanzlichen und tierischen Stoffe, auch organische Abfälle. Sozusagen die moderne Form des Lagerfeuers sind Heizungen, in denen kleine Holzhackschnitzel oder Pellets aus Sägespänen eingesetzt werden. Die verbrennen besonders umweltfreundlich. Und man kann heute noch viel mehr mit Biomasse machen, als sie zu verbrennen. In einer Biogasanlage produzieren Bakterien aus Mist, Pflanzen oder Abfällen aus der Biotonne Biogas. Mit dem Biogas kann man Strom erzeugen oder man speist es in das Erdgasnetz ein. Aus Pflanzenöl lässt sich Biodiesel herstellen, auch Bioalkohol kann als Kraftstoff fürs Auto genutzt werden. Und die Forschung tüftelt an immer neuen Anwendungen für Biomasse. Vielleicht kann man in Zukunft Biokraftstoffe aus Stroh, aus Holz oder aus Algen tanken.

Der CO₂-Kreislauf

Aber Moment mal! Wenn man Biomasse verbrennt oder als Sprit im Auto verfährt, wird doch auch Kohlendioxid (CO₂) freigesetzt. Wie kann das besser sein fürs Klima? Das liegt daran, dass es einen CO₂-Kreislauf gibt. Pflanzen brauchen CO₂, um zu wachsen. Das Klimagas wird sozusagen von der Pflanze aus der Luft gezogen und eingeschlossen. Beim Verbrennen wird nur so viel frei, wie die Pflanze vorher aus der Luft entnommen hat. Dieser Kreislauf funktioniert aber nur, wenn die Biomasse wieder nachwächst, so wie Brennholz aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern in Deutschland.

Leider gibt es noch einen Haken: Manche Formen der Biomasse können zu wertvoll sein für die Energiegewinnung. Sie dienen auch als Nahrungsmittel, und die Ernährung der wachsenden Weltbevölkerung sollte immer Vorrang vor der Energieerzeugung haben. Und für manche Biomasse muss viel Aufwand getrieben werden. Mais zum Beispiel muss extra angebaut werden, bevor man ihn ernten und in der Biogasanlage verarbeiten kann. Das kostet Energie und kann die Umwelt belasten. Wenn dies alles berücksichtigt wird, erscheinen manche Formen der Bioenergie nicht mehr ganz so umweltfreundlich.

Bienen können für Beleuchtung sorgen.



Mit Mais kann man heizen.



Abbildung 9
Energie aus Biomasse – was funktioniert wirklich, und was nicht?

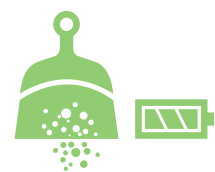
Essensreste und Küchenabfälle kommen ins Kraftwerk.

Wenn man Holz zermahlt, Wasser dazugibt und dann zwei Eisenstäbe hineinsteckt, erhält man Strom.

Zitteraale können Strom für Elektroboote liefern.

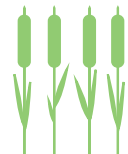


Aus Asche kann man Batterien herstellen.



Manche Autos brauchen Zuckerrohr zum Fahren.

Wenn man Wasser durch Schilfrohre leitet, wird es heiss.



AUFGABEN

1. Lies die Aussagen und überlege, was man mit Biomasse tatsächlich machen kann. Markiere, welche Aussagen richtig und welche falsch sind.
2. Notiere in einer Tabelle, welche Formen von Biomasse genannt werden. Überlege, ob dir noch weitere einfallen. Ergänze jeweils, wie sie entstehen und wofür sie außer für die Energiegewinnung noch genutzt werden können.



2.7 Energie aus dem Erdinneren: Geothermie

Über 5.000 Grad Celsius sollen im Erdkern herrschen – Temperaturen wie auf der Sonnenoberfläche. Je tiefer man in die Erde kommt, desto wärmer wird es. In drei Kilometern Tiefe könnte man schon ein Ei kochen ...

Doch an manchen Stellen kommt die Wärme nah an die Erdoberfläche heran. Die Geysire auf Island sind dafür ein Beispiel. Auch in Deutschland gibt es heiße Quellen. Sie sind nichts anderes als Wasser, das tief im Gestein aufgeheizt wird und an die Erdoberfläche steigt. In sogenannten Thermalbädern wird das genutzt, um immer schön warmes Wasser zu haben. Und zwar ohne Heizkosten und ohne CO₂ freizusetzen. Und bis der Ofen unter unseren Füßen ausgeht, dauert es auch noch etliche Millionen Jahre.

Warum ist es eigentlich so warm in der Erde? Das ist zum einen noch Wärme aus der Entstehungszeit der Erde, also von ganz früher. Zum anderen wird aber auch heute Wärme erzeugt, indem komplizierte Kernreaktionen tief im Innern der Erde stattfinden. Man kann die Erdwärme auch nutzen, ohne dass eine heiße Quelle in der Nähe ist. Man bohrt ein Loch, pumpt Wasser hinein, das sich unten erwärmt, und fördert es wieder nach oben.

Wir bauen ein Geothermiekraftwerk

Mit diesem kleinen Spiel könnt ihr nachvollziehen, was es heißt, die Erdwärme als Energiequelle anzuzapfen. Die Regeln sind ähnlich wie bei „Schiffe versenken“. Ihr könnt es zu zweit oder in zwei Gruppen spielen. Ihr bildet ein Technik- und ein Wissenschaftsteam und führt Bohrungen durch, um die Erdwärme zu nutzen. Ziel ist, möglichst kostengünstig verschiedene Erdwärmequellen anzuzapfen. Beide Teams erhalten schematische Zeichnungen des Untergrunds (*siehe Handreichung für Lehrkräfte, Seite 29/30*). Das Wissenschaftsteam nutzt seine Zeichnung um zu bestimmen, wo und wie tief gebohrt wird. Das Technikteam findet auf seiner Zeichnung alle Informationen, um die Bohrungen auszuwerten.

DIE BENÖTIGTEN ERDWÄRMEQUELLEN:

1. Ein Schwimmbad soll direkt mit Thermalwasser geheizt werden. Dazu müsst ihr Wasser mit einer Temperatur von circa 40 °C bis 50 °C finden.
2. Eine Wohnsiedlung soll mit Erdwärme geheizt werden. Findet dazu eine Gesteinsschicht mit circa 40 °C Temperatur!
3. Ein neues Erdwärmekraftwerk soll künftig sauberen Strom erzeugen. Dazu wird Wasser in eine heiße Gesteinsschicht gepumpt, wo es sich erwärmt und oben dann einen Stromgenerator antreibt. Die Gesteinsschicht sollte dazu circa 150 °C bis 200 °C heiß sein.

DIE REGELN:

- › Ihr habt 50 Millionen Euro zur Verfügung, um die nötigen Erdwärmequellen zu finden! Eine Bohrung kostet für fünfhundert Meter 500.000 Euro.
- › Das Wissenschaftsteam legt fest, wo und wie tief gebohrt werden soll, und nennt dem Technikteam die Koordinaten auf der Karte.
- › Das Technikteam sagt mithilfe der Karte auf dem zweiten Arbeitsblatt, was sich dort befindet und wie die Temperatur ist.
- › Nach jeder Bohrung rechnet ihr aus, wie viel Geld ihr noch zur Verfügung habt.
- › Achtung! Am Vulkan ist es zwar heiß, aber flüssiges Gestein zerstört den Bohrer. Das kostet 2,5 Millionen Euro Strafe.

AUSWERTUNG

1. Diskutiert, was an dem Spiel realistisch sein könnte.
2. Überlegt, was der Aufwand für die Nutzungsmöglichkeiten von Geothermie bedeutet. Beschreibt, wie sie sich von anderen Formen erneuerbarer Energien unterscheidet.

Kapitel 3

Das Energiesystem der Zukunft

3.1 Erneuerbare Energien im Mix



Abbildung 10
Bahnhof in Mannheim

Quelle
InterCityImpress/flickr.com/
CC BY-SA 2.0

Energie wird dort benötigt, wo viele Menschen leben und arbeiten. Der Energiebedarf folgt ganz dem Lebensrhythmus unserer Gesellschaft. Herkömmliche Kraftwerke wie Kohle- oder Gaskraftwerke, aber auch die Biomasse und Speicher haben den Vorteil, dass ihre Leistung gut an diesen Rhythmus angepasst werden kann. Ihre Leistung kann so geregelt werden, dass sie meistens die richtige Menge Energie liefern.

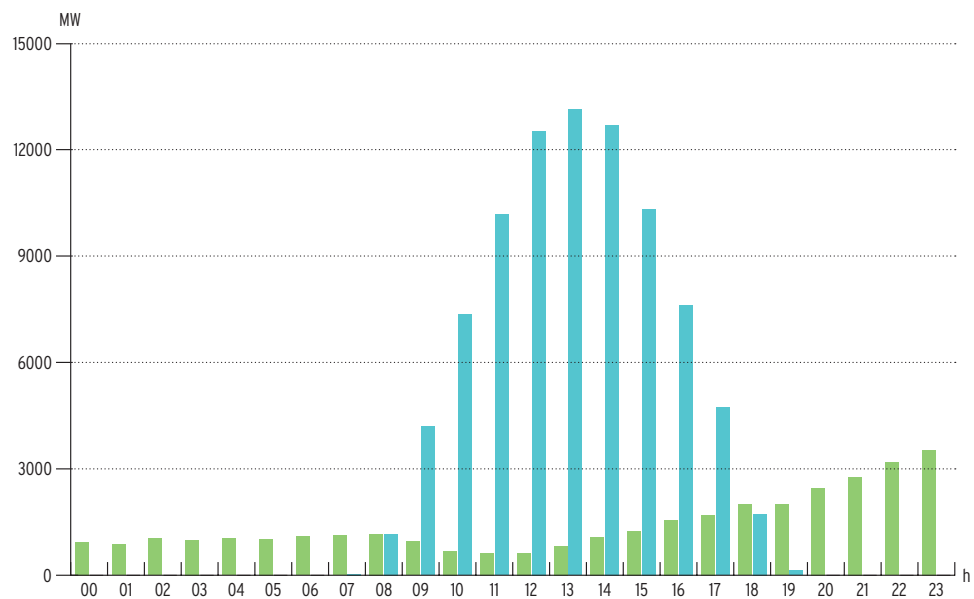
Energiequellen ergänzen sich

Erneuerbare Energiequellen wie Wind und Sonne folgen dagegen natürlichen Gegebenheiten. Doch woher soll der Strom für Fabriken, Haushalte oder Bahnen kommen, wenn mal kein Wind weht? Damit die Versorgung aus erneuerbaren Energien funktioniert, muss einiges anders geregelt werden als früher. Fachleute sprechen davon, dass wir den richtigen „Energimix“ brauchen, also Energie aus mehreren verschiedenen Quellen, die sich ergänzen.

Auch heute decken wir unseren Energiebedarf aus den verschiedensten Quellen. Doch der Anteil von Kohle und Erdöl soll weiter sinken, und auf die Kernkraft wird Deutschland ganz verzichten. Windenergie und Co. übernehmen dann eine wichtigere Rolle im „Mix“.

Abbildung 11
Stromproduktion am
25. September 2013

Quelle
Zeitbild/
Europäische Strombörse EEX



AUFGABEN



1. Betrachte die Abbildung 11. Beschreibe, was dort zu sehen ist. Formuliere eine Erklärung für die gezeigten Werte.
2. Sammle Ideen, wofür in unserer Gesellschaft Energie benötigt wird. Hinweise liefert dir das Foto aus Mannheim (Abbildung 10). Überlege, wofür am meisten Energie benötigt wird, und stelle eine Reihenfolge auf.
3. Überlege anhand deiner Ergebnisse zu Aufgabe 2, wie sich der Gesamtenergiebedarf an einem typischen Werktag im Laufe des Tages entwickelt. Fertige eine Grafik nach dem Vorbild der Abbildung 11. Zeichne die Entwicklung des Energiebedarfs in die Grafik ein.
4. Schreibe auf, welche erneuerbaren Energiequellen du kennst. Notiere jeweils, ob ihre Leistung veränderlich ist oder nicht. Begründe jeweils, warum.
5. Formuliere eine Erklärung für den Begriff „Energimix“.

Strom wird meist nicht dort erzeugt, wo er gebraucht wird. Um Strom zu transportieren, braucht man Leitungen – und für die vielen verschiedenen Verbraucher und Erzeuger braucht man ein ganzes Leitungsnetz.

Das Stromnetz ist technisch kompliziert, denn die Durchleitung von Strom muss sehr genau geregelt werden. Nur ein Beispiel: Haushaltsgeräte funktionieren mit 50 Hertz Wechselstrom. Bei Abweichungen können große Probleme auftauchen, das Netz könnte ausfallen. Es darf auch nicht zu wenig oder zu viel Energie ins Netz eingespeist werden.

Wie kommt der Strom zu den Verbrauchern?

Bisher stammt der Strom überwiegend aus relativ wenigen großen Kraftwerken in der Nähe der Regionen, in denen besonders viel davon gebraucht wird. Um mithilfe von Wind, Sonne und Biomasse genauso viel Strom zu erzeugen, sind viel mehr Anlagen nötig, die im ganzen Land verteilt sind. Gerade große Windenergieanlagen stehen oft dort, wo wenig Strom gebraucht wird. Ein Beispiel sind Windparks an der Küste. Das Netz muss dafür geeignet sein, den Strom aus all diesen Anlagen „einzusammeln“ und zu den Verbrauchern zu bringen. Um den Strom mit möglichst geringen Verlusten über große Strecken von Nord nach Süd zu bringen, sollen sogenannte Stromautobahnen gebaut werden.

Das Netz auszubauen scheint zwar teuer. Insgesamt ist das aber günstiger, als die Stromerzeugung oder den Stromverbrauch noch stärker an die schwankende Erzeugung der Erneuerbaren anzupassen. Auch Stromspeicher sind verglichen damit relativ teuer. Sie werden erst bei einem sehr hohen Anteil von erneuerbaren Energien an der Stromversorgung gebraucht. Außerdem soll das Stromnetz für den Stromhandel zwischen den Mitgliedsländern der EU ausgebaut werden. Denn wie in vielen anderen Bereichen wollen die EU-Staaten auch bei Strom einen gemeinsamen Binnenmarkt einrichten.

Wozu braucht man Hochspannungsleitungen?

Wenn Strom durch Leitungen fließt, wird wegen des elektrischen Widerstands ein Teil der Energie in Wärme umgewandelt. Am Ende der Leitung kommt dadurch weniger elektrische Energie an als eingespeist wurde. Das sogenannte Joule'sche Gesetz eröffnet einen Trick, der hilft, diese Wärmeverluste gering zu halten. Er wird beim Transport von elektrischer Energie durch besonders lange Leitungen angewendet. Dabei wird die Stromstärke relativ niedrig gehalten, denn laut Joule'schem Gesetz sinken mit der Stromstärke auch die Wärmeverluste. Gleichzeitig wird die Spannung erhöht, damit trotzdem große Mengen von Energie transportiert werden können. Die Höchstspannungsleitungen, die in Deutschland Strom überregional transportieren, arbeiten mit 220.000 und 380.000 Volt.



Abbildung 12
Karte mit Planungen für den Ausbau des Höchstspannungsnetzes in Deutschland

Quelle
Zeitbild / BMWi

- Neubau Gleichstrom (HGÜ)
- Neubau Wechselstrom
- Netzverstärkung Wechselstrom

Der Mix der Stromerzeuger im Netz (Auswahl)

Die Tabelle nennt einige wichtige Eigenschaften von Erneuerbare-Energien-Anlagen und herkömmlichen Kraftwerken. In Zukunft werden die Erneuerbaren einen stetig steigenden Anteil des Stroms erzeugen, vor allem Windenergie- und Photovoltaikanlagen. Was das für das Stromnetz heißt, kannst du nachvollziehen, wenn du dir ihre Eigenschaften genauer ansiehst..



Abbildung 13
Das Kohlekraftwerk Reuter West in Berlin

In den Jahren 1987 und 1989 gingen die beiden Blöcke des Kohlekraftwerks Reuter West in Berlin ans Netz. Es hat eine maximale Leistung von 564 Megawatt (MW). Damit versorgt es 514.000 Haushalte mit Strom.

Quelle
Axel Mauruszat / commons.wikimedia.org/CC BY-SA 3.0

<p>Pumpspeicherkraftwerk</p> <ul style="list-style-type: none"> + hohe Leistung verfügbar + nach Bedarf regelbar - Bau ist großer Eingriff in die Natur - Standorte stehen nur begrenzt zur Verfügung 	<p>Photovoltaikanlage</p> <p>0,026 MW durchschnittliche Leistung</p> <ul style="list-style-type: none"> + setzt kein CO₂ frei + lässt sich auch in Privathaushalten einsetzen (<i>Hausdach</i>) - wechselnde Leistung, davon abhängig, ob Sonne scheint 	<p>Wasserkraftwerk</p> <ul style="list-style-type: none"> + mittlere bis hohe Leistung + steht gleichmäßig zur Verfügung + setzt kein CO₂ frei - Standorte stehen nur begrenzt zur Verfügung 	<p>Windenergieanlage</p> <p>1,34 MW durchschnittliche Leistung (<i>neue Windenergieanlagen 2012: 2,42 MW</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> + setzt kein CO₂ frei - wechselnde Leistung, davon abhängig, ob Wind weht
<p>Biogasanlage</p> <p>0,45 MW durchschnittliche Leistung</p> <ul style="list-style-type: none"> + steht gleichmäßig zur Verfügung + spart CO₂ ein, ist wegen der Emissionen aus der Landwirtschaft aber nicht klimaneutral 	<p>Erdgaskraftwerk</p> <p>circa 95 MW durchschnittliche Leistung</p> <ul style="list-style-type: none"> + hohe Leistung + nach Bedarf regelbar - setzt CO₂ frei, aber weniger als Kohlekraftwerke o.ä. + ist nach Ruhephasen schnell einsatzbereit 	<p>Kohlekraftwerk</p> <p>circa 280 MW durchschnittliche Leistung pro Kraftwerksblock</p> <ul style="list-style-type: none"> + hohe, gleichmäßige Leistung + eingeschränkt nach Bedarf regelbar - setzt CO₂ frei - braucht nach Ruhephasen lange, um den Betrieb aufnehmen zu können 	

AUFGABEN



1. Stell dir vor, ein Kohlekraftwerk wie das Kraftwerk Reuter West muss ersetzt werden (siehe Kasten). Überlege, wie eine Großstadt stattdessen mit Elektrizität aus erneuerbaren Energien versorgt werden kann. Erstelle aus der Tabelle oben eine Auswahl erneuerbarer Energiequellen, die zusammen den Bedarf der Stadt decken können. Begründe deine Auswahl.
2. a) Berechne mithilfe der Angaben in der Tabelle, wie viele Windenergieanlagen du benötigst, um das Kraftwerk zu ersetzen.
b) Führe die Berechnung auch für Photovoltaik und Biogas durch.
c) Beschreibe mithilfe der Informationen aus dem Text und mithilfe deiner Berechnungen, wie ein Stromnetz aussehen würde, das diese Stromerzeuger und die Verbraucher in der Stadt verbindet. Du kannst auch eine Skizze dazu anfertigen.
3. Betrachte die Karte zum Netzausbau. Benenne Regionen, an denen es besonders viele Leitungen gibt, und formuliere eine Erklärung dafür. Überlege, warum einige Leitungen im Meer enden.

3.3 Unsere Welt



Abbildung 14

Mithilfe dieser leeren Weltkarte kannst du dein Energiesystem entwerfen. Verschiedene digitale Vorlagen gibt es auch bei Wikimedia Commons unter: http://commons.wikimedia.org/wiki/Maps_of_the_world

Erneuerbare Energien sind an natürliche Gegebenheiten geknüpft – zum Beispiel daran, ob die Sonne scheint oder wie viel Wasser fließt. Wo dagegen Energie benötigt wird, hängt mit den Lebensgewohnheiten der Menschen und der wirtschaftlichen Situation zusammen. Die Verfügbarkeit der Energiequellen in einer Region passt längst nicht immer gut zum Energiebedarf.

Die Karten und Daten auf den folgenden Seiten geben dir einen Überblick, in welchem Maße in verschiedenen Regionen der Welt Energie aus erneuerbaren Quellen verfügbar ist. Du erfährst auch, wie sie tatsächlich genutzt werden.

AUFGABEN

Hinweis: Nutze für diese Aufgaben die Informationen aus den folgenden Arbeitsblättern!



1. Recherchiere, in welchen Regionen die Energiequellen Sonne, Wind, Wasserkraft, Biomasse und Erdwärme besonders gut verfügbar sind. Markiere die Regionen auf der Karte.
2. Recherchiere mithilfe des Arbeitsblattes 3.4, in welchen Regionen besonders viel Energie verbraucht wird. Markiere diese Regionen ebenfalls auf der Karte.
3. Stell dir vor, du könntest auch weit entfernte Erdteile mit Hochspannungsleitungen verbinden, um elektrische Energie an den gewünschten Ort zu bringen. Überlege, wie ein weltweites Netz aussehen könnte, das auch die Länder mit besonders hohem Verbrauch mit erneuerbaren Energien versorgen würde. Zeichne das Netzwerk in die Karte ein.
4. Recherchiere Informationen zum sogenannten Desertec-Projekt, das Europa mit Sonnenenergie aus der Wüste Nordafrikas versorgen soll. Nutze dafür zum Beispiel die Internetseite www.planet-wissen.de. Notiere, welche Vorteile dort genannt werden und welche Kritikpunkte es gibt.

3.4 Energieverbrauch

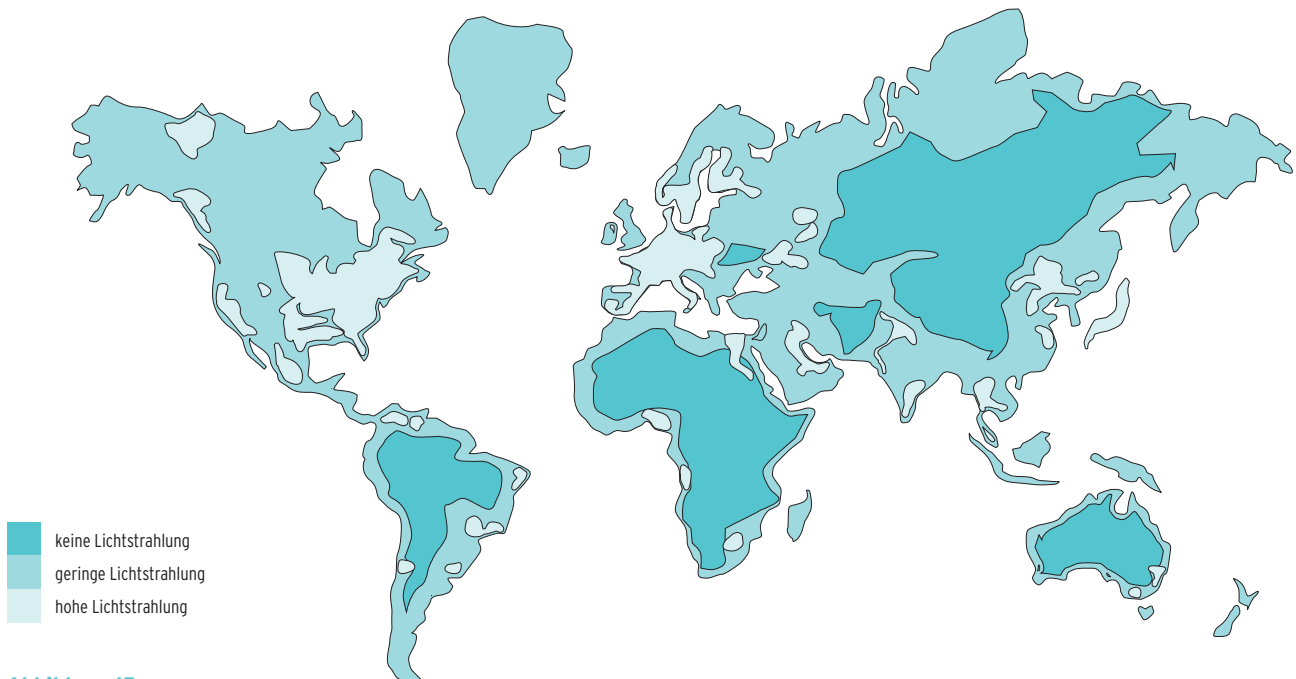


Abbildung 15
Regionen mit hoher und geringer Lichtstrahlung weltweit

Quelle
Zeitbild/nach Satellitenaufnahmen der NASA

Energiehunger: So viel Energie wurde 2012 weltweit verbraucht

	Energieverbrauch in Millionen Tonnen Öleinheiten	Anteil am weltweiten Energieverbrauch 2012
Asien und Australien	4.992,2	40,1 %
Europa und Eurasien	2.928,5	23,5 %
Nordamerika	2.725,4	21,8 %
Naher Osten	761,9	6,1 %
Mittel- und Südamerika	665,3	5,3 %
Afrika	403,3	3,2 %

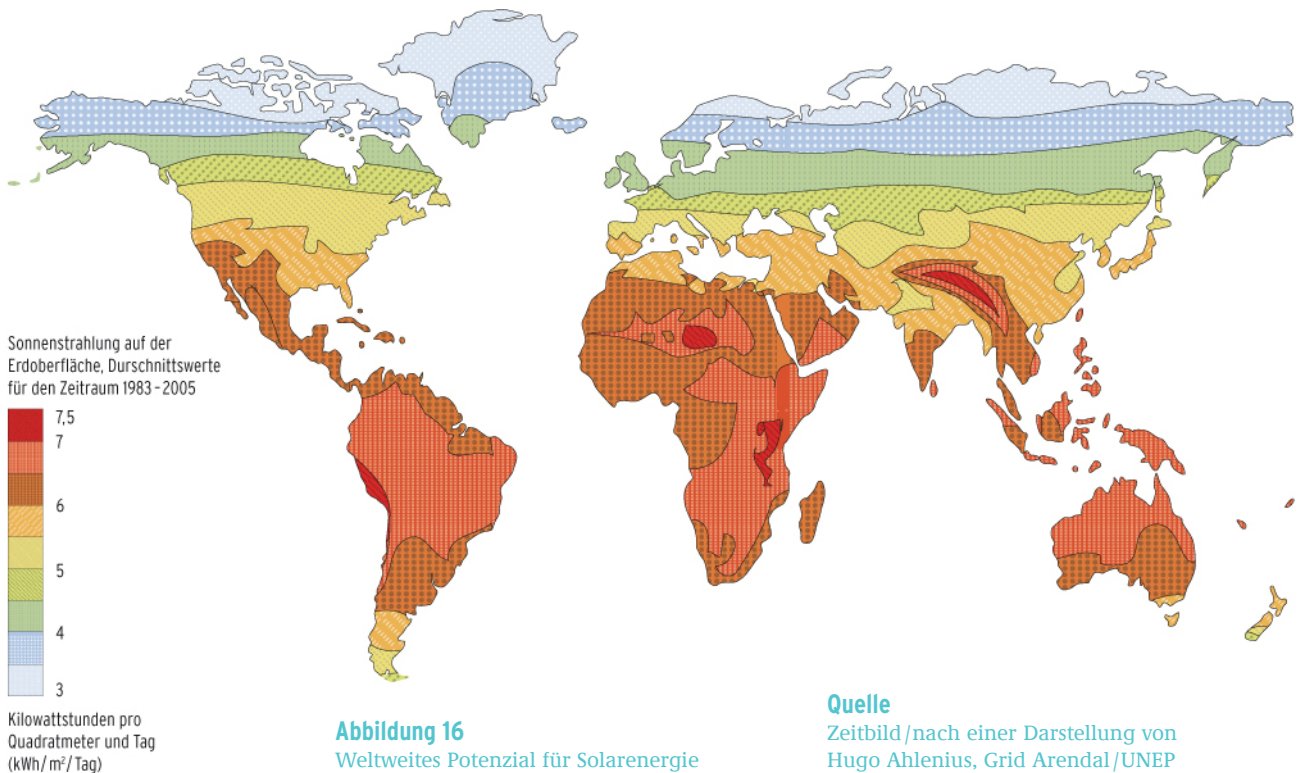
Quelle
BP Statistical Review of World Energy 2013

AUFGABEN



- Benenne auf dem Satellitenbild oben die Regionen, in denen besonders viel und besonders wenig Licht abgestrahlt wird. Ordne die Regionen den Kategorien „Industrieländer“ und „Entwicklungsländer“ zu.
- Vergleiche deine Ergebnisse aus Aufgabe 1 mit den Angaben in der Tabelle. Überlege, welche Zusammenhänge es zwischen dem Satellitenbild und den Daten der Tabelle gibt, und erkläre sie.
- Überlege, in welchen Regionen der Energieverbrauch künftig noch zunehmen könnte. Nenne die Regionen und erkläre, warum.

3.5 Solarenergie



Strom aus der Sonne: Photovoltaikanlagen in ausgewählten Ländern

Land	Installierte Photovoltaikanlagen (Gesamtkapazität in MW)	Stromproduktion der Photovoltaikanlagen im Jahr 2012 (TWh)*	Anteil der Photovoltaik am Stromverbrauch in Prozent
USA	7.221	5,800	0,25
Mexiko	52	0,041	0,04
Portugal	223	0,265	0,61
Deutschland	32.411	19,300	5,57
Indien	1.205	0,404	0,33
Italien	16.250	10,800	5,75
China	7.000	1,900	0,14
Australien	2.400	0,814	1,23
Ägypten	keine Angabe	0,023	0,02

Quelle

Internationale Energieagentur IEA,
*Observ'ER/www.energies-renouvelables.org (2012)

AUFGABEN

- Finde mithilfe der Karte Regionen, die zur Nutzung der Sonnenenergie für die Stromerzeugung mit Photovoltaikmodulen besonders gut geeignet sind.
- In der Tabelle ist angegeben, wie groß die Gesamtleistung der installierten Anlagen in einzelnen Ländern der Welt heute ist. Außerdem kann man erkennen, welcher Anteil Strom aus Photovoltaik dort am Stromverbrauch hat. Markiere die Länder auf der Weltkarte.
- Überlege, in welchen der in der Tabelle genannten Ländern die Sonnenenergie gut ausgenutzt wird und wo sie nicht optimal genutzt wird. Erläutere deine Bewertung. Überlege, was die Gründe für die Situation in den jeweiligen Ländern sein könnten.



3.6 Windenergie

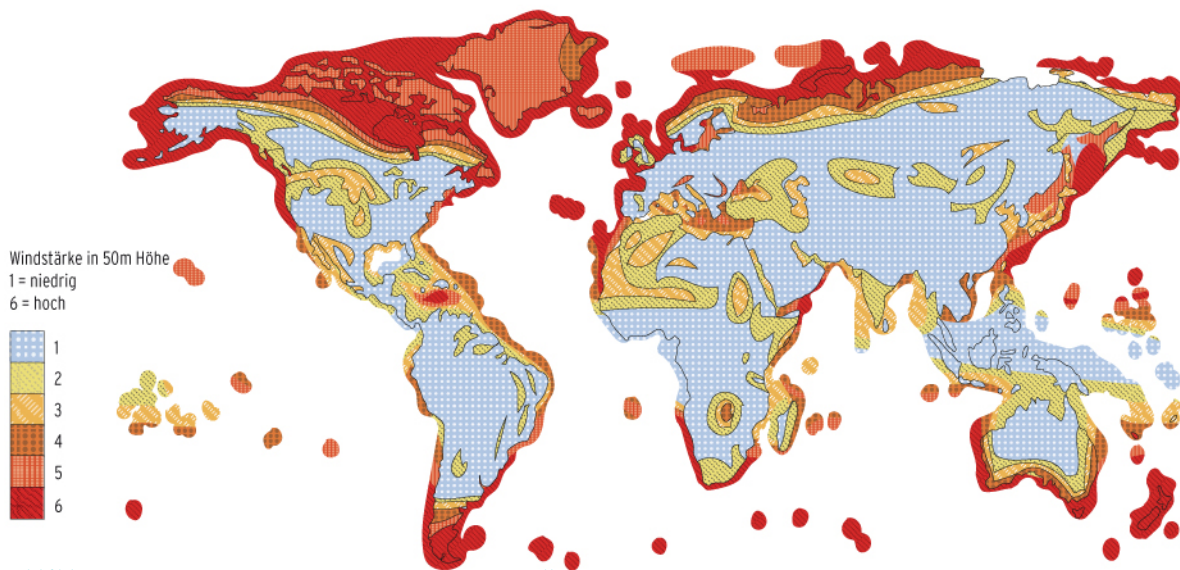


Abbildung 17
Weltweites Potenzial für Windenergie

Quelle
Grafik: Zeitbild/nach einer Darstellung des National Renewable Energy Laboratory, USA

Stromerzeugung aus Windenergie in ausgewählten Ländern

Land	Installierte Windenergieanlagen (Gesamtkapazität in MW)	Stromproduktion der Windenergieanlagen im Jahr 2012 (TWh)**	Stromproduktion der Windenergieanlagen im Jahr 2012
USA	60.007	120,5	3,5
Mexiko	1.212	1,4	1,2
Portugal	4.517	9,1	20,0
Deutschland	31.315	48,9	7,7
Indien	18.421	24,9	keine Angabe
Italien	8.144	9,9	4,4*
China	75.324	88,6	2,0
Australien	2.584	5,8	3,4
Dänemark	4.162	9,8	29,9

Quelle
IEA Wind, Annual Report 2012,
*Schätzung der IEA,
**Observ'ER/www.energies-renouvelables.org (2012)

AUFGABEN



- Finde auf der Karte Regionen, in denen die Möglichkeiten zur Nutzung der Windenergie besonders gut sind, und beschreibe, warum.
- In der Tabelle ist angegeben, welchen Anteil am Verbrauch in verschiedenen Ländern der Welt der mittels Windenergie erzeugte Strom hat. Benenne Gründe, warum die Windenergie in manchen Ländern mehr genutzt wird und in manchen sehr wenig.
- Recherchiere, wo Windenergieanlagen üblicherweise aufgestellt werden und unter welchen Bedingungen sie am meisten Energie liefern. Nutze dafür zum Beispiel die Internetseite www.thema-energie.de und die Suchworte „Standorte für Windenergieanlagen“. Überlege, wo es
 - in Deutschland und
 - in anderen Regionen der Welt lohnenswert sein könnte, weitere Anlagen zu installieren.

3.7 Wasserkraft

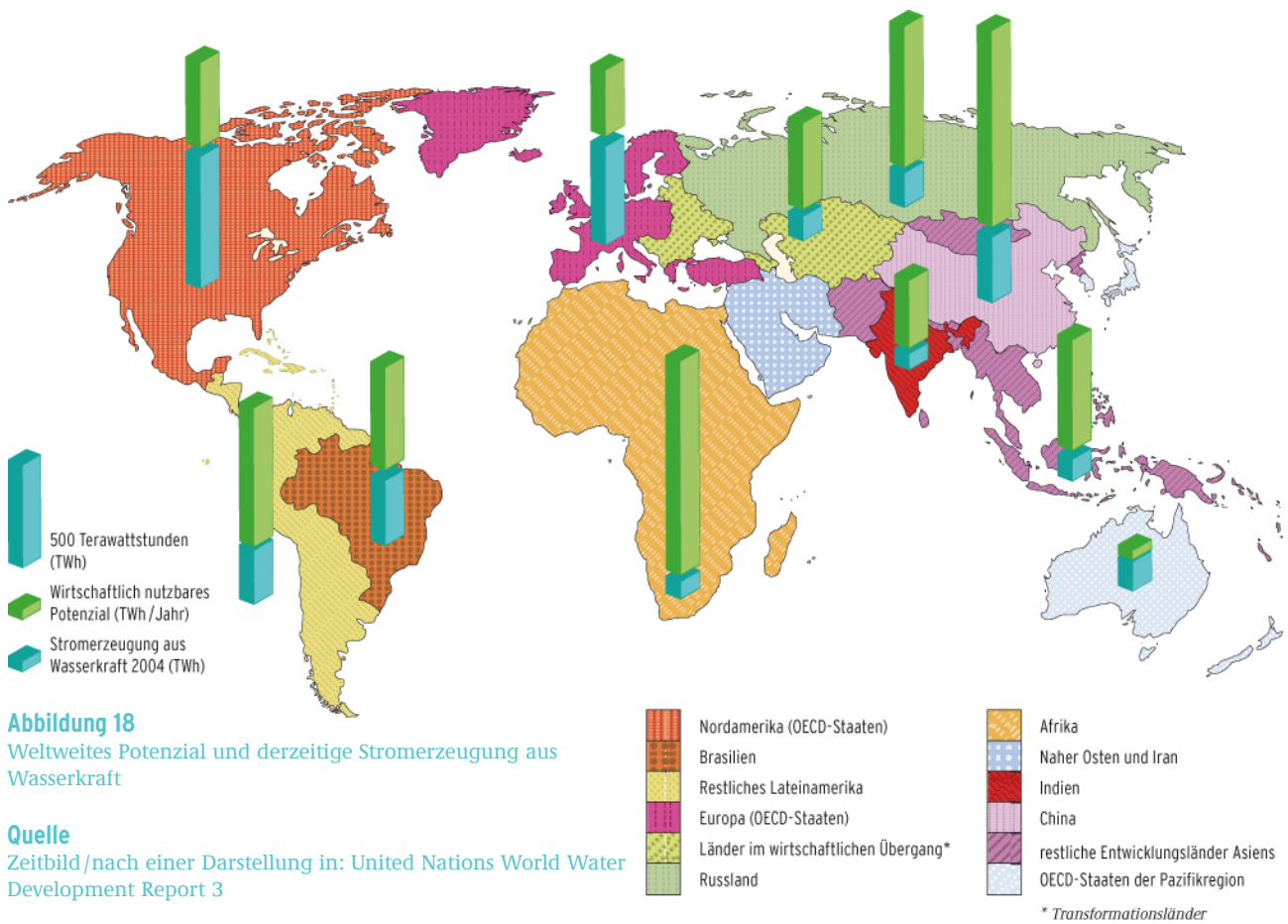


Abbildung 18
Weltweites Potenzial und derzeitige Stromerzeugung aus Wasserkraft

Quelle
Zeitbild/nach einer Darstellung in: United Nations World Water Development Report 3

Wirtschaftlich nutzbares Potenzial und derzeitige Stromerzeugung aus Wasserkraft

Regionen	Kapazität (GW)*	Tatsächliche Produktion (TWh/Jahr)	Anteil der Wasserkraft am Stromverbrauch in Prozent
USA	99,9	350,6	8,1
Deutschland	4,4**	24,6	4,0
Mexiko	12	35,8	13,2
Norwegen	30,3	122,1	95,5
Italien	19,5	53,8	17,7
Ägypten	3	13,5	8,9
Uganda	0,5	2,4	96,0
Indien	43,2	134,3	13,1
China	248,9	692,8	14,7
Australien	8,5	14,9	6,25

Quelle
 Observ'ER /www.energies-renouvelables.org (2012),
 *International Hydropower Association IHA Hydropower Report 2013,
 **BMU: Erneuerbare Energien in Zahlen

AUFGABEN

- Finde mithilfe der Karte Regionen, in denen die Möglichkeiten zur Nutzung der Wasserkraft besonders gut sind. Begründe deine Auswahl.
- Vergleiche die Daten der Tabelle. Markiere, wo die Möglichkeiten der Wasserkraft am wenigsten ausgeschöpft werden. Überlege, warum.



3.8 Bioenergie

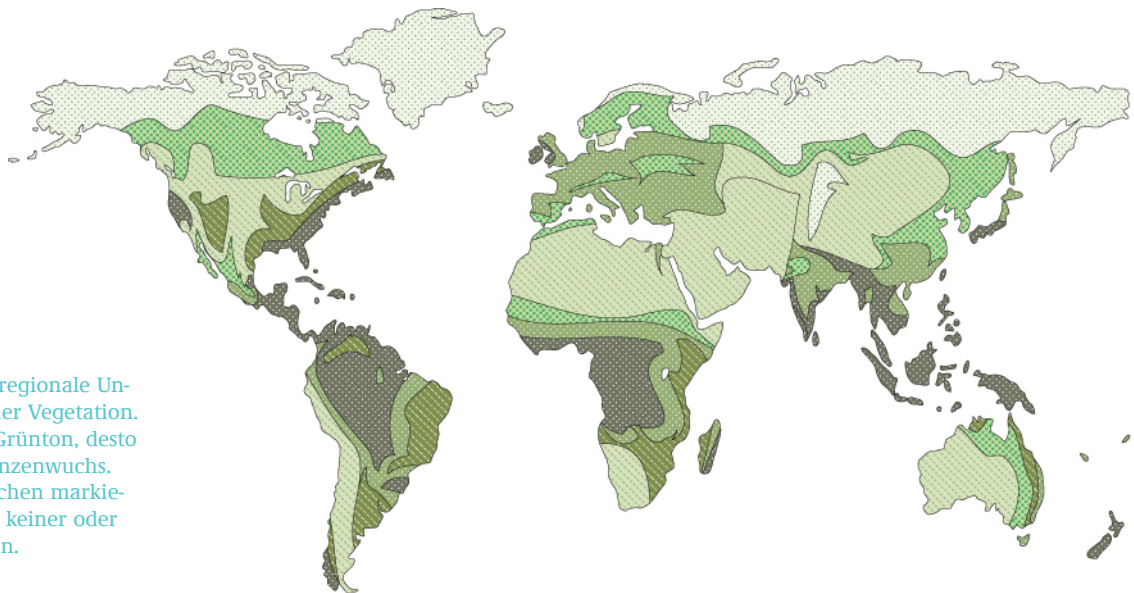


Abbildung 19

Die Karte zeigt regionale Unterschiede bei der Vegetation. Je dunkler der Grünton, desto reicher der Pflanzenwuchs. Die hellsten Flächen markieren Gebiete mit keiner oder kaum Vegetation.

Quelle

Zeitbild/nach einer Darstellung der NASA

Alle pflanzlichen und tierischen Stoffe, auch organische Abfälle, zählen als Biomasse – von Algen über Kuhmist bis hin zu Zuckerrohr. Biomasse ist also vor allem dort gut verfügbar, wo viel Leben ist – wo Pflanzen gut gedeihen und somit Menschen und Tiere gut mit Nahrung versorgt werden können. Schon ein Blick aus dem Weltraum zeigt, wo gute Bedingungen dafür herrschen.

Stromerzeugung aus Biomasse 2011 in ausgewählten Ländern

Land	Jahresproduktion 2011 (TWh)	Anteil am gesamten Stromverbrauch in Prozent
USA	61	1,4
Deutschland	37	6,0
Brasilien	27	5,2
China	2,4	0,1
Japan	18,5	1,8
Schweden	11	7,2
Großbritannien	13,3	3,6
Finnland	10,4	14,2
Italien	10,9	3,6
Kanada	6,3	1,0

Quelle

Observ'ER / www.energies-renouvelables.org (2012)

AUFGABEN



1. *Sammele Ideen, welche Arten von Biomasse für die Energieerzeugung nutzbar sind. Benenne mithilfe der Karte Regionen, in denen besonders viel und besonders wenig Biomasse vorhanden sein könnte. Begründe deine Bewertung.*
2. *Markiere die Länder aus der Tabelle in der Karte mit grüner Farbe. Markiere dann Regionen rot, in denen deiner Meinung nach mehr Biomasse genutzt werden könnte. Beschreibe einer Partnerin oder einem Partner, wie sich die Markierungen auf der Welt verteilen und was du über sie weißt.*
3. *Finde Argumente für und gegen die Nutzung von sogenannten Energiepflanzen wie Mais für die Stromerzeugung. Beachte dabei, dass Mais auch ein Nahrungsmittel ist.*

3.9 Geothermie

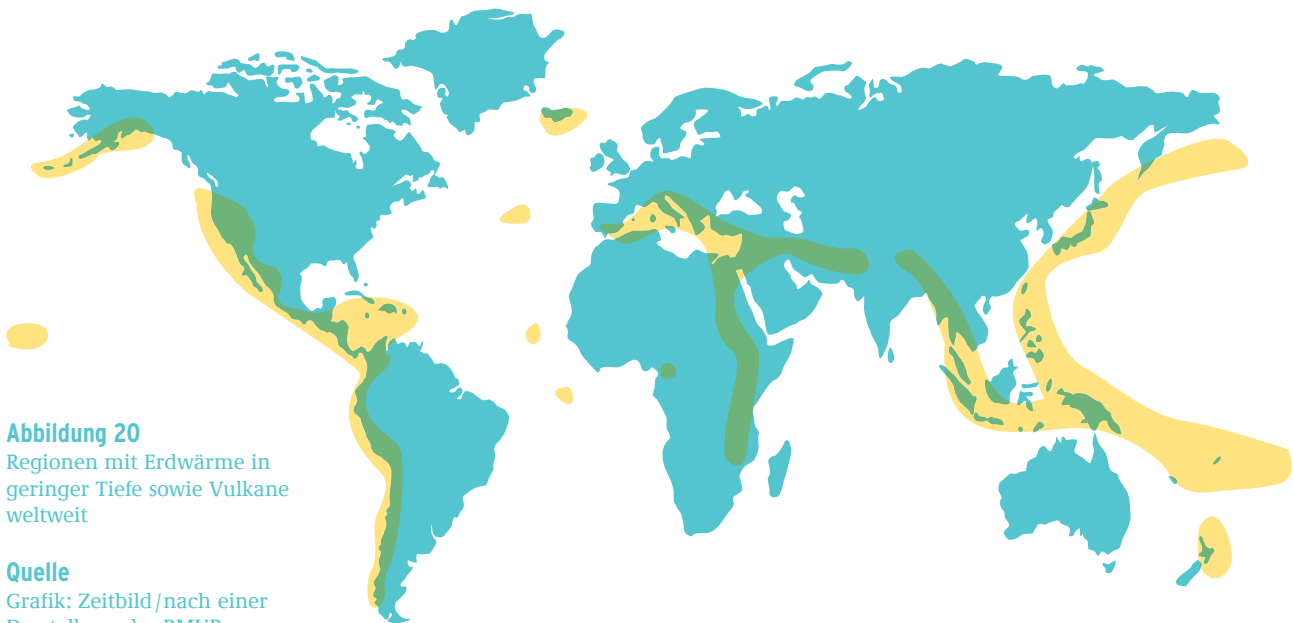


Abbildung 20
Regionen mit Erdwärme in geringer Tiefe sowie Vulkane weltweit

Quelle
Grafik: Zeitbild/nach einer Darstellung des BMUB

Tief im Inneren der Erde herrscht große Hitze. In manchen Regionen der Erde reicht sie nahe an die Oberfläche. Dort finden sich sogenannte geothermische Lagerstätten mit Temperaturen von über 150 Grad Celsius bereits in Tiefen von 600 bis 2.000 Metern. Meist liegen sie in der Nähe von Vulkanen, an den Rändern von Erdkrustenplatten, an geologischen Gräben oder an Gebirgen, die erst in der jüngeren Erdgeschichte durch Auffaltung entstanden sind.

Nutzung der Geothermie in ausgewählten Ländern (2010)

Land	Strom: Gesamtleistung der installierten Anlagen (MW)	Strom: Anzahl Kraftwerke
USA	3.093	209
Deutschland	6	3
Norwegen	–	–
Island	575	25
Italien	843	33
Mexiko	958	37
Indien	–	–
China	24	8
Äthiopien	7,3	2

Quelle
Bundesverband Geothermie

AUFGABEN

1. Benenne mithilfe der Karte Regionen, in denen die Möglichkeiten zur Nutzung von Erdwärme besonders gut sind.
2. Vergleiche die Ergebnisse aus Aufgabe 1 mit der Karte. Überlege, wo das Potenzial der Erdwärme noch wenig genutzt wird. Formuliere eine Erklärung. Betrachte auch mögliche Risiken der Technologie.



Kapitel 4

Erneuerbare Energien

in der Diskussion

Energiewende betrifft die ganze Gesellschaft

Dass der Umbau der Energieversorgung Diskussionen auslöst, ist kein Wunder. Schließlich sind alle davon betroffen. Fabriken brauchen Energie für die Produktion, für den Gütertransport werden Treibstoffe benötigt, Haushalte brauchen Strom und Wärme ... Und das ist nur die eine Seite, die der Verbraucher. Auf der anderen Seite arbeiten viele Unternehmen und ihre Beschäftigten daran, die Energie bereitzustellen. Sie bauen Kraftwerke, Stromleitungen, Windenergieanlagen und so weiter.

Das heißt: Wenn sich an der Energieversorgung etwas ändert, betrifft das viele Menschen und Unternehmen. Wenn zum Beispiel elektrischer Strom teurer wird, kann das für Menschen mit geringem Einkommen zum ernstesten Problem werden. Andererseits wird es zum Beispiel für ein Energieunternehmen zum Problem, wenn es mit einem großen Gaskraftwerk Verluste macht, weil bei gutem Wetter viele neue kleine Windenergie- und Photovoltaikanlagen günstigeren Strom erzeugen.

Zeitleiste

19. Jahrhundert Durch die Industrialisierung entsteht ein riesiger Bedarf an Energierohstoffen. Die Kohleverbrennung führt in manchen Regionen zu massiven Umweltschäden. **1972** Die Studie „Die Grenzen des Wachstums“ löst eine Debatte über die Endlichkeit der Rohstoffe und die Belastbarkeit der Erde aus. **1973** Erste Ölkrise, Ölknappheit lässt den Preis steigen, es kommt zu Wirtschaftskrisen. **1979** Zweite Ölkrise **1980** Das Freiburger Öko-Institut prägt den deutschen Begriff „Energiewende“ in einer Studie über Energieversorgung auf Basis erneuerbarer Energien. **1986** Reaktorkatastrophe von Tschernobyl **1987** Brundtlandt-Bericht: Eine von den Vereinten Nationen eingesetzte Kommission fordert eine weltweite nachhaltige Entwicklung. **1990** Das Stromeinspeisegesetz fördert den Zugang erneuerbarer Energien zum deutschen Stromnetz. **1992** Auf dem Gipfeltreffen in Rio de Janeiro verpflichten sich die Vereinten Nationen auf das Ziel einer nachhaltigen Entwicklung. **1997** Im Kyoto-Protokoll verpflichten sich die Industriestaaten, die Klimagas-Emissionen zu reduzieren. **2002** Die Bundesregierung beschließt die Nachhaltigkeitsstrategie. **2010** Das Energiekonzept 2050 der Bundesregierung sieht einen massiven Ausbau der erneuerbaren Energien vor. **2011** Reaktorkatastrophe in Fukushima **2011** Der Bundestag beschließt den beschleunigten Ausstieg aus der Kernenergie. **2011-2013** Der Bundestag beschließt verschiedene Maßnahmen zur Beschleunigung der Energiewende.

19. Jh.

1972

1973

1979

1980

1986

1987

1990

1992

1997

2002

2010

2011

2012

2013

AUFGABEN



- Überlege mithilfe des Textes, wer ein Interesse daran haben könnte, wie die Energieversorgung geregelt ist. Lege dazu eine Mind-Map an. Dabei helfen dir folgende Fragen:
Wer braucht Energie? Woher kommt sie? Wer legt die Regeln fest?
- Überlege mithilfe des Textes und der Mind-Map aus Aufgabe 1, wie sich die Energiewende auswirkt.
 - Fasse in einem ersten Schritt Interessengruppen zusammen.
 - Entwickle daraus eine Concept-Map, ein Schaubild, das die wichtigsten Zusammenhänge veranschaulicht. Zeichne Pfeile zwischen den Gruppen ein, um die Zusammenhänge aufzuzeigen. Markiere, wo sich Konflikte ergeben könnten, und ergänze das Schaubild durch Stichworte. Zum Beispiel: Der Beschluss zum Ausstieg aus der Kernenergie widerspricht den Interessen von Unternehmen, die Kernkraftwerke betreiben.
- Recherchiere Medienberichte, in denen es um das Thema Energiewende geht, zum Beispiel in Tageszeitungen oder im Internet mithilfe der News-Suche einer Suchmaschine. Wähle einen Text aus und vergleiche ihn mit deinen Ergebnissen aus Aufgabe 2: Notiere, um welche Aspekte der Energiewende es hier geht und welche Gruppen genannt werden. Beschreibe, ob es um einen Konflikt geht.

4.2 Die Energiewende: Gut oder schlecht oder ...?

Elektrizität, Wärme, Kraftstoff: Ein immer größerer Teil unseres Energiebedarfs soll in Zukunft aus erneuerbaren Energiequellen gedeckt werden. Klar ist, dass sich dafür vieles verändern muss. Wie wird die Zukunft aussehen, wenn zum Beispiel noch viel mehr Windenergie genutzt werden soll und noch mehr Sonnenenergie? Wenn das Stromnetz umgebaut werden muss, damit Elektrizität aus erneuerbaren Quellen auch bei den Verbrauchern ankommt? Ganz genau kann das heute niemand sagen. Trotzdem – oder vielleicht gerade deswegen – gibt es sehr unterschiedliche Meinungen, wenn es um die Energiewende und ihre Folgen geht. Einige Beispiele kannst du weiter unten lesen. Viele Aussagen klingen einfach und überzeugend. Doch Moment mal – da wird ja das Gegenteil zum gleichen Thema behauptet! Oder doch nicht?

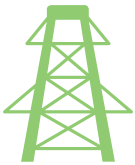


Energiepflanzen sind die Energiequelle von morgen!

Energiepflanzen werden mit dem Ziel angebaut, ihre Biomasse für die Energieerzeugung zu nutzen. So sollen fossile Energieträger wie Kohle und Öl eingespart und Treibhausgasemissionen reduziert werden. *Fachagentur nachwachsende Rohstoffe e. V.*

Nahrungsmittel gehören auf den Teller, nicht in den Tank

Angesichts von Hunger und Nahrungsmittelknappheit in vielen Teilen der Welt muss verhindert werden, dass Energiepflanzen wie Ölpalmen in Ländern des Südens angebaut und dann zum vermeintlichen Umweltschutz (...) exportiert werden. *Greenpeace*

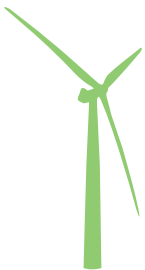


Höchstspannungsleitung verhindern!

Die 380-Kilovolt-Höchstspannungsleitung von Halle nach Schweinfurt muss verhindert werden! Der Bau bedeutet einen massiven Eingriff in Natur, Landschaft und Lebensqualität der Menschen. *Interessengemeinschaft Achtung Hochspannung*

380-Kilovolt-Leitung in Thüringen: Lückenschluss für die Energiewende

Stromerzeugung und -verbrauch sind bei Windkraft, Solarkraft, Biomasse und Wasserkraft räumlich weiter auseinander als bei bestehenden Kohle- und Kernkraftwerken. Die Leitung ist für die Versorgungssicherheit notwendig. *Netzbetreiber 50Hertz*



Windenergieanlagen zerstören den Soonwald

Die ungestörte, zusammenhängende Waldfläche ist für den Artenschutz (*Wildkatze, Luchs, Schwarzstorch, Rotmilan, Fledermaus et cetera*) zwingend erforderlich. Windenergieanlagen stören die Flugrouten der Zugvögel. Und wir Menschen brauchen den unzerstörten Wald, um noch Ruhe und Stille zu erleben. *Bürgerinitiative Windkraftfreier Soonwald*

Neuer Hunsrück-Windpark vereint Energiewende und Naturschutz

Der Windpark Ellern wird in einem einzigen Jahr die Umwelt von rund 85.000 Tonnen des klimaschädlichen Treibhausgases CO₂ entlasten. Ellern zählt zu den besten Binnenlandstandorten für Windenergie: Die erwarteten Erträge sind vergleichbar mit denen an norddeutschen Küstenstandorten. *Juwi AG*

AUFGABEN



1. Lies die Aussagen und lege eine Tabelle mit Argumenten zur Energiewende an. Notiere in drei Spalten,
 - a) um welche Folgen der Energiewende es geht,
 - b) was dafür spricht und
 - c) was dagegen.
2. Überlege, ob du dich angesichts der Argumente dafür oder dagegen entscheiden würdest oder ob du erst noch mehr darüber wissen müsstest. Ergänze die Tabelle und notiere in einer vierten Spalte die Gründe für deine Entscheidung beziehungsweise deine Fragen.

4.3 Wollen wir wirklich sparen?

Neue Windparks, Umbau der Stromnetze, Energiespeicher: Beim Thema Energiewende geht es meist darum, was noch gebaut oder entwickelt werden muss. Nicht so oft wird darüber diskutiert, wie Energie am besten eingespart werden kann. Dabei ist Sparen eines der wichtigsten Ziele der Energiewende. Das Energiekonzept der Bundesregierung sieht vor, dass der Energieverbrauch bis 2050 um die Hälfte sinken soll.

Energiesparen hat viele Vorteile: Wo weniger Energie verbraucht wird, muss weniger erzeugt werden. Weniger Stromverbrauch hieße beim heutigen Strommix zum Beispiel, dass weniger Kohle und Gas gebraucht würden. Dann würde weniger CO₂ freigesetzt, und Deutschland müsste weniger Kohle und Gas aus anderen Ländern importieren. Auch Kernkraft würde weniger benötigt. Und das Ganze wäre möglich, ohne eine einzige weitere Windenergieanlage zu bauen oder Solarmodule auf Dächern zu installieren.

In vielen Bereichen gelingt das Sparen schon. Der Gesamtverbrauch an Energie in Deutschland nimmt ab. Und mit immer weniger Einsatz von Energieträgern wird immer mehr Strom erzeugt. Doch Moment mal: Nicht überall wird so viel gespart, wie möglich wäre. Zwar hat die Bundesregierung sich vorgenommen, den Stromverbrauch zu senken. Dafür bleibt aber noch viel zu tun. Wie kommt das – und was bedeutet das für das Ziel, die Energieversorgung auf erneuerbare Energien umzustellen?

Entwicklung des Stromverbrauchs in Deutschland

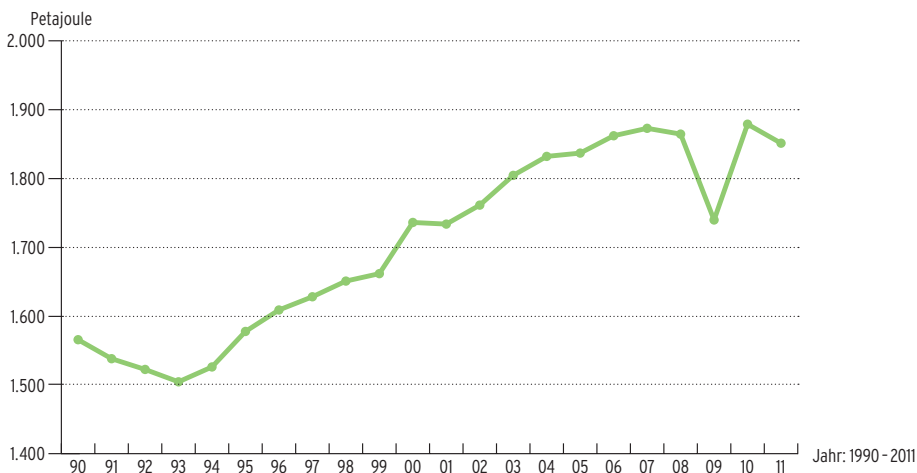


Abbildung 22
Entwicklung des Stromverbrauchs in Deutschland

Quelle
BMW Energie Daten, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Stand: April 2013

AUFGABEN

- a) Beschreibe, was die Abbildung 22 zeigt.

b) Im Text wird ein Ziel der Energiewende genannt. Bewerte die Daten in Bezug darauf.
- Lies das im Kasten beschriebene Beispiel über den Treibstoffverbrauch von Autos und überlege, was sich davon auf den Strombereich übertragen lässt. Formuliere in Stichworten mögliche Erklärungen für den Anstieg des Stromverbrauchs.

Mehr Effizienz - mehr Ansprüche. Ein Beispiel

Es gibt ein weltweit bekanntes Automodell der sogenannten Kompaktklasse, das bereits seit 1974 hergestellt wird. Seitdem sind Automotoren sehr viel effizienter geworden. Das heißt: Mit immer weniger Kraftstoff entwickeln sie immer mehr Leistung. Doch es wird auch immer mehr Leistung von ihnen gefordert! So wie die meisten anderen Automodelle ist das Nachfolgemodell „unseres“ 70er-Jahre-Autos viel schwerer. Das Ergebnis: Um 100 Kilometer damit zu fahren, braucht man heute wie früher immer noch rund fünf bis sechs Liter Benzin.

Modell I (1974)

Gewicht: 750–805 kg
Leistung: 37–82 kW
Verbrauch: circa 5 l (Diesel) bzw. 6,4 l (Benzin)

Modell II (2012)

Gewicht: 1.205–1.449 kg
Leistung: 63–169 kW
Verbrauch: 3,8 l (Diesel) bis 6,4 l (Super)

4.4 Lebensstil und Energieverbrauch: Was ist gerecht?

Energiebedingte CO₂-Emissionen pro Kopf (2010)

9,06 t

Deutschland

17,5 t

USA

6,12 t

China

0,04 t

Mali

Quelle
CDIAC

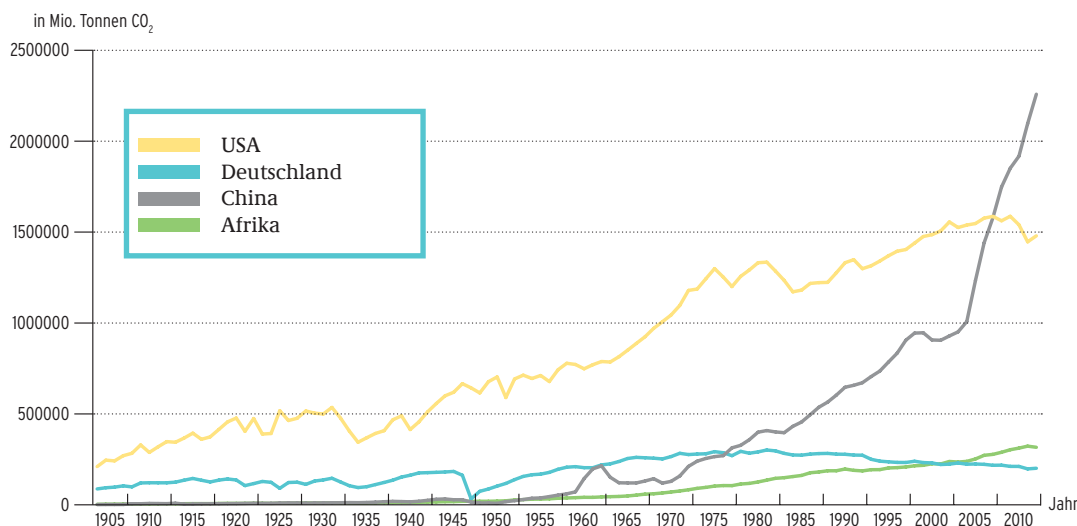
Abbildung 23
Historische Entwicklung der CO₂-Emissionen für ausgewählte Regionen

Quelle
CDIAC

Die Menschen in den Industrieländern verbrauchen im Vergleich zu den Menschen in weniger entwickelten Ländern ein Vielfaches an Energie. Das Problem dabei: Wenn alle Menschen auf der Welt so viel Energie verbrauchen würden wie die Menschen in den Industrieländern, würde das den Planeten bei Weitem überfordern. Noch mehr Kohlendioxid-(CO₂-) Emissionen würden den Klimawandel weiter beschleunigen. Und wenn dafür noch mehr konventionelle Energierohstoffe verwendet werden müssten, wären die Ressourcen noch schneller aufgebraucht.

Doch was kann man tun? Dazu gibt es verschiedene Ideen. Zum Beispiel die von der sogenannten 2.000-Watt-Gesellschaft. Sie vertritt folgende Auffassung von Klimagerechtigkeit: Es wird davon ausgegangen, dass jeder Mensch das gleiche Recht auf den Verbrauch von fossilen Ressourcen und den Ausstoß von klimaschädlichen Treibhausgasen wie CO₂ hat. Insgesamt dürfe die Menschheit nur so viel Energie verbrauchen, wie der Planet Erde trägt. Diese Gesamtmenge wird dann durch die Zahl der Menschen geteilt. Heraus kommen 2.000 Watt durchschnittliche Dauerleistung für alle Lebensbereiche, wobei der größte Teil aus erneuerbaren Energien stammen müsste. Zum Vergleich: Ein leistungsfähiger Haarföhn hat eine Leistung um 2.000 Watt, eine Mikrowelle meist 800 bis 1.000 Watt. Wer beides Tag und Nacht laufen ließe, würde allein damit die 2.000 Watt erreichen. In den Industrieländern liegen die meisten Menschen weit darüber.

Es ist umstritten, ob die Idee von 2.000 Watt pro Kopf wirklich gerecht ist. Deutschland und andere europäische Länder sagen zum Beispiel, dass der CO₂-Ausstoß mit der Wirtschaftsleistung zu tun hat und deshalb nicht pro Kopf, sondern je 1.000 Dollar Bruttoinlandsprodukt berechnet werden muss. Sie treten dafür ein, dass sich wirtschaftlich aufstrebende Nationen wie Brasilien, Russland, Indien oder China stärker am Klimaschutz beteiligen. Diese sogenannten Schwellenländer befürchten wiederum, dass es ihren wirtschaftlichen Aufstieg bremsen würde, wenn sie den CO₂-Ausstoß reduzieren müssten. Zudem sehen sie die Industrienationen als eigentliche Verursacher des Klimawandels.



AUFGABEN



1. Sieh dir die Abbildung 23 sowie die Bilder am linken Seitenrand an. Beschreibe, was dort zu sehen ist. Achte dabei darauf, welche Reihenfolgen die jeweils gezeigten Zahlenwerte für die Länder und Regionen ergeben. Erläutere die Unterschiede anhand der Länder Deutschland und China.
2. Vergleiche in Abbildung 23 den Verlauf der Linien für die verschiedenen Länder und Regionen und notiere deine Ergebnisse in Stichworten.
3. Überlege mithilfe des Textes und am Beispiel der CO₂-Emissionen von Deutschland und China, welche Problematik sich hier ergeben könnte.

4.5 Das Weltspiel

Energie ist der Motor unseres Lebens. Jährlich verbrauchen die Einwohner der Bundesrepublik Deutschland die gigantische Energiemenge von rund 450 Millionen Tonnen Steinkohleeinheiten (SKE). Das entspricht der Energie, die bei der Verbrennung von rund sechseinhalb Millionen Waggons voller Steinkohle entstehen würde – aneinandergereiht ein Zug von 85.000 Kilometern Länge, der mehr als zweimal den Äquator umrunden würde. Ganz Europa verbraucht rund vier Milliarden Tonnen Steinkohleeinheiten in einem einzigen Jahr.

Aber verbrauchen alle Menschen auf der Welt so viel Energie? Oder sogar mehr? In der folgenden Tabelle siehst du, wie viel Energie in den einzelnen Erdteilen verbraucht wird. Es ist auch angegeben, wie viele Menschen dort jeweils leben.

Region	Bevölkerung in Mio.	Anteil an der Weltbevölkerung	Personen in deiner Klasse	Energieverbrauch in Mrd. t SKE	Stühle in deiner Klasse
Europa einschließlich Russland	742			4,18	
Nord- und Mittelamerika	352			3,89	
Lateinamerika einschließlich Karibik	610			0,95	
Naher Osten einschließlich Iran	313			1,09	
Afrika	1.084			0,58	
Asiatisch-pazifischer Raum	3.979			7,13	
Gesamt	7.080			17,82	

Quelle

BP Statistical Review of World Energy June 2013; Vereinte Nationen, World Population Prospects: The 2012 Revision, 2013

AUFGABEN



1. Berechne, wie viel Prozent der Weltbevölkerung in der jeweiligen Region leben. Trage den Anteil in die Tabelle ein.
2. Angenommen, deine Klasse steht symbolisch für die gesamte Weltbevölkerung. Berechne, wie viele Schülerinnen und Schüler in deiner Klasse der Bevölkerung der einzelnen Regionen entsprechen. Trage die Zahlen in die Spalte „Personen“ ein.
3. Teilt euch in der Klasse entsprechend auf und verteilt euch in Gruppen im Raum.
4. Angenommen, die Stühle in deiner Klasse symbolisieren den weltweiten Energieverbrauch. Berechne jetzt, wie viel Prozent des gesamten Weltenergieverbrauchs auf die Regionen entfallen, und ermittle, wie viele Stühle diesen Anteilen entsprechen. Trage die Zahlen in die Tabelle ein.
5. Verteilt die Stühle entsprechend den Rechenergebnissen in Gruppen in der Klasse.
6. Alle Vertreterinnen und Vertreter der jeweiligen Erdregionen setzen sich jetzt auf die ihnen zustehenden Stühle.
7. Beurteilt das Ergebnis: Entspricht der Energieverbrauch den Bevölkerungsanteilen?

4.6 Äthiopien

Fläche: 1.127.127 km²*

Einwohnerzahl: 86,5 Millionen

Prognose zur Bevölkerungsentwicklung:**

2030: 137,7 Millionen

2050: 187,6 Millionen

2100: 243,4 Millionen



Anteil der städtischen/ländlichen Bevölkerung: 17 Prozent/83 Prozent

Lebenserwartung: 59,7 Jahre

Anteil der Analphabeten: 61 Prozent

Bruttoinlandsprodukt pro Kopf: 979 US-Dollar

CO₂-Emissionen pro Kopf in Tonnen: 0,1

Rang auf der Entwicklungsliste der UNO: 173 von 186

Quellen

2013 Human Development Report, United Nations Development Programme;

*World Statistics Pocketbook 2013, United Nations Statistics Division;

**World Population Prospects: The 2012 Revision, United Nations Department of Economic and Social Affairs

Porträt: Hiwot Degene

Die 32-jährige Hiwot Degene lebt mit ihrem Mann Rashid, 35, und ihren zwei Söhnen in der Hauptstadt Äthiopiens, in Addis Abeba. Tulu ist gerade vier Jahre alt geworden und besucht den Kindergarten, Tafari ist sieben Jahre alt und geht zur Schule. Hiwot hat Betriebswirtschaft an der Universität in Addis Abeba studiert und arbeitet seit acht Jahren als Beraterin bei einem Telekommunikationsunternehmen. Sie verdient 6.000 Birr (*das sind rund 230 Euro*) im Monat. Die Familie wohnt im etwas außerhalb gelegenen Stadtbezirk Addis Ketema, in der Nähe des Mercato, des größten Marktes von Afrika. Die Miete für ihr zweistöckiges Haus mit rund 70 Quadratmetern kostet 1.500 Birr monatlich, und für Tafari zahlt sie im Jahr 3.000 Birr an Schulgebühren. Wenn Tulu in zwei Jahren in die Schule kommt, werden für ihn ebenfalls Schulgebühren fällig. Vater Rashid sucht derzeit eine neue Arbeit, er war bis vor Kurzem in einer Fabrik angestellt.

Was würden Sie sich gönnen, wenn Sie mehr Geld hätten?

Ich würde meinen Kindern eine gute Ausbildung ermöglichen und sie zu einer besseren, privaten Schule schicken. Eine gute Schulbildung ist so wichtig, um im Leben etwas zu erreichen. Ich möchte, dass meine Kinder eine sichere Zukunft haben.

Was machen Sie in Ihrer Freizeit?

Ich versuche, so viel Zeit wie möglich mit meiner Familie zu verbringen. Sie ist das Wichtigste in meinem Leben. Da ich viel arbeite, sehen wir uns nicht so oft. Am Sonntag, wenn ich frei habe, gehen wir gemeinsam in die Kirche, und am Nachmittag besuchen wir häufig meine Mutter, die auch in Addis wohnt. Manchmal machen wir einen Ausflug in die Umgebung, zum Beispiel auf den Entoto-Hügel, von dem aus man einen schönen Blick auf die Stadt hat.

Versuchen Sie, umweltbewusst zu leben?

Wir haben einen Computer und einen Fernseher, der recht häufig läuft. Aber wir besitzen kein Auto – das können wir uns nicht leisten –, und eigentlich brauchen wir es auch nicht. Zur Arbeit fahre ich mit dem Bus oder mit dem Taxi. Auch unsere Kinder nehmen den Bus zur Schule oder nutzen das Fahrrad, um Freunde zu besuchen. Im Haus haben wir zwar eine Klimaanlage, aber wir schalten sie kaum ein.

4.7 USA

Fläche: 9.629.091 km²*

Einwohnerzahl: 315,8 Millionen

Prognose zur Bevölkerungsentwicklung:**

2030: 362,6 Millionen

2050: 400,9 Millionen

2100: 462,1 Millionen



Anteil der städtischen/ländlichen Bevölkerung: 83 Prozent/17 Prozent

Lebenserwartung: 78,7 Jahre

Anteil der Analphabeten: keine Angabe

Bruttoinlandsprodukt pro Kopf: 42.486 US-Dollar

CO₂-Emissionen pro Kopf in Tonnen: 18

Rang auf der Entwicklungsliste der UNO: 3 von 186

Quellen

2013 Human Development Report, United Nations Development Programme;

*World Statistics Pocketbook 2013, United Nations Statistics Division;

**World Population Prospects: The 2012 Revision, United Nations Department of Economic and Social Affairs

Porträt: Familie Ryder Johnson

Laura Ryder Johnson lebt mit ihrer Familie in Corvallis im Bundesstaat Oregon. Die Kleinstadt liegt nur 50 Kilometer von der Westküste der USA entfernt. Laura arbeitet im Krankenhaus von Corvallis als Bibliothekarin, denn das Krankenhaus hat eine eigene kleine Bücherei mit Veröffentlichungen aus der Medizin. Dort hilft die 51-jährige Ärzten und Patienten bei der Suche nach Büchern oder nach Informationen. Im Moment sieht sich Laura nach einem neuen Job um. Denn sie hat Ernährungswissenschaften studiert und möchte auch gern wieder in diesem Bereich arbeiten, zum Beispiel als Beraterin.

Lauras Mann Robert ist Ingenieur und entwickelt Kühl- und Heizsysteme für große Firmen. Die beiden Kinder des Ehepaars sind 18 und 22 und studieren und wohnen in einer größeren Stadt in der Nähe. Das Haus, in dem Laura und Robert wohnen, haben sie vor zehn Jahren gekauft. Im Garten bauen sie Gemüse an, denn Laura kocht sehr gern gesund und lädt gern Freunde zum Essen ein. Zusammen verdienen sie circa 5.000 Dollar monatlich. Davon bezahlen sie 250 Dollar für das Darlehen, das sie zum Kauf ihres Hauses aufgenommen haben, etwa 120 Euro für Elektrizität, 60 Dollar für Wasser, 50 Dollar fürs Heizen und 200 Dollar für Telefon und Internet.

Was würden Sie tun, wenn Sie mehr Geld zur Verfügung hätten?

Ich würde öfter reisen; es ist toll, neue Orte zu sehen. Ich reise sehr gern mit meinen Kindern, weil sie so abenteuerlustig und spontan sind. Ich mag das fremde Stadtleben und gehe auch gern einkaufen, zum Beispiel lokale Spezialitäten oder auch Kleidung. Besonders spannend sind aber die Orte, die „draußen“ in der Natur sind, wo ich die Landschaften bewundern kann und eine besondere Ruhe finde.

Versuchen Sie, umweltbewusst zu leben?

Wir haben ein kleines Haus und einen Holzofen. Wir machen die Spül- und die Waschmaschine immer voll, bevor wir sie benutzen. Außerdem fahre ich stets mit dem Fahrrad zur Arbeit und genieße die Natur beim Bergsteigen und Wandern oder wenn ich mit meinem Mann auf dem Willamette River Kanu fahren gehe.

Was ist das Wichtigste in Ihrem Leben?

Gesundheit und dass wir in der Familie aufeinander achten. „Familie“ bedeutet für mich nicht nur mein Mann und meine Kinder, auch meine Freunde gehören zu meiner Familie. Wir veranstalten oft gemeinsame Abendessen und feiern auch die Geburtstage der kleineren Kinder immer zusammen. Der Tochter einer Freundin habe ich sogar das Fahrradfahren beigebracht

4.8 Deutschland

Fläche: 357.121 km²*

Einwohnerzahl: 82,0 Millionen

Prognose zur Bevölkerungsentwicklung:**

2030: 79,6 Millionen

2050: 72,6 Millionen

2100: 56,9 Millionen

Anteil der städtischen/ländlichen Bevölkerung: 74 Prozent/ 26 Prozent

Lebenserwartung: 80,6 Jahre

Anteil der Analphabeten: keine Angabe

Bruttoinlandsprodukt pro Kopf: 34.437 US-Dollar

CO₂-Emissionen pro Kopf in Tonnen: 9,6

Rang auf der Entwicklungsliste der UNO: 5 von 186



Quellen

2013 Human Development Report, United Nations Development Programme;

*World Statistics Pocketbook 2013, United Nations Statistics Division;

**World Population Prospects: The 2012 Revision, United Nations Department of Economic and Social Affairs

Porträt: Familie Ackermann

Stephan Ackermann ist 52 Jahre alt und lebt mit seiner Frau Kerstin und seinen zehnjährigen Zwillingsskindern in einem kleinen Dorf in Thüringen. Stephan arbeitet seit 13 Jahren als Instandhaltungsmechaniker in einem Betrieb für Kunststofftechnik. Kerstin ist 49 und arbeitet in einer Firma für Personalvermittlung, wo sie passende Stellen an Arbeitssuchende vermittelt. Das Haus der Familie hat circa 220 Quadratmeter auf drei Etagen. Es ist ein Erbstück und befindet sich auf einem ehemaligen Bauernhof, auf dem heute nur noch Kaninchen und Katzen leben.

Kerstin und Stephan verdienen gemeinsam etwa 2.200 Euro netto im Monat plus 300 Euro Kindergeld. Davon bezahlen sie mit 450 Euro monatlich einen Kredit für einen Anbau am Haus ab. Hinzu kommen circa 140 Euro für Gas, 100 Euro für Wasser, 180 Euro für Elektrizität, 600 Euro für Lebensmittel, 230 Euro für das Auto und Benzin, 57 Euro für Telefon, Internet und Rundfunkgebühren, 200 Euro für Versicherungen, 25 Euro Grundstückssteuer, 30 Euro für die Müllabfuhr und den Schornsteinfeger und 50 Euro für Kerstins Bustickets. Am Monatsende bleibt dann kaum etwas übrig.

Wie zufrieden sind Sie mit Ihrem Job?

Er ist sehr abwechslungsreich, da ich neben Sanitäranlagen und Heizungen auch Maschinen aufbauen, abbauen oder reparieren kann. Es tut meinem Rücken gut, dass ich weder den ganzen Tag stehen noch sitzen muss. Manchmal muss ich überall gleichzeitig reparieren, das ist ziemlich stressig.

Was tun Sie, um Energie zu sparen und das Klima zu schützen?

Wir lassen Geräte nicht im Stand-by-Modus und stellen keine halbvollen Waschmaschinen an. Wir haben ein großes Haus geerbt, das im Winter hohe Heizkosten verursacht. Immerhin haben wir zusätzlich einen Ofen, in dem wir Holz und Altpapier verbrennen. Außerdem haben wir nur ein Auto. Meine Frau fährt mit dem Bus zur Arbeit. Das Auto benutzen wir eigentlich nur zum Einkaufen oder um die Kinder bei Freunden oder vom Sport abzuholen. Da wir zurzeit kein Geld für einen größeren Urlaub haben, verzichten wir natürlich aufs Fliegen.

Was wünschen Sie sich für die Zukunft?

Dass wir sichere Arbeitsstellen haben und uns nicht so viele Geldsorgen machen müssen. Dass wir noch ein bisschen gesund bleiben und es unseren Kindern gut geht. Außerdem würden wir sehr gern einmal einen richtigen Familienurlaub machen.

4.9 Indien

Fläche: 3.287.263 km²*

Einwohnerzahl: 1.258.351 Millionen

Prognose zur Bevölkerungsentwicklung:**

2030: 1.476,4 Millionen

2050: 1.620,1 Millionen

2100: 1.546,9 Millionen



Anteil der städtischen/ländlichen Bevölkerung: 32 Prozent/68 Prozent

Lebenserwartung: Frauen: 65,8 Jahre

Anteil der Analphabeten: 37,2 Prozent

Bruttoinlandsprodukt pro Kopf: 3.203 US-Dollar

CO₂-Emissionen pro Kopf in Tonnen: 1,5

Rang auf der Entwicklungsliste der UNO: 136 von 186

Quellen

2013 Human Development Report, United Nations Development Programme;

*World Statistics Pocketbook 2013, United Nations Statistics Division;

**World Population Prospects: The 2012 Revision, United Nations Department of Economic and Social Affairs

Porträt: Familie Arora

Tanushree Arora lebt mit ihrem Ehemann Pankaj in Thane, einer Stadt im Westen Indiens mit 1,8 Millionen Einwohnern. Thane ist nur 20 Kilometer von Mumbai entfernt, mit über 20 Millionen Einwohnern die größte Stadt des Landes. Die Strecke nach Mumbai fährt die 57-jährige täglich mit dem Zug. Denn dort arbeitet sie seit fast 30 Jahren als Universitätsdozentin für Englisch und Geschichte. Ihre 26-jährige Tochter lebt und arbeitet ebenfalls in Mumbai. Pankaj arbeitet bei einer Nichtregierungsorganisation, die sich für Minderheiten in Indien einsetzt.

Zusammen verdienen Tanushree und Pankaj 120.000 Rupien im Monat. Das sind circa 1.400 Euro. Ihr 93 Quadratmeter großes Haus haben sie vor einigen Jahren gekauft, sodass sie keine Miete, sondern nur Instandhaltungskosten zahlen. Zu den monatlichen Ausgaben des Paares zählen unter anderem Kosten für Elektrizität (30 Euro), Versicherungen (35 Euro), Lebensmittel (60 Euro), eine Haushaltshilfe (50 Euro) und für das Pendeln mit dem Zug nach Mumbai (25 Euro). Am Ende bleiben circa 400 Euro übrig, die Tanushree spart, für besondere Anlässe zurücklegt oder in die Renovierung des Hauses steckt.

Wie zufrieden sind Sie mit Ihrem Job?

Als ich angefangen habe, in einer Schule zu unterrichten, habe ich gemerkt, wie sehr mir der Umgang mit Schülern liegt. Denn ich war schon immer sehr extrovertiert und umgänglich. Heute bin ich an der Uni, und jedes Semester ist für mich neu und aufregend. Studieren an öffentlichen Hochschulen ist nicht teuer in Indien. Manchmal nervt es dann, wenn einzelne Studierende den Unterricht und seine Qualität nicht zu schätzen wissen. Und ich bekomme als Professorin ziemlich wenig Lohn im Vergleich zu Kollegen an privaten Universitäten.

Was tun Sie, wenn Sie sich etwas gönnen wollen?

Im Semester leide ich eigentlich immer unter Schlafmangel, sodass ich jede Gelegenheit nutze, um ein Nickerchen zu machen. Ansonsten gehe ich gern mit Freunden essen oder schaue mir zu Hause oder im Kino einen Film an.

Was tun Sie, um Energie zu sparen?

Wir benutzen den Ventilator nur, wenn die Temperaturen über 25 Grad sind, und die Klimaanlage nur bei über 35 Grad. Wir schalten Geräte immer aus, wenn wir nicht im Raum sind, kaufen Energiesparlampen und nutzen das Tageslicht so lange wie möglich.

4.10 Mexiko

Fläche: 1.964.375 km²*

Einwohnerzahl: 116,1 Millionen

Bevölkerungsentwicklung: **

2030: 143,7 Millionen

2050: 156,1 Millionen

2100: 139,8 Millionen



Anteil der städtischen/ländlichen Bevölkerung: 78 Prozent/22 Prozent

Lebenserwartung: 77,1 Jahre

Anteil der Analphabeten: 6,9 Prozent

Bruttoinlandsprodukt pro Kopf: 12.776 US-Dollar

CO₂-Emissionen pro Kopf in Tonnen: 4,0*

Rang auf der Entwicklungsliste der UNO: 61 von 186

Quellen

2013 Human Development Report, United Nations Development Programme;

*World Statistics Pocketbook 2013, United Nations Statistics Division;

**World Population Prospects: The 2012 Revision, United Nations Department of Economic and Social Affairs

Porträt: Fernando Gamba Ayala

Fernando Gamba Ayala ist 49 Jahre alt und lebt mit seiner Frau Luz in Mexiko-Stadt. Vor 23 Jahren haben die beiden das bankrotte Geschäft von Fernandos Vater wiederaufgebaut und arbeiten seither gemeinsam als Versicherungsmakler. Sie haben zwei erwachsene Söhne im Alter von 29 und 27 Jahren. Der jüngere Sohn wird in Kürze heiraten und zieht dann aus dem Elternhaus aus. In der 160-Quadratmeter-Wohnung halten sie neben zwei Hunden auch Sittiche, Kanarienvögel und ein Aquarium.

Luz und Fernando verdienen gemeinsam etwa 120.000 Pesos netto im Monat, das sind etwa 6.750 Euro (*Stand 2013*). Damit ist das Paar für mexikanische Verhältnisse sehr wohlhabend und verdient sechsmal mehr als der Landesdurchschnitt. Die Familie bezahlt monatlich 3.000 Pesos für Strom und Heizung, 3.000 Pesos für verschiedene Versicherungen, 10.000 Pesos für Nahrungsmittel, 2.000 für Benzin und 5.000 für eine Haushaltshilfe. Abzüglich der weiteren regelmäßigen Ausgaben bleibt noch eine relativ große Summe übrig. Luz und Fernando gehen gern essen, leisten sich einen Kurzurlaub oder „etwas Besonderes“, wie zuletzt eine hochwertige Digitalkamera.

Wie zufrieden sind Sie mit Ihrem Beruf?

Wir sind glücklich darüber, unser eigenes Geschäft zu haben und damit eine sichere Beschäftigung mit konstantem Einkommen. Es erfüllt uns, Menschen dabei zu helfen, die richtigen Absicherungen für ihr Leben zu finden.

Was tun Sie, um Energie zu sparen und das Klima zu schützen?

Wir versuchen, das Auto so wenig wie möglich zu benutzen und es instand zu halten. Das Büro ist nur 300 Meter von zu Hause entfernt, dort gehen wir zu Fuß hin. Ansonsten lassen wir das Licht nicht unnötig an und benutzen Energiesparlampen. Das war es aber auch schon.

Was machen Sie im Urlaub?

Wir machen ungefähr alle sechs Monate bis zu zehn Tage Urlaub. Länger kann man das Geschäft leider nicht ruhen lassen. Dann fahren wir mit dem Auto in andere Regionen Mexikos und manchmal fahren oder fliegen wir ins Ausland. Aber meistens nicht so weit weg.

4.11 Albanien

Fläche: 28.748 km²*

Einwohnerzahl: 3,2 Millionen

Prognose zur Bevölkerungsentwicklung:**

2030: 3,3 Millionen

2050: 3,1 Millionen

2100: 2,2 Millionen



Anteil der städtischen/ländlichen Bevölkerung: 55 Prozent/ 45 Prozent

Lebenserwartung: 77,1 Jahre

Anteil der Analphabeten: 4,1 Prozent

Bruttoinlandsprodukt pro Kopf: 7.861 US-Dollar

CO₂-Emissionen pro Kopf in Tonnen: 1,3

Rang auf der Entwicklungsliste der UNO: 70 von 186

Quellen

2013 Human Development Report, United Nations Development Programme;

*World Statistics Pocketbook 2013, United Nations Statistics Division;

**World Population Prospects: The 2012 Revision, United Nations Department of Economic and Social Affairs

Porträt: Kastriot Kruja

Kastriot Kruja ist 36 Jahre alt und lebt mit seiner Frau Rudina, seinem vierjährigen Sohn und seiner Mutter in der nordalbanischen Stadt Shkodra (*deutsch: Skutari*). Die Stadt ist mit 120.000 Einwohnern Hauptstadt der gleichnamigen Region. Kastriot arbeitet in einer Behörde der Region. Dort leitet er Projekte zur Förderung der regionalen Entwicklung. Er hat zuerst Anglistik und dann internationale Beziehungen studiert. Seine Frau Rudina arbeitet für die Stadtverwaltung im Bereich Kinderschutz. Die beiden haben ein eigenes Haus mit 130 Quadratmetern Wohnfläche und einen kleinen Garten.

Kastriot und Rudina arbeiten beide 40 Stunden pro Woche. Einschließlich der Rente von Kastriots Mutter sowie der Einnahmen aus der Vermietung eines kleinen Ladenlokals verfügt die Familie über ein Einkommen von 890 Euro netto pro Monat. Für Elektrizität zahlen sie monatlich 45 Euro, für die Heizung 12 Euro, für Telefon und Internet 20 Euro. Abzüglich der regelmäßigen Ausgaben bleiben ihnen monatlich circa 200 Euro, die sie für den Urlaub oder einen Notfall sparen.

Wie zufrieden sind Sie mit Ihrem Job?

In der Verwaltung von Shkodra gab es bis vor fünf Jahren noch gar keine Abteilung für regionale Entwicklung, wir mussten sie erst einmal aufbauen. Ich bin stolz, dass wir jetzt ein eigenes Büro haben und ich mit meiner Arbeit dazu beitrage, dass gemeinnützige Projekte finanziert werden können.

Was tun Sie, um Energie zu sparen und das Klima zu schützen?

Wir gehen beide zu Fuß zur Arbeit. Wir benutzen den Wasserboiler für die Dusche nur sparsam. Wir benutzen Papiertüten statt Plastiktüten. Außerdem bauen wir in unserem Garten unter anderem Mandarinen, Orangen und Oliven an. Wenn wir Urlaub machen, fahren wir meistens zum schönen Skutarisee, der nur wenige Kilometer von hier entfernt ist.

Was wünschen Sie sich für die Zukunft?

Weiterhin Harmonie in der Familie, einen sicheren Job, eine umweltfreundliche, ökologische Gesellschaft sowie bessere Bildungsmöglichkeiten und Jobperspektiven für unseren Nachwuchs.

Kapitel 5

Die Energiewende zu Hause

5.1 Persönlicher Energieverbrauch und CO₂-Bilanz



Abbildung 24

Ein aufwändiger Lebensstil führt zu einem großen CO₂-Fußabdruck.

Quelle

Pixelio.de/SheSign

Jede und jeder Einzelne verbraucht Energie. Besonders viel ist es in den reichen Industrieländern wie Deutschland. „Na und“, sagen manche, „das ist doch unsere Angelegenheit“. Das Problem: Solange der Energiebedarf überwiegend durch die Verbrennung von Erdöl, Kohle und anderen fossilen Energieträgern gedeckt wird, wird dabei das Klimagas CO₂ freigesetzt. Und das macht nicht an der Grenze halt, sondern schädigt das Klima überall auf der Welt.

Je mehr Energie wir verbrauchen, desto mehr CO₂ wird freigesetzt. Weltweit gibt es große Unterschiede. Pro Kopf und Jahr verursacht der Energieverbrauch laut Angaben der Internationalen Energieagentur von 2013 zum Beispiel in den USA 16,9 Tonnen CO₂-Emissionen. In der Europäischen Union liegt der Durchschnitt bei sieben Tonnen pro Kopf, in Deutschland sind es mit 9,1 Tonnen deutlich mehr. Hinzu kommen noch die CO₂-Emissionen, die durch Konsum verursacht werden. Nimmt man sie hinzu, liegt der Pro-Kopf-Ausstoß in Deutschland sogar bei etwa elf Tonnen CO₂. In China liegen die durch den Energieverbrauch verursachten Emissionen bei 5,92 Tonnen, doch hier ist das Wachstum sehr schnell: 2004 lag der Wert noch bei 3,7 Tonnen. Wegen der großen Zahl der Menschen in China kann sich diese Steigerung dramatisch auf das Klima auswirken.

Woher kommen die Unterschiede? Die Länder der Welt sind sehr unterschiedlich entwickelt. In Industrieländern wie Deutschland ist der Lebensstil vergleichsweise aufwändig. Nehmen wir die Familie Müller: Mama, Papa, Tochter und Sohn wohnen in einem Einfamilienhaus. Sie verbrauchen 2.130 Liter Heizöl im Jahr, 4.750 Kilowattstunden Strom und fahren insgesamt rund 14.200 Kilometer mit dem Auto, einem Mittelklasse-Kombi. Ach ja, und der Urlaubsflug nach Teneriffa ist nicht zu vergessen. Die Familienmitglieder sind damit – wie alle von uns – für den Ausstoß einer bestimmten Menge an CO₂ verantwortlich. Der CO₂-Ausstoß einzelner Personen wird oft als „CO₂-Fußabdruck“ bezeichnet.

Durchschnittswerte		Werte für Familie Müller	
Art des Energieverbrauchs	CO ₂ -Ausstoß	Umfang (Anzahl, Dauer oder Länge)	CO ₂ -Ausstoß
Elektrischer Strom	0,56 kg/kWh		
Benzin fürs Auto	149 g/km		
Heizöl fürs Heizen und Warmwasser	3 kg/Liter		
Flug nach Teneriffa	1.840 kg/Person		
Summe			

AUFGABEN



1. Betrachte das Foto. Überlege mithilfe der Informationen aus dem Text, aus welchen Ländern der abgebildete Mann stammen könnte. Überlege, ob sein Lebensstil eher einen hohen oder niedrigen Energieverbrauch verursacht. Begründe deine Bewertung.
2. Berechne mithilfe der Informationen aus dem Text und der Werte in der Tabelle, wie viel CO₂-Ausstoß die Familie Müller durch Heizen, Stromverbrauch, Autofahren und ihre Flugreise pro Jahr verursacht.
3. Ermittle mithilfe deiner Eltern die Verbrauchswerte für deine Familie. Erstelle eine Tabelle mit eurem CO₂-Ausstoß. Falls ihr eine Flugreise macht, kannst du die CO₂-Emissionen im Internet berechnen. Einen Rechner findest du unter www.atmosfair.de.

5.2 So viel Strom verbrauche ich doch gar nicht!

„Morgens mit Musik aus der Anlage wecken lassen, duschen, Haare stylen, Make-up. Klamotten raussuchen. Einen Toast und eine Tasse Tee zwischendurch. Zähne putzen mit der elektrischen Zahnbürste nicht vergessen. Dann mit dem Bus zur Schule. Zwischendurch in der Pause einen Snack. Nach der Schule mit dem Bus nach Hause, umziehen, dann von den Eltern im Auto zum Training fahren lassen. Zwei Stunden Sport, dann duschen, dann mit einem Freund in dessen Auto zurück nach Hause. Warmes Abendessen, Hausaufgaben am Laptop. Abends noch Musik hören, telefonieren, chatten, fernsehen. Am Wochenende mit Freunden in den Club und manchmal shoppen. Den Urlaub mit den Eltern verbringen. Zuletzt auf Mallorca ...“

... und wie sieht dein Alltag aus?

Der Lifestyle-Energiecheck

Lebensbereich	Aus dem Beispieltext	Ich selbst
Zu Hause	<ul style="list-style-type: none"> › Strom für die Stereoanlage › warmes Wasser zum Duschen › Strom für den Fön Ergänze:	
Schule		
Freizeit		
Unterwegs sein		
Ergänze:		

AUFGABEN

1. Lies den Beispieltext oben durch. Notiere, bei welchen der genannten Aktivitäten Energie verbraucht wird. Ergänze dazu die Tabelle.
2. Ergänze in der Tabelle deine eigenen Aktivitäten, bei denen Energie verbraucht wird.
3. Überlege, welche Lebensbereiche noch fehlen könnten, für die ebenfalls Energie benötigt wird. Ergänze sie in der letzten Zeile der Tabelle.
4. Unterstreiche die Aktivitäten blau, auf die du verzichten würdest, wenn du Energie sparen müsstest. Markiere mit roter Farbe, auf welche Aktivitäten du auf keinen Fall verzichten würdest.



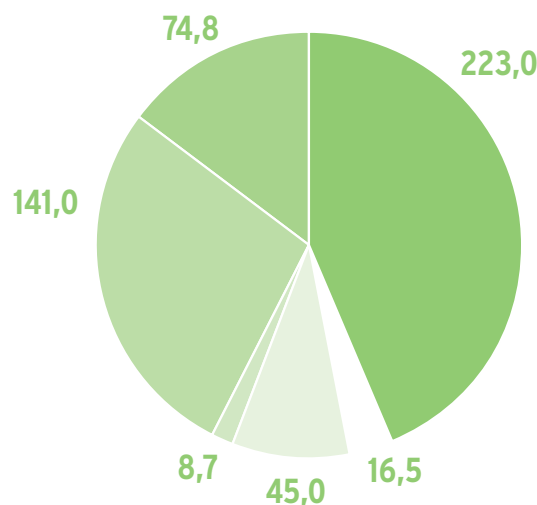
5.3 Sektoren des Energieverbrauchs

Damit der Fernseher läuft, das Handy funktioniert und der PC-Bildschirm nicht schwarz bleibt, ist eine ganz schöne Menge Energie nötig. Energie, die heute vor allem aus dem Verbrennen von Kohle und Erdöl – den sogenannten fossilen Energieträgern – oder in Kernkraftwerken entsteht und die Umwelt schädigt. So wird beim Verheizen von Kohle und Erdöl Kohlendioxid (CO_2) produziert, ein Gas, das den gefährlichen Treibhauseffekt auf der Erde verstärkt und damit das Klima schädigt. Und in Kernkraftwerken bleibt hoch gefährlicher Müll zurück, der auf Jahrtausende radioaktiv verseucht ist. Ganz zu schweigen von der Unfallgefahr – siehe Tschernobyl oder Fukushima.

Beim Herstellen von Strom aus erneuerbaren Energien, also Wind, Wasser, Sonne, Biomasse und Wärme aus dem Erdinneren, entsteht jedoch kein zusätzliches CO_2 . Weil so erzeugter Strom gut für das Klima und somit das Leben auf unserem Planeten ist, wird dieser Strom umgangssprachlich auch „grüner Strom“ oder „Ökostrom“ genannt.

Eigentlich wäre es doch eine tolle Idee, wenn jeder Haushalt in Deutschland weniger Strom verbrauchen und damit etwas gegen den Klimawandel tun würde. Oder wäre das egal, weil nicht die Haushalte, sondern die Industrie und der Verkehr die großen Stromfresser sind?

Stromverbrauch in Deutschland in TWh* nach Sektoren (2010)



Haushalte	
Öffentliche Einrichtungen	
Handel und Gewerbe	
Industrie	
Verkehr	
Landwirtschaft	

Abbildung 25
Stromverbrauch in Deutschland
in TWh nach Sektoren (2010)
*TWh = Terawattstunden

Quelle
Zeitbild / Bundesministerium für
Wirtschaft und Energie, Ener-
giedaten (Stand 2013)

AUFGABEN



1. Ordne die einzelnen Sektoren dem Kreisdiagramm zu. Recherchiere dafür im Internet, zum Beispiel unter www.bmwi.de › Themen › Energie › Energiedaten.
2. Bei der Herstellung von einer Kilowattstunde Strom entstehen beim derzeitigen Strommix durchschnittlich 0,56 Kilogramm Kohlendioxid. Rechne aus, wie viel CO_2 -Emissionen vermieden werden würden, wenn alle Haushalte nur noch grünen Strom nutzen würden.
3. Sammle Hinweise dazu, ob private Haushalte mehr zur CO_2 -Einsparung beitragen könnten, indem mehr Menschen Ökostrom nutzen. Befrage dazu fünf Erwachsene aus deinem Verwandten- und Bekanntenkreis, was sie von Ökostrom halten. Bewerte die Antworten mithilfe deines Wissens über Ökostrom und erneuerbare Energien.
4. a) Überlege, welche weiteren Formen von Energie außer Strom in den oben genannten Sektoren genutzt werden.
b) Recherchiere im Internet, welchen Anteil Strom an der gesamten Energienutzung hat. Die Daten findest du zum Beispiel unter der Fachbezeichnung „Endenergieverbrauch nach Energieträgern“.
c) Bewerte anschließend die Möglichkeiten der CO_2 -Einsparung durch Ökostrom.

Dass wir als Stromverbraucher mit grünem Strom oder Ökostrom etwas fürs Klima tun können, klingt ja ganz gut. Aber woher bekomme ich grünen Strom? Strom kommt doch immer aus der Steckdose – wie kann man unterscheiden, ob er grün ist oder nicht?

Mehr Durchblick auf der Stromrechnung

Recht leicht kannst du zunächst prüfen, wie sich der Strom zusammensetzt, den zum Beispiel deine Familie oder deine Schule bezieht. Denn Stromanbieter sind dazu verpflichtet, ihre Kunden darüber zu informieren. Sie müssen die Zusammensetzung des Stroms auf der Stromrechnung, auf ihrer Internetseite und in ihrem Werbematerial angeben. Da steht genau, wie viel Kernkraft, fossile Brennstoffe oder eben erneuerbare Energien drinstecken. Außerdem wird angegeben, wie viel CO₂-Ausstoß damit verursacht wird. Diese Angaben heißen Stromkennzeichnung – oder, ganz offiziell, „Kennzeichnung der Stromlieferungen“.

Was kommt aus der Steckdose?

Okay, du hast festgestellt, dass da noch „Fossile“ im Strom stecken. Wie geht es nun weiter mit dem Klimaschutz? Dazu sollte man wissen, wie in Deutschland Strom erzeugt und an die Verbraucher verteilt wird. Es gibt viele hundert verschiedene Firmen, die Strom für private Verbraucherinnen und Verbraucher anbieten. Manche erzeugen ihn selbst in eigenen Kraftwerken, manche kaufen ihn wiederum bei anderen Firmen. Unter diesen Stromanbietern können sich Verbraucher einen aussuchen, der einen Ökostromtarif bietet.

Doch aus der Steckdose zu Hause kommt natürlich nicht genau der Strom, der zum Beispiel im Wasserkraftwerk eines Ökostromanbieters erzeugt wird. Das Stromnetz kann man sich vielmehr wie einen großen See vorstellen: Rundherum stehen lauter Kraftwerke, die sowohl aus fossilen als auch aus erneuerbaren Energien Strom produzieren und ihn in den See leiten. Dort vermischt sich der „normale“ mit dem grünen Strom, weil es aus physikalischen Gründen nicht möglich ist, die beiden Stromarten zu trennen. Alle Verbraucher zapfen dann aus dem großen See ihren Strom für Kühlschrank und Co. ab.

Wie kommen mehr Erneuerbare in den „Stromsee“?

Für den Klimaschutz wäre es also am besten, wenn noch mehr grüner Strom in den „Stromsee“ fließen würde. Dafür hat der Gesetzgeber bereits etwas getan, indem er das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) erlassen hat. Es besagt unter anderem, dass die Betreiber von Wind-, Photovoltaik- oder Biomasseanlagen für ihren Strom garantiert einen Preis erhalten, der höher ist als der normale Marktpreis für Strom. Daher gibt es einen Anreiz, mehr dieser Anlagen zu bauen. Der höhere Preis für den grünen Strom wird auf alle Stromverbraucher „umgelegt“, das heißt: Die Stromverbraucher legen zusammen. Hierfür bezahlen sie einen Aufschlag auf ihre Stromrechnung, die sogenannte EEG-Umlage. Auf diese Weise tragen alle Stromkunden dazu bei, dass mehr Strom aus Erneuerbaren ins Netz kommt. auch wenn sie keinen besonderen Ökostromtarif gebucht haben.

Was können private Haushalte tun?

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz sorgt also bereits dafür, dass der Anteil der erneuerbaren Energien im Stromsee steigt. Stromkunden können darüber hinaus noch mehr fürs Klima tun, indem sie einen speziellen Ökostromtarif beziehen. Doch dabei müssen sie genau hinschauen, denn Ökostrom, Naturstrom oder grüner Strom sind keine geschützten Begriffe! Egal, wie die Tarife heißen, klimafreundlich sind sie nur, wenn dadurch noch mehr Strom aus erneuerbaren Energien in den Stromsee fließt. Verschiedene Qualitätslabel versuchen, nur solche Angebote mit tatsächlichem Nutzen für die Umwelt und die Energiewende zu kennzeichnen.

Aber was ist bei Ökostromtarifen ohne Nutzen für die Umwelt anders? Natürlich wird auch er mithilfe erneuerbarer Energien erzeugt, das müssen die Stromversorger nachweisen. Nur kommt der Strom meist aus dem Ausland, zum Beispiel aus den skandinavischen Ländern. Denn dort ist das Angebot aus Wasserkraft viel höher als die Nachfrage nach grünem Strom.



So können Stromversorger in Deutschland einen Ökostromtarif anbieten, indem sie zum Beispiel Strom aus Wasserkraftwerken in Norwegen kaufen, und dafür Strom aus Kohlekraftwerken dorthin liefern. Der Anteil von klimafreundlichem Strom im europäischen Stromsee bleibt dabei gleich.

Für alle Ökostromkunden gilt aber: Durch den Kauf von Ökostrom zeigen sie, dass sie eine nachhaltige, erneuerbare Stromversorgung wollen. Das ist ein wichtiges Signal an die Politik.

Qualitätslabel für Ökostrom

Mehrere Organisationen in Deutschland schauen sich genau an, woher die Ökostromanbieter ihren Strom beziehen. Es wird auch bewertet, wohin die Einnahmen aus dem grünen Strom fließen. Das Ziel ist, durch die Entscheidung für einen Ökostromtarif den Bau neuer Erneuerbare-Energien-Anlagen zu unterstützen.

Qualitätslabel für grünen Strom

 <p>www.ok-power.de</p>	<p>Was ist das für eine Organisation?</p> <p>Welche Kriterien müssen Stromanbieter erfüllen, um das Label zu bekommen?</p>
 <p>www.gruenerstromlabel.de</p>	<p>Was ist das für eine Organisation?</p> <p>Welche Kriterien müssen Stromanbieter erfüllen, um das Label zu bekommen?</p>
 <p>www.tuev.nord.de www.tuev.sued.de</p>	<p>Was ist das für eine Organisation?</p> <p>Welche Kriterien müssen Stromanbieter erfüllen, um das Label zu bekommen?</p>

AUFGABEN



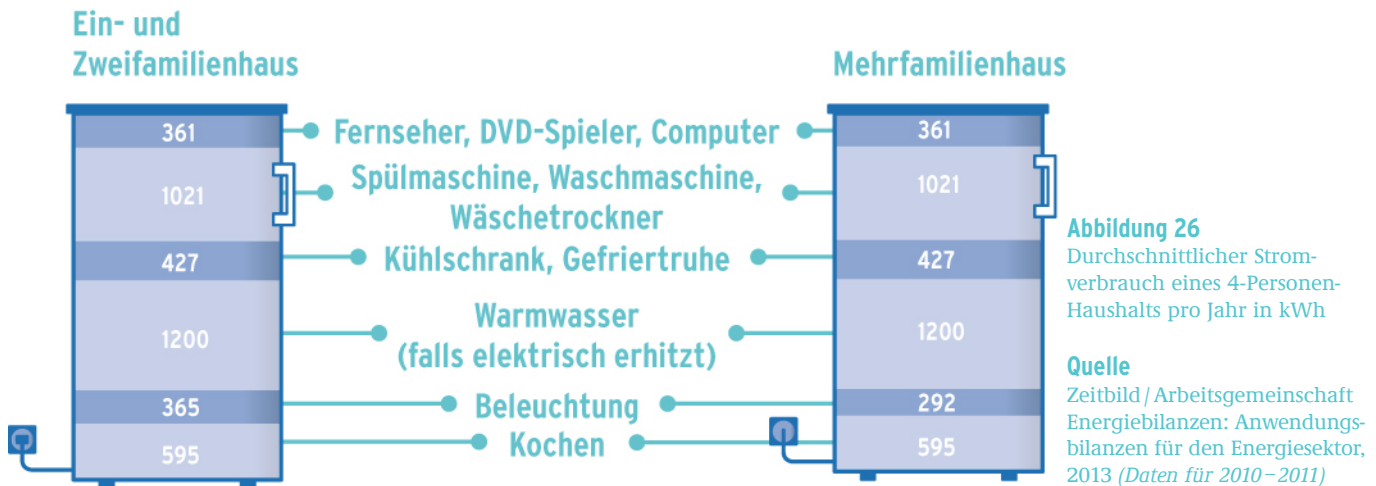
1. Recherchiere auf den angegebenen Internetseiten zu den Labels. Notiere in Stichworten in der Tabelle, um was für eine Organisation es sich handelt und welche Kriterien dem Label zugrunde liegen.
2. Vergleiche deine Ergebnisse zu den Labels und benenne Gemeinsamkeiten und Unterschiede.
3. Formuliere mithilfe deiner Rechercheergebnisse eine Begründung dafür, warum es wichtig ist, dass ein Teil des Stroms aus neuen Erneuerbare-Energien-Anlagen kommt.
4. Finde heraus, von welchen Stromanbietern deine Familie, deine Bekannten und deine Schule Strom beziehen. Schau nach, ob diese Anbieter Ökostrom anbieten und ob sie ein Qualitätslabel haben.

Die EcoTopTen

Auch das Öko-Institut in Freiburg will für mehr Durchblick beim Ökostrom sorgen. Es veröffentlicht eine Empfehlungsliste, die sogenannte EcoTopTen. Sie findet sich im Internet unter www.ecotopten.de/produktfeld_strom.php.

5.5 Der Stromsparcheck

Grünen Strom zu benutzen, ist gut für die Umwelt. Der beste Strom ist aber der, der eingespart wird. Zu Hause und in der Schule weniger Energie zu verbrauchen, ist clever, denn das bringt dem Klima etwas und auch dem Geldbeutel. Ein großer Teil der privaten Stromkosten gehen für Haushaltsgeräte wie Kühlschrank und Wäschetrockner drauf, wie du in der Grafik siehst. Und wie sieht dein persönlicher Verbrauch aus?



Die Energie-Checkliste

Art der Stromnutzung	Dauer	Wie kann man dabei Strom sparen?
Kochen		
Beleuchtung		
Warmwasser elektrisch erhitzt		
Kühlschrank und Gefriertruhe		
Spülmaschine		
Waschmaschine		
Wäschetrockner		
Fernseher		
DVD-Spieler		
Computer		

AUFGABEN

1. Notiere dir einen Tag lang, welche Haushalts- und Elektrogeräte du oder deine Familie benutzt und wie lange. Trage die Daten in die zweite Spalte der Tabelle ein.
2. Recherchiere, wie Haushalte beim Stromverbrauch sparen können. Nutze dazu zum Beispiel die Broschüre des Umweltbundesamtes „Energiesparen im Haushalt“. Sie ist auch im Internet erhältlich unter www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/energiesparen. Notiere die Vorschläge in der dritten Spalte der Tabelle.
3. Bewerte die Vorschläge. Beachte dabei auch die Abbildung 26 zum durchschnittlichen Stromverbrauch eines 4-Personen-Haushalts. Überlege, welche der Vorschläge zum Stromsparen die größten Einsparungen ermöglichen. Notiere deine Begründung.



5.6 Erneuerbare Energien in meinem Alltag

Dürfen wir vorstellen? Jan Müller ...

...ein typischer Jugendlicher in Deutschland, wie ihn sich eine große Werbeagentur vorstellt: Jan ist 18 und wohnt in Köln in der Dreieinhalb-Zimmer-Wohnung seiner Eltern. Er geht in die 11. Klasse, ist großer Fan des 1. FC Köln und spielt selbst Fußball. Jan ist oft mit seinen Freunden unterwegs. Wenn er in seinem Zimmer ist, surft er gern im Internet – über zwei Stunden. Meist lässt er dazu noch den Flachbildfernseher laufen ...

Was meinst du, wie geht Jan als „typischer“ Jugendlicher wohl im Alltag mit Energie um? Sicher kannst du dir das gut vorstellen. Kannst du dir auch vorstellen, dass noch vor wenigen Jahrzehnten der Energiekonsum radikal anders aussah? Mitte der 1990er-Jahre hatte kaum ein Jugendlicher ein eigenes Handy und nur sehr wenige einen eigenen Computer. In den 1980er-Jahren waren private Flugreisen noch selten. In den 1970er-Jahren hatten längst nicht alle Familien ein Auto, in den 1960er-Jahren nicht alle einen Fernseher ... Und noch etwas früher, am Ende des 19. Jahrhunderts, hatte niemand elektrische Geräte zu Hause – die gab es nämlich noch gar nicht. Auch Autos gab es erst vereinzelt. Also hat auch niemand Benzin oder Strom verbraucht.

Heute verbrauchen wir geradezu unfassbar viel mehr Energie. Und die stammt zum größten Teil immer noch aus konventionellen Quellen wie Kohle, Öl oder Kernkraft. Abgesehen davon, dass diese Quellen endlich sind, hinterlassen wir auf diese Weise einen viel zu großen CO₂-Fußabdruck. Pro Kopf gelangen mehr Klimagase in die Atmosphäre, als diese auf Dauer verträgt.

Auch wenn der Anteil von erneuerbaren Energien schon kräftig gestiegen ist: Es muss sich noch viel tun, bis unsere Energieversorgung komplett durch Wind, Sonne und Co. gesichert ist. Wie wird dann wohl Jan Müllers Alltag aussehen? Möglicherweise bleibt vieles beim Alten – dann hat Jan vielleicht einen Fernseher, der viel weniger Energie verbraucht als die Geräte von heute. Aber vielleicht wird er sich in anderen Bereichen umstellen müssen ...



Abbildung 27
Wohnzimmer in den 1950er-Jahren mit gehobener technischer Ausstattung. Fernseher und Stereoanlage waren damals nicht selbstverständlich.

Quelle
Jürgen Howaldt / commons.wikimedia.org/CC BY-SA 3.0 DE

Abbildung 28
Technik im Haushalt wird immer effizienter.

Quelle
Collage unter Verwendung von Fotos von: KMJ/commons.wikimedia.org/gemeinfrei; SunLadder/commons.wikimedia.org/CC BY-SA 3.0; LGEPR/flickr.com/CC BY 2.0

AUFGABEN



In mehreren Schritten entwickelst du Überlegungen, wie es in Zukunft weitergehen könnte:

1. *Stell dir eine Person vor, die heute lebt – vielleicht eine Schülerin oder einen Schüler in deinem Alter. Denk dir einen Namen aus. Beschreibe dann ihren Alltag heute und sammle Ideen, wo für er oder sie Energie braucht. Folgende Fragen helfen dir dabei: Wie sieht der Tagesablauf aus? Wie bewegt sich die Person im Alltag und auf Reisen? Wie wohnt sie, und was kauft sie sich?*
2. *Überlege nun, wie der Alltag dieser Person in 50 Jahren aussehen könnte. Beschreibe zwei Varianten.*
 - a) *Nimm an, dass die Person so klimafreundlich wie möglich lebt.*
 - b) *Nimm an, dass sich die im Text beschriebene Entwicklung der Vergangenheit ohne Rücksicht auf das Klima fortsetzt.*
3. *Beschreibe, was in der klimafreundlichen Zukunft im Vergleich zu heute anders wäre.*

Kapitel 6

Erneuerbare Energien

in der Praxis

6.1 Wer arbeitet mit erneuerbaren Energien?

In Deutschland arbeiten heute knapp zwei Millionen Menschen in der sogenannten Umweltwirtschaft. Und gut ausgebildete Fachkräfte sind bei „grünen“ Technologien besonders gefragt. Fachleute gehen davon aus, dass der Bedarf weiter wachsen wird. Allein im Bereich der erneuerbaren Energien könnte die Zahl der Beschäftigten von rund 380.000 im Jahr 2011 auf 520.000 bis 640.000 im Jahr 2030 ansteigen, so eine im Auftrag des Bundesumweltministeriums erstellte Studie aus dem Jahr 2012.

Aber was tun diese Menschen eigentlich? Die Möglichkeiten sind vielfältig. Schon in der Schule geht es bei manchen los: Sie betreuen mit ihrer AG eine Solaranlage oder kümmern sich ums Energiesparen. Oder der Hausmeister kümmert sich darum, dass in der Schule möglichst wenig Energie verbraucht wird. Doch manchmal ist es gar nicht leicht zu erklären, wie bestimmte Tätigkeiten mit erneuerbaren Energien zusammenhängen. Denn es gibt nicht nur klassische Umweltberufe wie Wartungstechniker/-in für Windkraft oder Energieberater/-in. Dazu kann zum Beispiel auch der Schornsteinfeger oder die Schornsteinfegerin gehören, denn sie prüfen Heizungsanlagen auf optimale Funktion und minimierten Schadstoffausstoß und geben Tipps, wie der Energieverbrauch optimiert werden kann.

AUFGABEN



1. Überlege und notiere in Stichworten, für welches Thema oder welche Tätigkeit im Bereich der erneuerbaren Energien du dich interessieren könntest.
2. Stelle deiner Klasse Personen vor, die sich mit erneuerbaren Energien beschäftigen. Wähle dazu eins der Porträts auf den folgenden Seiten aus und notiere Informationen zu den beschriebenen Personen.
 - a) Fasse in eigenen Worten möglichst kurz und anschaulich zusammen, was die Personen tun und wie die Tätigkeit mit erneuerbaren Energien zusammenhängt.
 - b) Beschreibe, wie die Personen zu dieser Tätigkeit gekommen sind.
 - c) Sammele Hinweise, wie zufrieden sie mit ihrer Tätigkeit sind und warum sie diese ausüben.

Überlege, zu welcher Tätigkeit du mehr erfahren möchtest. Notiere Stichworte zu deinen Fragen. Recherchiere im Internet nach Informationen dazu. Nutze zum Beispiel Berufsorientierungsangebote oder Jobbörsen wie

www.berufe.tv – Das Filmportal der Bundesagentur für Arbeit

www.planet-beruf.de – Portal der Bundesagentur zu Ausbildungsberufen

www.greenjobs.de – Jobbörse für Umweltfachkräfte

www.nachhaltigejobs.de – Stellenangebote im Bereich Umwelt, Nachhaltigkeit

www.beroobi.de – Berufe online erleben

www.greendaydeutschland.de – Berufsorientierungstag „Grüne Berufe“

6.2 Sigrid Quisbrok, Solartechnikerin

Wer als Solartechnikerin oder Solartechniker arbeitet, hat meist einen Ausbildungsberuf gelernt – zum Beispiel Elektriker/-in oder auch Heizungsmechaniker/-in – und später eine Zusatzausbildung gemacht. Andere haben an einer Fachhochschule studiert und sich schon im Studium spezialisiert. Sigrid Quisbrok (45) hat dagegen einen ungewöhnlichen Weg genommen: Eigentlich hat sie Französisch und Biologie studiert, heute arbeitet sie als freiberufliche Dozentin für Solarstromsysteme.

Im Studium hatte die Bielefelderin noch von einer Karriere in der Forschung geträumt. Doch danach arbeitet sie erst einmal für eine Firma, die Verpackungen herstellt. „Ich habe internationale Großkunden betreut. Meine Arbeit war international und verantwortungsvoll“, erinnert sich Sigrid, „aber sie war nicht nachhaltig. Verpackungen werden geöffnet und weggeworfen. Es war in gewisser Weise Arbeit für die Tonne.“

Sigrid beginnt, sich im aufkommenden Markt der erneuerbaren Energien umzusehen, auch weil sie Naturwissenschaften schon immer fasziniert haben. Sie schafft den Quereinstieg mit einer Weiterbildung zur Europäischen Solartechnikerin. Dass sie als Biologin teilnehmen durfte, war eine Ausnahme, erinnert sich Sigrid.

Bei ihrem ersten Job in der Solarbranche helfen ihr ihre Sprachkenntnisse in Englisch und Französisch. Sie arbeitet bei einem Anbieter für Solarstromanlagen, der europaweit tätig ist. Sie macht weitere Fortbildungen, baut eine Filiale in Frankreich auf und steigt zur Managerin für internationale Projekte auf. Doch 2011 verliert sie durch Veränderungen in der Branche ihren Job. Trotzdem bleibt sie immer optimistisch: „Man braucht Flexibilität, stahlharte Nerven und Humor im Bereich der erneuerbaren Energien. Es ist trotzdem ein Gebiet mit enormem Potenzial“, sagt Sigrid. Da sich der Markt und die Technik so rasch verändern, lässt die Arbeit mit Solarenergie keine Langeweile aufkommen. Es bedeutet für eine Solartechnikerin aber auch, dass man sich stets weiterbilden muss.

Seit 2009 gibt Sigrid Quisbrok internationale Kurse über Solarstromsysteme für Lehrkräfte, für Installationsbetriebe und für Entscheidungsträger. Mithilfe der Geräte in ihrem Solarkoffer vermittelt sie physikalisches Wissen: Welche elektrischen Eigenschaften haben Solarzellen? In welchem Winkel müssen die Module zur Sonne ausgerichtet sein, um möglichst effizient Energie zu gewinnen?

Bei der Installation käme es immer wieder zu typischen Fehlern, so die 45-Jährige. Die Verschattung durch „spontane Bäume“ zum Beispiel. Das klingt lustig, sei aber oft ein Problem, sagt Sigrid. Denn das Bäumchen neben der Anlage, das bei der Installation noch klein ist, wächst – und kann eines Tages zu Ertragseinbußen führen. Auch Fachleute würden dies manchmal übersehen und denken, die Module seien kaputt.

Für Projekte ins Ausland zu reisen, findet Sigrid spannend. „Auch wenn ich jedes Mal von fürchterlichem Heimweh nach Bielefeld betroffen bin“, gesteht sie. Der Job als Dozentin mache ihr viel Spaß, manchmal müsse sie sich sogar abends zwingen, mit den Kursvorbereitungen aufzuhören: „Ich möchte alles möglichst gut und anschaulich vermitteln; es ist toll, wenn das funktioniert“, schwärmt die Bielefelderin. Dabei entdeckt sie auch immer wieder kulturelle Unterschiede in den verschiedenen Ländern. So sorgten bei Kursen in Europa Fotos von komplett gescheiterten Anlagen immer wieder für Lacher und lockerten die Stimmung auf, erzählt Sigrid. In Asien käme Schadenfreude dagegen nicht so gut an.



Abbildung 29
Sigrid Quisbrok, Solartechnikerin

Quelle
Sigrid Quisbrok

6.3 Swen Knops, Servicetechniker für Windenergieanlagen



Abbildung 30
Swen Knops, Servicetechniker für
Windenergieanlagen

Quelle
Anna Fischer

ob die Rotorblätter in die richtige Richtung geneigt sind und genügend Spielraum haben. So wird vermieden, dass sie bei stärkerem Wind blockieren oder sogar abbrechen.

Wie jede andere Maschine haben Windenergieanlagen trotzdem manchmal spontane Störungen und fallen komplett aus. Dann bekommen Swen und Christian morgens eine Störungsmeldung und müssen noch am selben Tag zur beschädigten Anlage fahren. Dann ist es nicht immer einfach, den Fehler zu finden. „Zuletzt hatten wir einen Kabelbruch in einem Rotorblatt. So etwas kann man nicht messen oder sehen“, berichtet Swen. „Wir mussten erst einmal alles andere ausschließen.“ Wenn der Fehler am Generator liegt, dem Teil, der die mechanische Energie in elektrische Energie umwandelt, kann es passieren, dass dieser mit einem Kran ausgetauscht werden muss. „Die Störungen sind natürlich viel spannender als die Wartungen. Wenn wir es geschafft haben, sind wir zufrieden und schlafen auch besser“, berichtet Swen.

Zur Arbeit mit erneuerbaren Energien hat Swen erst nach der Ausbildung gefunden. Nach der Bundeswehr machte Swen eine Ausbildung zum Kraftfahrzeugmechaniker in Moers. „Der Job war mir nachher zu einseitig. Du gehst morgens zur Arbeit, tauschst den ganzen Tag Autoteile aus und gehst wieder nach Hause – das war nichts für mich“, erinnert sich Swen. Also wechselte er den Job und arbeitete als Servicekraft für Blockheizkraftwerke. In der Fortbildung hat er den Umgang mit elektrischen Anlagen gelernt. Diese und weitere Ausbildungen sind heute eine wichtige Voraussetzung für seine Arbeit als Servicetechniker für Windenergieanlagen. „In einer Anlage hast du überall Metall um dich herum. Man muss mit allen Sinnen dabei sein, muss riechen und in der Luft schmecken können, dass irgendwas nicht stimmt. Sonst gerät man schnell in Lebensgefahr“, erklärt der 32-Jährige.

Trotz der Gefahren und der manchmal langen Arbeitstage hat Swen einen Job gefunden, der ihm Spaß macht. „Unsere Arbeit erfordert gute Nerven, Flexibilität und Selbstständigkeit. Dafür habe ich niemanden, der mir sagt, was ich zu tun habe. Das gefällt mir. Außerdem verstehe ich mich gut mit meinem Kollegen. Das ist natürlich auch wichtig, wenn man so viel Zeit miteinander verbringt.“

Der Job von Swen Knops ist nichts für schwache Nerven. Er ist Servicetechniker für Windenergieanlagen bei der Deutschen Windtechnik AG, einem Serviceunternehmen für Windenergie mit Hauptsitz in Bremen. Swen ist für die Wartung und Reparatur von Windenergieanlagen zuständig. Das heißt, fährt täglich von Anlage zu Anlage, nimmt einen engen Aufzug im Anlagenturm und fährt hoch hinauf zur sogenannten Maschinengondel, die sich in bis zu hundert Metern Höhe befinden kann. Dort prüft und repariert er die Technik, bevor er zur nächsten Anlage fährt.

Begleitet wird der 32-Jährige stets vom seinem Kollegen Christian (24). Jeden Morgen ziehen die beiden mit dem Firmenwagen los. Oft sind sie dann bis abends unterwegs und warten mehrere Anlagen an einem Tag. Manchmal ist das Zweierteam auch mehrere Tage auf Montage und übernachtet in Hotels. Denn ihr Einsatzgebiet erstreckt sich von Bremen bis zum Saarland.

Der Hauptteil von Swens Arbeit besteht darin, Windenergieanlagen in regelmäßigen Abständen zu warten. Er ist also dafür zuständig, dass die Anlagen sicher und zuverlässig laufen und möglichst viel Strom erzeugen und ins Netz einspeisen. Außerdem hilft er, Gefahren und Ausfälle zu vermeiden. Bevor Swen und Christian mit der Wartung loslegen, müssen sie zunächst die Anlage „ausschalten“. Unter anderem müssen die Rotorblätter angehalten werden. Bei der Halbjahreswartung werden zum Beispiel Messarbeiten am Flügellager vorgenommen, und es wird geprüft,

6.4 Gudrun und Hans-Jürgen Wieczorek, Energielandwirte

„Wir haben schon immer versucht, ökologisch zu leben. Für uns ist es eine tolle Sache, selbst Energie zu erzeugen“, sagt Gudrun Wieczorek (54). Sie ist Diplom-Agraringenieurin und Pferdewirtschaftsmeisterin und lebt in Norddeich an der Nordseeküste. Mit ihrem Mann Hans-Jürgen (69) leitet sie den Reiterhof „Ponyland Norddeich“, der hauptsächlich Reiterferien für Kinder und Klassenfahrten anbietet. Außerdem züchten die Wieczoreks Anguskühe als Biolandbetrieb. Und schon seit 1997 versorgt die Familie nicht nur Pferde und Kühe, sondern „füttert“ auch ihre eigene Biogasanlage.

Die Biogasanlage wurde mehrfach erweitert und hat mittlerweile 160 Kilowatt elektrische Leistung. Damit könnte man 250 Haushalte versorgen. Die Anlage erzeugt Gas, das einen Generator antreibt, der wiederum Strom ins Stromnetz abgibt. Dieser Generator erzeugt bei der Gasverbrennung viel Wärme, die zu Hause zum Heizen und zum Duschen genutzt wird. Damit hat es nicht nur die Familie schön warm, sondern sogar die ganze Herberge mit bis zu 70 Feriengästen. „Wir können sogar unsere Ponys mit warmem Wasser waschen, das mögen sie viel lieber als kaltes“, berichtet Gudrun. Ein weiterer Teil der Wärme wird zurück an die Biogasanlage abgegeben, denn auch die Bakterien im Gärbehälter mögen es warm.

Wenn Sohn Nils (29) morgens und abends die Tiere füttert, dann ist auch die Biogasanlage „hungrig“. Sie bekommt Klee gras, Mais, Weizenreste und den Mist von 150 Tieren. Insgesamt braucht sie 350 Kilogramm pro Stunde. Nils muss stets prüfen, ob der Gärungsprozess funktioniert: „Wenn das Gas aus der Gülle aufsteigt, dann blubbert es. Das ist immer ein gutes Zeichen.“

Es kommt immer wieder vor, dass die Biogasanlage ihre Arbeit verweigert. Dann stoppt sie und löst Alarm aus. Nils oder Hans-Jürgen misst dann als Erstes die Temperatur, die zwischen 37 und 42 Grad liegen sollte, und schaut, ob alles ordnungsgemäß „blubbert“. Manchmal setzen sich feste Bestandteile an der Oberfläche ab und bilden eine sogenannte Schwimmschicht, die keine Gase mehr durchlässt. „Früher hatten wir ein Rührwerk mit Paddeln oder mussten manchmal selbst rühren. Seit diesem Jahr haben wir eine Beregnungsanlage“, sagt Nils. Sie sprüht immer wieder Flüssigkeit auf die Oberfläche der Masse, sodass keine Schwimmschicht entsteht. Manchmal nimmt Nils auch eine Probe vom Material und lässt es prüfen. „Die Biogasproduktion ist ein lebendiger Prozess, und es ist oft schwer, das Problem zu finden, wenn mal wieder eins auftritt“, sagt der 29-Jährige. Manchmal sei auch einfach die Pumpe kaputt oder Stroh habe sich um die Windungen der Sacke gewickelt, die das „Futter“ für die Anlage in den Gärbehälter befördert.

Mit Reit- und Ferienbetrieb, den Feldern und der Viehzucht ist auf dem Hof eine klare Aufgabenteilung nötig. Gudrun kümmert sich hauptsächlich um den Reitbetrieb. Dabei hilft ihr ihre Tochter Pia (26), die ebenfalls Pferdewirtin ist. Hans-Jürgen und Sohn Nils (29) kümmern sich um die Außenwirtschaft. Das heißt, sie fahren unter anderem die Stroh- und Heuernten ein, bauen und reparieren aber auch Zäune und Ställe. Außerdem sind sie für die Biogasanlage zuständig. „Mit der Stallarbeit wechseln wir uns ab. Wir greifen uns generell unter die Arme, wenn zusätzliche Aufgaben anstehen oder es Überraschungen gibt“, so Gudrun. Wenn zum Beispiel eine Kuh Schwierigkeiten hat, ihr Kalb zu bekommen, dann müssen alle gleichzeitig helfen.

Die Biogasanlage erfordert Interesse und werde niemals langweilig. „Mein Mann hatte schon immer Unternehmergeist und einen Sinn für Innovationen“, erinnert sich Gudrun. Außerdem sei er nicht nur mutig, sondern auch hartnäckig. „Wir haben uns immer gewünscht, Strom- und Wärme mit unserem Pferde- und Rindermist zu erzeugen und nebenbei noch einen hochwertigen, biologischen Dünger für unsere Weiden herzustellen.“ Denn wenn die Masse aus Pflanzenresten und Mist in der Biogasanlage ihre Energie abgegeben hat, wird sie zum Düngen der Felder genutzt. Dieser Dünger ist biologisch und besonders hochwertig. „Wenn die Gase raus sind, ist die Gülle so gut wie geruchsfrei“, lacht Nils. „Und wir haben keinen stinkenden Misthaufen mehr auf dem Hof“, ergänzt Gudrun.



Abbildung 31
Nils und Hans-Jürgen Wieczorek vor der Biogasanlage des Reiterhofes

Quelle
Gert Wagner

6.5 Nicolai Parlog, Software-Entwickler für Energiemodelle



Abbildung 32
Nicolai Parlog, Software-Entwickler

Quelle
Fraunhofer ISI

Nicolai Parlogs Arbeit besteht darin, die Zukunft vorherzusagen. Einen Teil davon zumindest. Er ist Software-Entwickler und entwirft Energiemodelle in Form von Computersoftware. Die Programme helfen dabei, vorauszusagen, wie hoch die Energienachfrage und das -angebot zu einer bestimmten Zeit in einem bestimmten Gebiet sein werden. Diese Analysen werden gebraucht, um rechtzeitig eine geeignete Energieversorgung aufzubauen.

Nicolai ist 30 Jahre alt und arbeitet seit zwei Jahren am Fraunhofer ISI, einem Forschungsinstitut in Karlsruhe. Das Institut berät nicht nur die Politik, sondern auch Wirtschaftsunternehmen. Die Abteilung, in der Nicolai arbeitet, heißt „Energietechnologien und Energiesysteme“. Hier arbeiten circa 30 Menschen unter anderem an Lösungen für ein umwelt- und ressourcenschonendes Energiesystem.

Studiert hat Nicolai Informatik mit Nebenfach Mathematik. „Meine Berufserfahrung während des Studiums bestand eigentlich nur aus dem Verkauf von Biobrot auf dem Wochenmarkt“, lacht Nicolai. „Gleichzeitig war ich immer politisch interessiert und habe versucht, so nachhaltig wie möglich zu leben. Also habe ich etwas gesucht, wo ich dieses Interesse mit meiner Ausbildung verknüpfen kann.“

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an Nicolais Institut verwenden komplizierte wissenschaftliche Theorien. „Ich überführe ihre Vorstellungen in das Design einer Software und in Programmiercode“, sagt Nicolai. „Ohne Software wären die Prognosen gar nicht möglich.“ Es wäre zu kompliziert, die vielen Rechnungen einzeln durchzuführen. Zahllose Aspekte müssen beachtet werden, Zahlen aus der Vergangenheit werden mit Annahmen über die Zukunft kombiniert. Wie viel Energie verbrauchen zum Beispiel private Haushalte? Fernseher verbrauchen zwar durch die Entwicklung der Flachbildschirme immer weniger Energie, werden aber immer größer. Und wie entwickelt sich der Immobiliensektor? Denn je nach Wärmedämmung der Häuser werden die Menschen in Zukunft weniger heizen müssen. Auch in der Industrie wird teilweise ein sinkender Energiebedarf erwartet. Zum Beispiel, weil wahrscheinlich weniger Zement produziert wird, dessen Produktion sehr energieaufwändig ist.

Eins der Modelle des Instituts dient dazu, den Stromverbrauch eines Landes in einem Jahr stundengenau zu prognostizieren. Was durch die Ausführung des Modells entsteht, wird „Lastkurvenprojektion“ genannt. Die Lastkurve stellt den Energieverbrauch in einem bestimmten Zeitraum in einem Diagramm dar und wird unter bestimmten Annahmen in die Zukunft projiziert, also fortgeschrieben. „Ich habe immer gedacht, Software-Entwickler wäre ein rein technischer Beruf“, erzählt Nicolai. Nun besteht seine Arbeit aus vielen verschiedenen Tätigkeiten. Nur Programmiercodes für die Software schreibt er eher selten, er führt die meisten Energiemodelle auch nicht selbst aus. Vielmehr berät Nicolai die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bei ihrer Arbeit. „Ich betreue die verschiedenen Modelle und berate die Modellierer, wenn sie eine bestimmte Funktion umsetzen wollen“, erklärt er. „Manchmal fragen mich Kunden oder Wissenschaftler nach einer Software-Lösung für ein Problem. Aber man darf nicht nach einer Lösung suchen, bevor man überhaupt verstanden hat, wonach man genau sucht. Auch dabei kann ich helfen und erfahre nebenbei unheimlich viel über Energiewirtschaft.“

Zusätzlich betreut Nicolai studentische Beschäftigte. Neben der Arbeit mit Software und Programmierung ist es vor allem dieser tägliche Umgang mit den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, den Projektkunden und den Studierenden, der dem 30-jährigen Spaß macht und für viel Abwechslung sorgt.

6.6 Ursula und Michael Sladek, ehemalige Stromrebellin

Der Name Elektrizitätswerke Schönau (EWS) klingt nach Stadtwerken – solide, traditionell, wie es sie überall in Deutschland gibt. Doch das Unternehmen ist in der Hand von „Rebellen“. So sahen sich die Mitglieder der Bürgerbewegung von Schönau, die sich Ende der 1980er-Jahre in den Kopf gesetzt hatten, ihre Kommune ohne Atomkraft zu versorgen. Heute gehören die EWS den Bürgerinnen und Bürgern von Schönau. Und sie haben Erfolg.

Diese Erfolgsgeschichte ist untrennbar mit dem Ehepaar Ursula und Michael Sladek verbunden. Sie bildeten den Kern einer Bürgerbewegung und waren die treibende Kraft hinter den „Stromrebellin von Schönau“. Die Bürger Schönaus waren erfolgreich und kauften ihr Stromnetz vom überregionalen Betreiber ab. Auf diese Weise gründeten sie 1994 den ersten Ökostromanbieter Deutschlands. Die EWS betrachten sich bis heute als etwas anderes Unternehmen. Sie gehören einer Genossenschaft mit über 3.000 Gesellschaftern. Und die wollen nicht den höchsten Gewinn – sondern in eine ökologische und bürgerfreundliche Energieversorgung investieren.



Abbildung 33
Beschäftigte der Elektrizitätswerke Schönau

Quelle
Elektrizitätswerke Schönau

Ursula und Michael Sladek gehören heute zum dreiköpfigen Vorstand der Eigentümergenossenschaft der EWS. Die Gedanken der Bürgerbewegung haben sich in der Unternehmensstruktur niedergeschlagen. So bestimmt eine Gesellschafterversammlung die Ziele der EWS und kontrolliert deren Arbeit. Berufen wird der Aufsichtsrat von der Generalversammlung aller Genossenschaftler. So verkaufen die EWS weder Kohle- noch Atomstrom an ihre Kunden. Sie verkaufen nur Strom aus erneuerbaren Energien. Damit hat es das Unternehmen der früheren Stromrebellin auf circa 100 Mitarbeiter gebracht und auf 150.000 Stromkunden deutschlandweit.

Ursula und Michael Sladek haben sich noch etwas ausgedacht, um die Kundinnen und Kunden selbst an der Stromproduktion zu beteiligen: Jeder Kunde zahlt neben seinem Stromtarif einen sogenannten „Sonnencent“ pro Kilowattstunde. Mit den Sonnencents wird denen geholfen, die ihre eigenen umweltfreundlichen Kraftwerke aufbauen möchten. Auf diese Weise konnten von 1999 bis 2013 insgesamt 2.250 Neuanlagen (*Photovoltaik, Kraft-Wärme-Kopplung, Wind, Wasser, Biogas*) in ganz Deutschland errichtet werden.

Das Besondere ist, dass diese Anlagen nicht den EWS gehören, sondern den Bürgern selbst. Somit trägt das Förderprogramm dazu bei, dass Energie an vielen verschiedenen Orten erzeugt wird. So wollen Ursula und Michael Sladek den Menschen Mut machen, die Dinge in die Hand zu nehmen und selbst zu verändern. Seit 2010 fließen die Sonnencents auch in Projekte, die zur Minderung des CO₂-Ausstoßes beitragen oder zur Aufklärung über die Energiewende.

Wer eine Photovoltaikanlage installiert, kann Strom in das Netz abgeben und bekommt dafür Geld. Die EWS zahlen für den Strom ihrer eigenen Kunden etwas mehr Geld, als sie laut Gesetz müssten. Auch das Gerät, mit dem man zählt, wie viel Strom man mit seiner Anlage ans Netz geliefert hat, stellen die EWS kostenlos zur Verfügung. Auf diese Weise geben sie ihren Kunden einen besonderen Ansporn, eine eigene Anlage zu installieren. Als Resultat haben die Schönauer mittlerweile mit 248,73 Watt pro Einwohner die höchste Photovoltaik-Leistung pro Kopf in einem abgeschlossenen Versorgungsgebiet installiert.

Für ihr persönliches Engagement und den Erfolg ihrer Energiestrategie hat Ursula Sladek zahlreiche Umweltpreise erhalten. 2013 erhielt sie den Umweltpreis der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU). Neben der Förderung erneuerbarer Energien hat Ursula Sladek mit ihrem Mann 2009 eine große Antiatomkampagne gestartet. Für diese Kampagne erhielt sie 2011 einen wichtigen internationalen Umweltpreis und durfte US-Präsident Barack Obama ein Manifest übergeben, auf dem „100 gute Gründe gegen Atomstrom“ aufgeführt waren.

6.7 Stadtteilschule Blankenese: Energie für Nicaragua



Abbildung 34
Schülerinnen und Schüler von „Agua es vida“

Quelle
Clemens Krühler

2001 vom Hamburger Umweltsenator angesprochen worden, um Teil dieser Städtepartnerschaft zu werden, und zwar im Bereich Energie“, erinnert sich Clemens Krühler von der Stadtteilschule Blankenese. Daraufhin reiste der Physiklehrer an das Agrarinstitut der Universität León – der Auftakt für eine langjährige Zusammenarbeit zwischen den dortigen Studierenden und den Schülern in Blankenese. Das Projekt „Agua es vida“, „Wasser ist Leben“, wurde geboren.

Idee des Projektes ist es, Wasserversorgungssysteme aufzubauen, die nicht über Dieselmotoren angetrieben werden, sondern mittels Solarenergie. Nicaragua gilt zwar als das zweitärmste Land Mittelamerikas, aber in gewissem Sinne ist es reich: Es hat sehr viel Sonne.

Insgesamt 19 Wasserpumpenanlagen haben die Oberstufenschüler zwischen 2003 und 2013 rund um León installiert. Die Pumpenanlagen versorgen auch die Menschen und das Vieh mit sauberem Wasser. Denn die fließenden Gewässer der Region sind extrem verunreinigt. „Agua es vida“ ist mittlerweile ein fester Teil des Schulprogramms. Die Schüler ab Klasse 11 können den Schwerpunkt „Regenerative Energiesysteme“ wählen. Dann beschäftigen sie sich unter anderem mit dem Bewässerungsprojekt, und zwar in verschiedenen Fächern. Im Technikunterricht bauen sie die solargestützten Pumpsysteme und testen sie. In Physik geht es um die Grundlagen, um diese Systeme zu verstehen. In Politik, Wirtschaft und Gesellschaft werden Klimafragen behandelt sowie die politischen und wirtschaftlichen Bedingungen in Nicaragua.

Jeder Jahrgang plant zudem eine Reise nach Nicaragua, die am Ende der jeweiligen 13. Klasse stattfindet. Die aufwändige Reise ist möglich, weil das Projekt seit Jahren von der Norddeutschen Stiftung für Umwelt und Entwicklung und vom Hamburger Klimaschutz-Fonds e. V. finanziell unterstützt wird. „Auch Firmen und Behörden haben uns unterstützt, und ich habe die Schüler immer wieder zu verschiedenen Wettbewerben ‚geschickt‘, bei denen es etwas zu gewinnen gab“, erinnert sich Clemens Krühler. Auch im Juli 2013 flogen vier Lehrer und 14 Schüler nach León. Jeden Morgen trafen sie Physiklehrer und Studierende aus León und bauten zum Beispiel Halterungen für die Anlagen auf den Brunnen. So viel wie möglich wird in der Werkstatt vorbereitet, denn draußen auf dem Feld ist es im Juli sehr heiß.

Seit 2012 haben die Gruppen einzelne Anlagen mit Datenübertragungstechnik versehen. Damit kann zum Beispiel die Sonneneinstrahlung gemessen und über das Internet von Blankenese aus ausgewertet werden. So können die Schüler des nächsten Jahrgangs verschiedene Pumpentypen vergleichen. Die Ergebnisse können sie dann für die nächste Reise nach Nicaragua nutzen.

Für ihre Arbeit haben die Schüler der Stadtteilschule Blankenese mehrere Auszeichnungen bekommen, unter anderem den Hamburger Klimabären (2011) und die Teilnahme an der „Woche der Umwelt“ 2012, die von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt organisiert wird und auf dem Gelände des Schlosses Bellevue in Berlin stattfindet.

Die Stadt León liegt im Westen Nicaraguas, einem Land in Mittelamerika. Blankenese ist ein Stadtteil im Westen von Hamburg und könnte kaum weiter entfernt sein von der Region León – sowohl geografisch als auch bezüglich der Lebensverhältnisse. Doch die Stadtteilschule Blankenese und die Region León verbindet ein besonderes Projekt. Jährlich reisen Schülerinnen und Schüler im Rahmen eines Umweltprojektes nach Nicaragua, um dort solargestützte Wasserversorgungssysteme aufzubauen.

In der Gegend um León leben viele Menschen von der Landwirtschaft. Durch Veränderungen des Klimas hat sich die jährliche Trockenperiode in den letzten Jahren immer weiter verlängert. Daher müssen die Bauern ihre Felder künstlich bewässern. Doch das erfordert elektrische Energie.

„León und Hamburg sind Partnerstädte. Wir sind

Kapitel 7

Erneuerbare Energien

im Experiment

7.1 Sonnenenergie und Wärmestrahlung

Die Sonne ist eine gewaltige Energiequelle. Kluge Menschen haben sich schon lange Gedanken darüber gemacht, wie man sie nutzbar machen kann, und haben den sogenannten Solarkollektor erfunden. Der funktioniert im Prinzip so: Die Sonne erwärmt Rohre, in denen Wasser fließt, das dadurch ebenfalls erwärmt wird. Wenn Materialien durch Sonneneinstrahlung erwärmt werden, sagt man: Sie absorbieren die Wärmestrahlung. Der Teil eines Solarkollektors, der die Sonnenwärme aufnimmt, heißt Absorber. Ein guter Absorber sollte gleichzeitig wenig Wärme abstrahlen. Diese Abstrahlung heißt Emission. Sie trägt dazu bei, dass sich erwärmte Materialien wieder abkühlen.

Das in einem Solarkollektor erwärmte Wasser kann zum Beispiel zum Heizen oder zum Duschen benutzt werden. Dadurch spart man die Energie, die sonst zum Aufheizen des Wassers benötigt würde. Deshalb ist es am besten, wenn das Wasser im Solarkollektor so heiß wie möglich wird.

Ziel des Experiments

Du fertigst verschiedene Modelle eines Absorbers an und untersuchst, wie ein Absorber in einem Solarkollektor beschaffen sein sollte.

Benötigte Materialien

- › drei Teelichte
(benötigt werden die unlackierten Aluminiumfassungen)
- › schwarzer Mattlack
- › ein leeres Medizintropffläschchen oder eine Pipette
- › ein weißer Suppenteller
- › Stoppuhr oder Uhr mit Sekundenzeiger



Abbildung 35
Materialien für das Experiment

Quelle
Anna Fischer

Vorbereitung

Die Teelichtfassungen dienen als Absorber. Entferne zunächst das Wachs daraus. Eine der Fassungen wird mit dem schwarzen Lack von innen und außen vollständig geschwärzt, eine weitere nur auf der Außenseite. Die dritte bleibt unverändert blank. Lege die Fassungen mit dem Boden nach oben auf den umgedrehten Teller. Merke dir, welche der beiden schwarzen Fassungen auf der Innenseite blank ist. Auf jede Fassung kommt in der Mitte ein gleich großer Wassertropfen, den du vorsichtig aus dem Medizinfläschchen tropfen lässt.

Durchführung

Stelle den Teller an einem windgeschützten Platz in die Sonne und starte die Stoppuhr. Jetzt beobachtest du, wann die drei Tropfen verschwinden. Notiere die Zeiten in der Tabelle.

Eigenschaften des Absorbers	Zeit bis zum Verschwinden des Tropfens <i>(Minuten und Sekunden)</i>
blank	
außen schwarz	
außen und innen schwarz	

AUSWERTUNG



1. Zeichne den Versuchsaufbau. Beschreibe deine Beobachtungen und erkläre, warum die Tropfen verschwunden sind.
2. Begründe, warum die Tropfen unterschiedlich schnell verschwunden sind.
3. Sammle Ideen, wie man den beobachteten Effekt nutzen könnte, um Wasser zu erwärmen.

Dass die Sonne kräftig „heizen“ kann, weiß jedes Kind. Aber hast du gewusst, dass man allein mit der Wärmestrahlung der Sonne sogar backen oder kochen kann? In manchen Regionen der Welt, wo die Versorgung mit Energie schlecht ist, aber die Sonne kräftig scheint, nutzen Menschen Solarkocher, um das Essen zuzubereiten. Auch bei uns kann man Wasser mithilfe der Sonne kräftig erhitzen. Mit einem Solarkollektor auf dem Hausdach zum Beispiel kann das Leitungswasser so weit erwärmt werden, dass man damit gut duschen oder abwaschen kann, ohne es zusätzlich zu erhitzen. Das spart viel Energie. Allerdings erreicht man hohe Temperaturen nur, wenn man die Sonnenenergie „einfängt“.

Ziel des Experiments

Im Experiment kannst du herausfinden, wie mithilfe der Lichtenergie der Sonne Wasser so erhitzt werden kann, dass man damit sogar Essen garen könnte.

ACHTUNG: In Teilen des Versuchs kann das Wasser sehr heiß werden. Auf keinen Fall fest verschlossene Glasflaschen verwenden, da diese platzen könnten! Wenn sich die Kunststoffflaschen ausbeulen, sofort den Versuch beenden! Vorsicht beim Anfassen und Öffnen der Flaschen!

Benötigte Materialien

- › zwei leere 0,5-Liter-Plastikflaschen
- › schwarzer Mattlack
- › Dämmstoff
(zum Beispiel Wollreste, Styroporreste, Steinwolle ...)
- › Kühlbox
- › transparente Plastikfolie (Frischhaltefolie)
- › Alufolie
- › Klebeband
- › Thermometer
- › schwarzes Tonpapier oder dünne
(biegsame) schwarze Pappe



Abbildung 36
Materialien für das Experiment

Quelle
Anna Fischer

HINWEIS: Bei diesem Experiment sollte natürlich die Sonne scheinen! Ihr benötigt einen Platz mit direkter Sonneneinstrahlung, um das Experiment durchzuführen.

Durchführung

Teil 1

Streiche eine der Flaschen außen schwarz an. Fülle die beiden Flaschen vollständig mit Wasser und lege sie in die Sonne. Nach einer halben Stunde miss die Wassertemperatur in den Flaschen.

AUSWERTUNG TEIL 1

1. Zeichne das Experiment auf. Beschreibe das Ergebnis des Versuchs und formuliere eine Erklärung für deine Messergebnisse.
2. Sammle Ideen: Wofür könnte man das Wasser nutzen, das auf diese Weise erwärmt wird? Wofür kann man es nicht nutzen?



Teil 2

Jetzt probierst du, wie du die Wassertemperatur noch weiter erhöhen kannst. Dafür benötigst du nur noch eine Flasche, und zwar die, deren Füllung sich in der Sonne bereits am stärksten erwärmt hat.

Fülle die Kühlbox bis etwa 20 Zentimeter unter den Rand mit Dämmstoff. Wenn du später die Flasche hineinlegst, sollten zwischen ihr und dem Rand der Box nur noch 5 bis 10 Zentimeter Platz bleiben. In den Dämmstoff drückst du eine Mulde, damit die Flasche nicht an den Rand rollen kann. Auf den Dämmstoff kommt noch das schwarze Blatt Tonpapier. Stelle die Box in die Sonne und kippe sie so weit zur Seite, dass die Sonne voll hineinscheint. Befestige die Box so, dass du ihre Neigung später noch ändern kannst, zum Beispiel durch Unterlegen von Büchern. Lege dann die Flasche so hinein, dass sich die geschwärzte Seite unten befindet. Zuletzt wird ein Stück Frischhaltefolie über die Öffnung der Box gezogen, sodass sie vollständig geschlossen ist. Falls nötig, befestige die Folie mit Klebeband.

Nach weiteren 30 Minuten miss erneut die Temperatur des Wassers in der Flasche.

AUSWERTUNG TEIL 2

1. Notiere das Messergebnis und beschreibe den Unterschied zum Ergebnis von Teil 1.
2. Überlege und beschreibe kurz, welche Gründe es für den Unterschied geben könnte.
3. Schreibe in Stichworten auf, was der Unterschied für die Nutzungsmöglichkeiten des Wassers bedeutet.

Teil 3

Nun bedeckst du das Tonpapier unter der Flasche mit einem Stück Alufolie.

HINWEIS: Schau aus Richtung Sonne von oben in den Karton! Die Konstruktion ist gelungen, wenn die Alufolie schwarz erscheint, weil sich in ihr die schwarze Flasche spiegelt.

Decke die Box wieder mit der Frischhaltefolie ab und richte sie auf die Sonne aus. Sollte der Versuch so lange dauern, dass sich der Sonnenstand deutlich ändert, muss der Kollektor immer wieder genau auf die Sonne ausgerichtet werden.

Nach weiteren 30 Minuten miss erneut die Temperatur in der Flasche.

ACHTUNG: Sollte sich der Boden der Plastikflaschen ausbeulen, beende den Versuch!



Abbildung 37
Eine der Flaschen im Solarofen

Quelle
Anna Fischer

AUSWERTUNG TEIL 3

1. Notiere das Messergebnis und beschreibe den Unterschied zu den Ergebnissen von Teil 1 und 2.
2. Überlege und beschreibe kurz, welcher Effekt den Unterschied zu Teil 2 bewirkt hat.
3. Bewerte die einzelnen Maßnahmen zur Erhöhung der Wassertemperatur, die im Laufe der Teilversuche hinzukamen.
4. Überlege und notiere, welche anderen Möglichkeiten es gibt, Wasser zu erhitzen. Beschreibe, was die Vor- und Nachteile der Sonnenenergie sind.

Die Sonne schickt riesige Mengen Energie zur Erde. Einen Teil davon spüren wir direkt als Sonnenwärme. Doch mit dieser Energie der Sonne kann man nicht ohne Weiteres einen Föhn oder ein Radio betreiben. Dazu muss sie zunächst in elektrische Energie umgewandelt werden.

Das können Solarzellen. Sie nutzen dazu den sogenannten photovoltaischen Effekt (*siehe Kas-ten*). Mehrere Solarzellen, die in Reihe geschaltet sind, nennt man Solarmodule. Größere Anlagen zur Erzeugung elektrischer Energie aus Sonnenenergie bestehen aus mehreren Solarmodulen und heißen Photovoltaikanlagen, kurz PV-Anlagen.

Der photoelektrische Effekt

Eine Solarzelle besteht aus zwei verschiedenen Siliziumschichten, zwischen denen eine Spannung – ein elektrisches Feld – liegt. Um diese Spannung zu erhalten, werden bestimmte weitere Elemente in das Silizium eingebracht. Bei Lichteinstrahlung werden Elektronen von den Atomkernen gelöst und von der unteren in die obere Schicht katapultiert – und können nicht mehr zurück. Die untere Siliziumschicht wird dadurch zum Pluspol, die obere zum Minuspol. Wenn die beiden Pole mit einem Kabel verbunden sind, kann – wie bei einer Batterie – Strom vom Minus- zum Pluspol fließen. Der Stromkreis ist geschlossen.

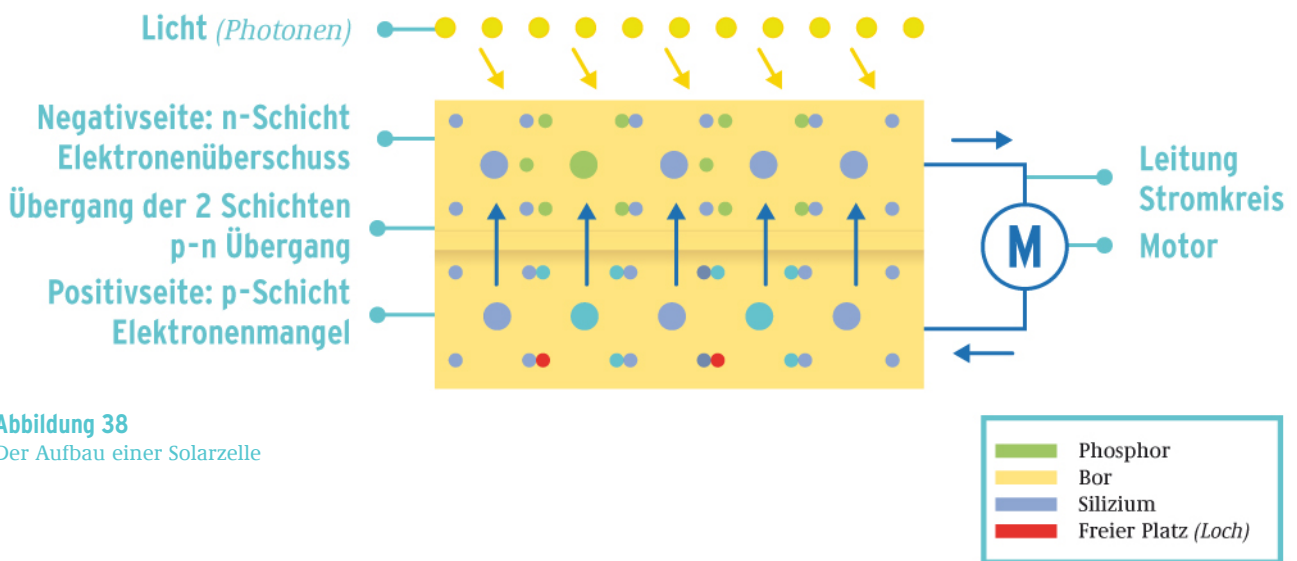


Abbildung 38
Der Aufbau einer Solarzelle

Ziel des Experiments

Im Experiment könnt ihr herausfinden, wie Photovoltaikanlagen aufgebaut sind und unter welchen Umständen sie möglichst viel elektrische Energie liefern.

Benötigte Materialien

- › drei Solarzellen
- › Motor (zum Beispiel mit Propeller)
- › Steckverbindungen oder Krokodilklemmen
- › Kabel
- › künstliche Lichtquelle (wenn die Sonne nicht scheint)

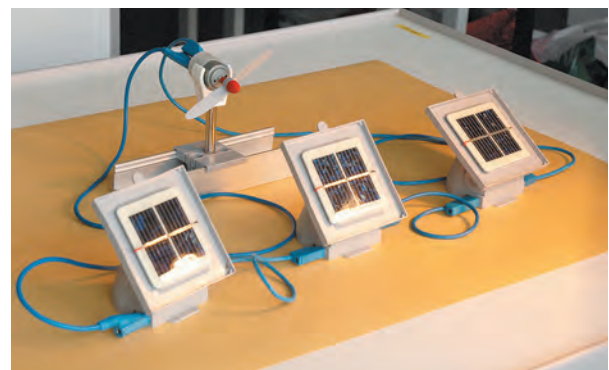


Abbildung 39
Solarzellen und Motor in Reihenschaltung

Quelle
Anna Fischer

Teil 1: Reihenschaltung und Parallelschaltung

Führe die folgenden Anweisungen aus und beobachte jeweils, was passiert:

- › Schließe ein Solarmodul an den Motor an.
- › Baue die Reihenschaltung anhand der Schaltskizze 1 auf.
- › Schließe ein zweites und drittes Solarmodul in Reihenschaltung an den Motor an.
- › Baue die Parallelschaltung anhand der Schaltskizze 2 auf.
- › Schließe ein zweites und drittes Solarmodul in Parallelschaltung an den Motor an.

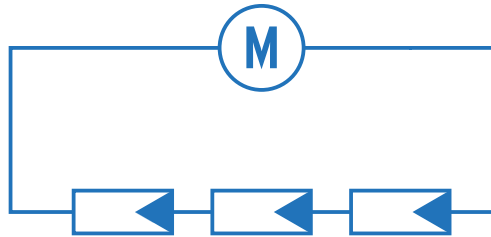


Abbildung 40
Schaltskizze 1: Reihenschaltung

AUSWERTUNG TEIL 1



1. Beschreibe den Versuchsaufbau. Notiere den Versuchsverlauf und erkläre ihn.
2. Überlege, was deine Beobachtungen für die Nutzung von elektrischer Energie aus Photovoltaikanlagen bedeuten. Wie muss eine Anlage beschaffen sein, um Strom für ein normales Haushaltsgerät zu liefern? Wie muss die Anlage beschaffen sein, um mehrere Haushalte zu versorgen?

Teil 2: Abschattung und Neigungswinkel

Schließe die drei Solarmodule in Reihenschaltung an den Motor an.

- › Decke einen Teil der Module mit einer Pappe oder mit Papier ab: zuerst einen ganz kleinen Teil, dann langsam mehr.
- › Verändere langsam den Winkel der Module zur Lichtquelle. Drehe sie direkt zum Licht und dann weg von der Lichtquelle.

Beobachte jeweils, was passiert.

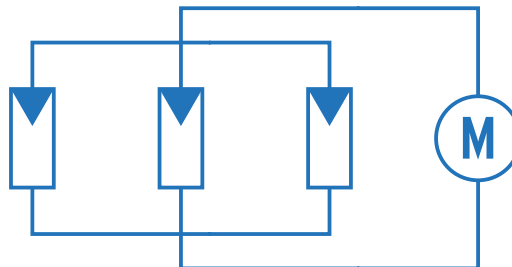


Abbildung 41
Schaltskizze 2: Parallelschaltung

AUSWERTUNG TEIL 2



1. Zeichne den Versuchsaufbau. Beschreibe deine Beobachtungen und notiere eine Erklärung.
2. Überlege, was deine Beobachtungen für die Nutzung von elektrischer Energie aus Photovoltaikanlagen bedeuten:
 - a) Beschreibe, wie die Anlagen platziert werden sollten.
 - b) Sammle mögliche Vor- und Nachteile der jeweiligen Platzierungen. Nutze dafür auch die Abbildungen 55 und 56 aus dem Datenteil dieses Arbeitsheftes, Kapitel 8.

7.4 Windkraft: Der optimale Rotor

Schon sehr lange nutzen die Menschen die Bewegungsenergie des Windes für ihre Zwecke – ein Beispiel dafür sind Windmühlen. Moderne Windenergieanlagen funktionieren nach demselben Prinzip. Der Wind setzt ihren Rotor in Bewegung, und dieser treibt eine Achse an.

Ziel des Experiments

Im Experiment sammelt ihr am Modell einer Windmühle Hinweise, wie eine Windenergieanlage gebaut sein sollte. Wie kann sie am besten elektrischen Strom aus Windenergie erzeugen?

Benötigte Materialien

- › Karton oder Tonpapier
(biegsam; circa 15 x 15 cm)
- › gegebenenfalls fester Karton als Standfläche
- › Stecknadel
- › Holzspieß
- › Strohalm
- › Papprolle, circa 25 cm lang
(zum Beispiel aus einer Küchenrolle)
- › Zirkel
- › guter Bastelkleber oder Tacker
- › Föhn oder Ventilator

Aufbau

- › Baue aus dem Karton ein einfaches Windrad als Rotor (siehe Abbildung 42).
- › Steche mit einer Stecknadel durch den Mittelpunkt des Rads und stecke den Holzspieß als Drehachse durch. Kleb ihn fest, falls er verrutscht.
- › Nimm die Papprolle und bohre in das obere Ende mit der Nadel zwei sich gegenüberliegende Löcher. Weite die Löcher so aus, dass der Strohalm hindurch passt.
- › Stecke den Strohalm durch die Papprolle und dann den Spieß mit dem Windrad durch den Strohalm. Schneide den Spieß und den Strohalm so ab, dass der Spieß hinten etwas aus dem Strohalm herausragt. Prüfe, ob sich das Rad frei drehen lässt.
- › Befestige die Papprolle am unteren Ende so, dass die Mühle im Wind nicht umkippen kann. Schneide zum Beispiel kleine Laschen in die Papprolle und klebe sie fest.

Durchführung

Schalte den Föhn ein und richte den Luftstrom aus etwa zwei Meter Entfernung von vorn direkt auf das Windrad. Bewege dich dann etwa zwei Schritte nach vorn links oder rechts, sodass die Entfernung zur Mühle gleich bleibt. Richte nun den Luftstrom aus deiner versetzten Position auf die Mühle. Überlege dir weitere Varianten und wiederhole den Versuch.

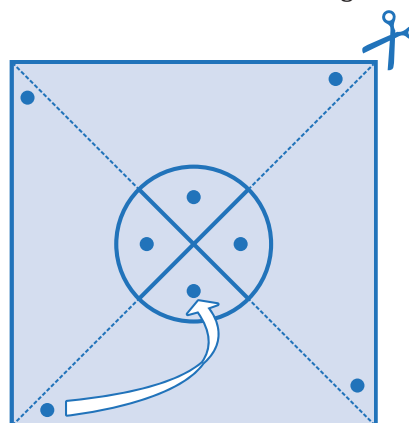


Abbildung 42

Den Karton entlang der gestrichelten Linien einschneiden. An den Punkten aufeinanderkleben.

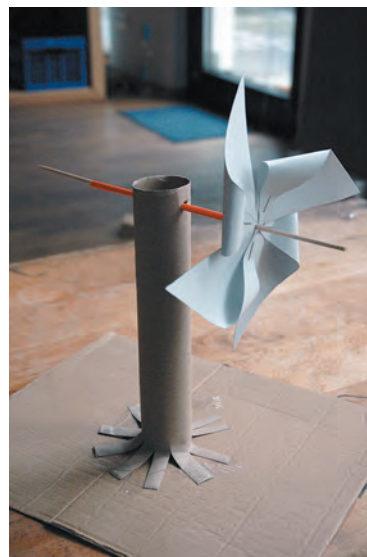


Abbildung 43
Fertiges Windrad

Quelle
Anna Fischer

AUSWERTUNG

1. Beschreibe in Stichworten, was du am Windrad beobachtest.
2. Sammle Ideen, wie man die Bewegung der Drehachse nutzen könnte.
3. Überlege, was deine Beobachtungen für moderne Windenergieanlagen bedeuten. Überlege, wie ihr Rotor angebracht werden sollte.



Aus Wind Energie zu gewinnen, funktioniert sehr gut, und es ist eine sehr saubere Art der Energieerzeugung. Doch der Wind weht nicht immer, und er weht häufig unterschiedlich stark.

Ziel des Versuchs

Am Modell eines Aufwindkraftwerks untersuchst du, wie sich mithilfe der Sonne ein gleichmäßiger Luftstrom für die Energiegewinnung erzeugen lässt.

Benötigte Materialien:

- › Styroporplatte (*mindestens circa 50x50 cm*) oder ein großes Frotteehandtuch
- › Plexiglasplatte (*gleiche Abmessungen wie die Styroporplatte*),
- › 4 Vierkanthölzer oder Ähnliches für Seitenwände, Höhe circa 5 cm, Länge entsprechend den Seitenlängen der Platten
- › Lochsäge
- › schwarzes und weißes Papier oder dünne Pappe (*ebenfalls gleiche Abmessungen*)
- › Klebefilm
- › Stecknadel mit rundem Kopf
- › langes Streichholz (*7 cm*) oder dünner Holzstab
- › gegebenenfalls 4 Gewichte, zum Beispiel Gläser

Vorbereitung

Zuerst wird der Deckel des Modells gebaut. Säge etwa in die Mitte der Plexiglasplatte mit der Lochsäge ein Loch (*Durchmesser circa 6 Zentimeter*). Rolle ein Stück Pappe zusammen und verklebe es zu einem runden „Schornstein“ (*Durchmesser wie das Loch im Plexiglas, Länge circa 20 Zentimeter*). Am unteren Ende dieses Schornsteins bringst du einige kleine Schnitte an, sodass dort Laschen nach außen weggeknickt werden können und du sie mit Klebefilm leicht am Rand des Lochs in der Plexiglasplatte befestigen kannst.

Nun wird der Propeller gebaut. Aus Pappe schneidest du einen Streifen (*2 Zentimeter breit, etwa 1,5 Zentimeter kürzer als der Durchmesser des Schornsteins*). Genau in die Mitte stichst du ein Loch, sodass sich der Streifen beweglich auf die Stecknadel stecken lässt. Der Pappstreifen soll ein Propeller werden. Dazu schneidest du ihn mit vier 8 Millimeter langen Schnitten ein und verdrehst die beiden Enden leicht gegeneinander (*siehe Zeichnung*).

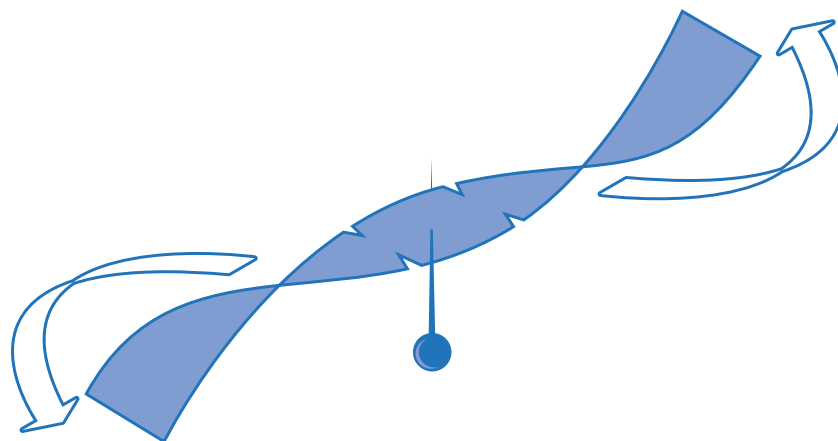


Abbildung 44
Die Flügel des Propellers werden gegeneinander verdreht.

Nachdem du den Propeller auf die Stecknadel (*Kopf nach unten*) gesteckt hast, soll er sich leicht drehen, wenn du ihn kurz anbläst, und sich einige Runden nachdrehen. Jetzt stecke die Nadel in der Mitte des Streichholzes fest. Lege das Streichholz oben quer über die Öffnung des Schornsteins, wobei der Propeller nach unten in den Schornstein hineinhängt und sich frei drehen kann. Zwei kleine, gegenüberliegende Einkerbungen im Schornstein helfen, dass das Streichholz bleibt, wo es ist.

Bereite den Boden des Modells vor: Lege das schwarze Papier auf die Styroporplatte und die Kanthölzer an deren Ränder (*mit mindestens 6 Zentimeter Platz zwischen den Hölzern*). Darauf kommt die Plexiglasplatte mit dem Schornstein. Den Propeller hängst du in den Schornstein. Zwischen den Hölzern und der Plexiglasscheibe sollte möglichst kein Spalt sein, durch den Luft nach außen strömen kann. Stelle gegebenenfalls schwere Gegenstände auf die Ecken, um den Spalt zu schließen.

Durchführung

Bringe das Modell in die Sonne und beobachte, was passiert. Probiere anschließend folgende Varianten aus:

- a) Schiebe die Vierkanthölzer so weit zusammen, dass ein abgeschlossener Kasten entsteht und keine Luft mehr nachgesaugt werden kann.
- b) Benutze statt des schwarzen Papiers weißes. Dabei sollten die Hölzer wieder in ihrer früheren Position sein und Luft in den Kasten gelangen.

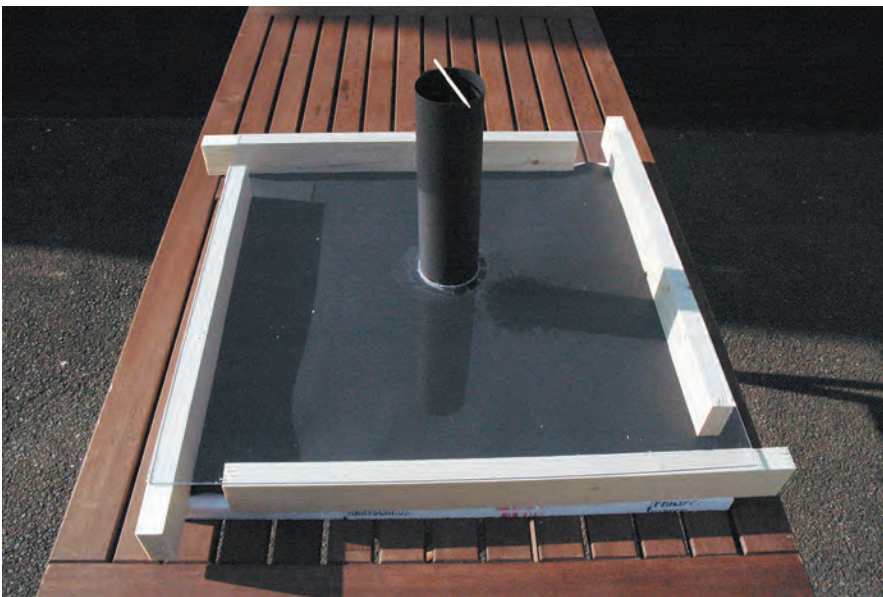


Abbildung 45
Das fertige Modell des Kraftwerks

Quelle
Anna Fischer

AUSWERTUNG

1. Beschreibe deine Beobachtungen bei den verschiedenen Versuchsanordnungen.
2. Überlege, welche physikalischen Effekte hier zu beobachten sind.
3. Beschreibe, welche Vorteile ein Aufwindkraftwerk gegenüber einer Windenergieanlage haben könnte, deren Rotor von natürlichem Wind angetrieben wird.
4. Recherchiere im Internet zu Aufwindkraftwerken. Notiere weitere Vorteile, aber auch Nachteile, sowie Daten zu ihrer Leistung. Vergleiche sie mit den Eigenschaften von Windenergieanlagen.



7.6 Wasserkraft: Das Wasserrad

Nicht nur den Wind, auch die Bewegungsenergie des Wassers nutzen die Menschen schon seit sehr langer Zeit. Wassermühlen gehörten lange Zeit zu den wichtigsten Maschinen überhaupt. In den bergigen Regionen säumten nicht nur Getreidemühlen die Bäche. Auch Sägemühlen, Bohrmühlen und Hammermühlen gab es.

Heute treibt fließendes Wasser die Turbinen von Wasserkraftwerken an. Sie spielen eine wichtige Rolle bei der Gewinnung von elektrischem Strom mittels erneuerbarer Energien, denn anders als Wind- und Solarenergie ist ihre Produktion nicht so stark vom Wetter abhängig. Und Wasserkraft kann gespeichert werden – zum Beispiel in Form von Stauseen.

Ziel des Versuchs

Du erprobst ein Wasserrad und untersuchst, wie sich die Bewegungsenergie des Wassers am besten nutzen lässt.

Benötigte Materialien

- › Teelichthülle
- › Stricknadel
- › gegebenenfalls stabile dünnere Nadel
- › Schere
- › eventuell Klebeband, um die Nadel am Verrutschen zu hindern
- › Waschbecken und Wasserhahn



Abbildung 46
Das fertige Rad

Quelle
Anna Fischer

Vorbereitung

Steche vorsichtig mit der Stricknadel ein Loch in die Mitte der Teelichthülle. Steche gegebenenfalls zuerst mit einer dünneren Nadel ein Loch ins Blech, damit es sich nicht verbiegt, wenn du die Stecknadel hindurchstichst. Schneide die Teelichthülle vom Rand her 8- bis 10-mal ein. Drücke die Teelichthülle platt. Drehe die Flügel des Rädchens in eine Richtung. Stecke die Stricknadel durch das Loch in der Mitte der Teelichthülle.

Durchführung

Halte das Wasserrad unter den Wasserhahn. Halte es locker an den Enden der Stricknadel, sodass die Nadel sich drehen kann. Drehe das Wasser ein wenig auf. Anschließend drehe das Wasser etwas stärker auf.

Halte nun das Wasserrad oben direkt unter dem Wasserhahn in den Wasserstrahl. Anschließend halte es möglichst weit unten in den Wasserstrahl.

AUSWERTUNG



1. *Beschreibe, was du beobachtest. Überlege, was deine Beobachtungen für die Nutzung der Bewegungsenergie des Wassers bedeuten.*
2. *Überlege dir weitere Formen von Wasserrädern und wiederhole den Versuch damit. Du könntest zum Beispiel die Zahl oder Ausrichtung der „Schaufeln“ des Teelichts verändern.*
3. *Notiere in Stichworten, welche natürlichen Gegebenheiten für den Standort eines Wasserkraftwerks günstig wären. Du kannst auch eine Zeichnung anfertigen.*
4. *Recherchiere im Internet und beschreibe, was der Unterschied zwischen einem Wasserrad und einer Turbine ist.*

7.7 Biogas: Brennstoff aus Biomasse

Vielleicht hast du schon mal gehört, dass „Biomasse“ zu den erneuerbaren Energieträgern gehört. Als Biomasse werden alle organischen Substanzen bezeichnet – also die Bestandteile von Lebewesen wie Pflanzen und Tieren.

Ein Vorteil von Biomasse ist, dass beim Verbrennen nur so viele Schadstoffe freigesetzt werden – zum Beispiel CO_2 – wie vorher beim Wachsen aufgenommen wurden.

Ziel des Experiments

Du baust ein Modell einer Biogasanlage, um herauszufinden, wie Biomasse zur Energiegewinnung genutzt werden kann.

Benötigte Materialien

- › 200 g Küchenabfälle
(zum Beispiel Kartoffelschalen, Gemüseabfälle, Salatblätter)
- › 5 Esslöffel Erde oder Kompost
- › warmes Wasser
- › 1 halber Brühwürfel
- › Trichter
- › 1 Teelöffel Zucker
- › 1-Liter-Plastikflasche
- › Luftballon



Abbildung 47
Die Materialien für das Experiment

Quelle
Anna Fischer

Durchführung

Zerkleinere die Küchenabfälle, sodass sie mithilfe des Trichters gut durch die Öffnung der Flasche passen. Fülle die Abfälle, den zerkleinerten Brühwürfel und die Erde in die Flasche und mische das Ganze gut durch. Gib so viel warmes Wasser dazu, bis die Flasche zur Hälfte gefüllt ist. Darauf kommt noch Zucker. Ziehe am Schluss den Luftballon über den Flaschenhals, sodass die Öffnung luftdicht abgeschlossen ist. Puste den Luftballon vorher einmal auf, damit er sich dehnt, und lasse die Luft wieder ab. Stelle die Flasche an einen warmen, dunklen Platz und warte drei bis fünf Tage lang ab. Sollte sich eine geschlossene Schicht auf der Masse sammeln, schüttele die Flasche vorsichtig, bis sich die Schicht etwas löst.

AUSWERTUNG

1. *Beobachte, was passiert, und beschreibe den Zustand des Versuchsaufbaus nach einem, zwei, drei, vier und fünf Tagen.*
2. *Sammele Ideen, wie der beobachtete Effekt zustande kommt. Welche Rolle spielen die verschiedenen Materialien in der Flasche?*
3. *Überlege, wie das Ergebnis mit Energiegewinnung zusammenhängt.*
4. *Recherchiere im Internet, welche Arten von Biomasse für große Biogasanlagen verwendet werden. Notiere, welche Vor- und Nachteile die Nutzung der verschiedenen Substanzen mit sich bringt*



Wärme für Wohnungen wird zu einem großen Teil durch das Verbrennen von fossilen Energieträgern, also zum Beispiel Erdöl, Kohle oder Erdgas, erzeugt. Dabei wird viel CO_2 in die Luft geblasen. CO_2 ist aber schädlich fürs Klima. Deshalb suchen die Menschen immer dringender nach Möglichkeiten, auch bei der Wärmeerzeugung weniger CO_2 zu produzieren. Ein Weg ist es, auch Wärme mit erneuerbaren Energien zu erzeugen. Es gibt aber noch eine Möglichkeit, den CO_2 -Ausstoß zu verringern: weniger Energie verbrauchen.

In Haushalten wird die meiste Energie für Heizung und Warmwasser verbraucht, denn leider kühlen erwärmte Dinge immer wieder ab. Wenn man das Abkühlen hinauszögern könnte, wäre der Energieverbrauch niedriger.

Ziel des Experiments

Im Experiment soll Wasser möglichst lange warm gehalten werden. So probierst du aus, welche Möglichkeiten der Wärmedämmung es gibt – wie also die Auskühlung von Häusern oder Gegenständen möglichst lange hinausgezögert werden kann.

Dieser Versuch ist als Wettbewerb besonders spannend. Bildet dazu mehrere Teams. Jedes Team überlegt sich eine Möglichkeit der Wärmedämmung. Das Team, das den heißen Gegenstand am längsten warm halten kann, gewinnt.

Benötigte Materialien:

- › mindestens zwei durchsichtige Joghurtgläser mit Deckel (*Fassungsvermögen circa 0,5 Liter*)
- › verschiedene Wärmedämmmaterialien (*zum Beispiel ein Wollschal, ein mit Zeitungspapier gefüllter Karton ...*)
- › Wasser, Messbecher
- › Wasserkocher oder Herd und Topf
- › 2 Thermometer



Abbildung 48
Wie kannst du das Wasser im Glas möglichst lange warm halten?

Quelle
Anna Fischer

Teil 1: Durchführung

Überlege, wie eine Wärmedämmung beschaffen sein könnte. Lege die Materialien bereit, die du ausprobieren möchtest. Bereite die Dämmung für mindestens ein Glas vor. Stelle ein weiteres Glas bereit, das nicht gedämmt wird. Bohre in die Deckel der Gläser jeweils ein Loch, durch das du ein Thermometer stecken kannst.

Miss genügend Wasser ab und bringe es in einem Topf zum Kochen. Pro Glas benötigst du ungefähr 200 Milliliter heißes Wasser. Dann füge die halbe Menge kaltes Wasser aus dem Wasserhahn hinzu, also pro Glas etwa 100 Milliliter. Diese Mischung aus kochendem und kaltem Wasser ist etwa 70 Grad Celsius heiß. Jetzt füllst du die Joghurtgläser mit jeweils gleich viel Wasser. Schraube den Deckel fest zu! Stecke das Thermometer hinein. Bringe ein Glas in die vorbereitete Wärmedämmung ein.

Nach etwa 30 Minuten kontrolliere die Temperatur des Wassers, indem du die Thermometer abliest. Notiere die Temperatur für beide Gläser.

AUSWERTUNG TEIL 1



1. Überlege, warum die Gläser verschieden schnell abkühlen.
2. Sammle Ideen, was und wie man in Häusern und Wohnungen „dämmen“ könnte.

Verschiedene Materialien leiten Wärme unterschiedlich gut. Die Unterschiede bei der Wärmeleitung sind sehr groß. Die Leitfähigkeit des besten Wärmeleiters unterscheidet sich von der des schlechtesten um einen Faktor von 100.000. Stehende Luft zum Beispiel ist ein sehr schlechter Wärmeleiter. Wärmedämmstoffe bestehen daher hauptsächlich aus Luft. Die Hauptaufgabe der festen Anteile in Dämmmaterialien ist es, dafür zu sorgen, dass die Luft im Dämmstoff nicht zirkulieren kann.

Teil 2: Wärmeleitfähigkeit und Dämmstoffe

Sieh dir die Tabelle zur Wärmeleitfähigkeit verschiedener Stoffe an. Überlege, wie du diese Werte und die Ergebnisse aus Teil 1 nutzen kannst, um eine bessere Dämmung zu bauen. Wiederhole Teil 1 des Experiments mit der verbesserten Dämmung!

Wärmeleitfähigkeit verschiedener Stoffe		
Material	Relative Wärmeleitfähigkeit im Vergleich zu trockener Luft*	Wärmeleitfähigkeit λ in W/(mK)
Eisen	2846	74
Granit	81 ... 112	2,1 ... 2,9
Ziegelstein	23	\approx 0,6
Holz (trocken)	3,8 ... 7,7	0,1 ... 0,2
Glaswolle	1,6	0,042
Polystyrolschaum (Styropor)	1,9	0,036
Luft	1	0,026
Glas	34 ... 52	0,9 ... 1,36
Wolle	1,5	0,04
Korkschrot	1,4	0,036
Beton	38	\approx 1
Vakuum	-	0
Zellulosedämmplatte	1,5	0,04**
Holzfaserdämmplatte	1,5 ... 2	0,039 ... 0,052**

* Verhältnis λ des Vergleichsmaterials zu λ trockener Luft: Das Material leitet Wärme x-mal so gut wie Luft.

** Quelle

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (<http://baustoffe.fnr.de>), alle weiteren Werte: Kuchling, Taschenbuch der Physik (15. Auflage, 1995)

Teil 3: Wärmedämmung in Gebäuden

Das untenstehende Foto eines Hauses wurde mit einer Wärmekamera aufgenommen.

1. Erkläre, wie die verschiedenen farbigen Bereiche zustande kommen. Nutze dafür die Informationen über die Wärmeleitfähigkeit verschiedener Stoffe.
2. Mache einen Rundgang durch deine Schule. Notiere dabei, wo Wärme verloren gehen könnte und welche Maßnahmen zum Energiesparen im Schulgebäude schon umgesetzt werden. Sammle Ideen, wie man die Wärmedämmung noch verbessern könnte.

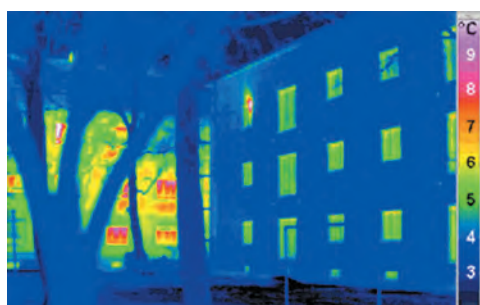


Abbildung 49
Wärmebild von zwei Hausfassaden.
Rechts ein Passivhaus.

Quelle
Passivhaus Institut / commons.wikimedia.org / CC BY-SA 3.0

Kapitel 8

Daten und Fakten

Weltklimarat IPCC: Zukünftige mögliche Änderungen im Klimasystem

Auszug aus dem fünften Sachstandsbericht des Weltklimarates, Teilbericht 1 (Wissenschaftliche Grundlagen):

Vielfältige Beobachtungsdaten zeigen eindeutig, dass sich das Klima auf der Erde geändert hat. Die Hauptursache der globalen Erwärmung ist die Freisetzung von Treibhausgasen wie CO₂. Seit 1750 sind die atmosphärischen Konzentrationen der Treibhausgase CO₂, CH₄, N₂O jeweils um 40 Prozent, 150 Prozent und 20 Prozent gestiegen. Die Aktivitäten des Menschen führen dazu, dass die aktuellen Konzentrationen dieser Gase diejenigen der zurückliegenden 800.000 Jahre übersteigen und ihre mittleren Zuwachsraten in den letzten 22.000 Jahren noch nie so hoch waren wie heute.

(...)

Ein ungebremster Ausstoß von Treibhausgasen könnte das Klimasystem derart verändern, wie dies in den vergangenen hunderttausenden Jahren nicht vorgekommen ist. Vielfältige und deutliche Veränderungen wären zu erwarten, wie etwa bei Niederschlägen, Eis und Schnee, einigen Extremwetterereignissen, Meeresspiegelanstieg und Versauerung der Ozeane. Bisher beobachtete Veränderungen würden dabei verstärkt. (...) Viele Veränderungen würden über Jahrhunderte andauern, auch wenn die Treibhausgasemissionen längst zurückgegangen sind.

Weitere Erwärmung: Die Forschungsergebnisse zeigen, dass bei einem Szenario mit sehr ambitioniertem Klimaschutz – und auf der Basis der aktuellsten Simulationen des Klimasystems – die Möglichkeit besteht, die globale Erwärmung unterhalb von zwei Grad Celsius gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen. Bei dem Szenario mit fast ungebremsten Emissionen sind Temperaturanstiege von 5,4 Grad Celsius gegen Ende dieses Jahrhunderts möglich.

Extreme: Es gilt als fast sicher, dass mehr heiße und weniger kalte Temperaturextreme auftreten können. Hitzewellen dürften sehr wahrscheinlich häufiger auftreten und länger andauern. Bis zum Ende dieses Jahrhunderts werden Starkniederschläge über den meisten Landgebieten der mittleren Breiten und über den feuchten Tropen sehr wahrscheinlich intensiver und häufiger auftreten.

Niederschläge: Bei zunehmender Erwärmung würden in vielen trockenen Regionen der mittleren und subtropischen Breiten die mittleren Niederschläge weiter abnehmen. In vielen feuchten Regionen der mittleren Breiten sind dagegen unter wärmeren Bedingungen bis zum Jahr 2100 (*Szenario mit den höchsten Treibhausgasemissionen*) Niederschlagszunahmen zu erwarten. (...)

Meeresspiegel: Bis Ende des 21. Jahrhunderts sind Anstiege um weitere 26 bis 55 Zentimeter zu erwarten, auch wenn beträchtliche Klimaschutzanstrengungen unternommen werden. Ohne Emissionsbeschränkungen wird der Meeresspiegel bis Ende des Jahrhunderts zwischen 45 und 82 Zentimeter ansteigen. Der IPCC schließt nicht aus, dass der Anstieg des Meeresspiegels auch deutlich höher ausfallen könnte. (...)

Quelle http://www.de-ipcc.de/_media/IPCC_AR5_WGI_Kernbotschaften_20131008.pdf (Stand Oktober 2013)

Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung: Die Politik muss gegensteuern

Aus dem Hauptgutachten des wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung, *Welt im Wandel: Sicherheitsrisiko Klimawandel*:

Die zentrale Botschaft (...) lautet, dass der Klimawandel ohne entschiedenes Gegensteuern bereits in den kommenden Jahrzehnten die Anpassungsfähigkeit vieler Gesellschaften überfordern wird. Daraus könnten Gewalt und Destabilisierung erwachsen, welche die nationale und internationale Sicherheit in einem erheblichen Ausmaß bedrohen. Der Klimawandel könnte die Staatengemeinschaft aber auch zusammenführen, wenn sie ihn als Menschheitsbedrohung versteht und in den kommenden Jahren durch eine energische und weltweit abgestimmte Klimapolitik die Weichen für die Vermeidung eines gefährlichen anthropogenen Klimawandels stellt. Gelingt dies nicht, wird der Klimawandel zunehmend Spaltungs- und Konfliktlinien in der internationalen Politik hervorrufen, weil er vielfältige Verteilungskonflikte in und zwischen Ländern auslöst: um Wasser, um Land, um die Bewältigung von Flüchtlingsbewegungen oder um Kompensationszahlungen zwischen den wesentlichen Verursachern des Klimawandels und den Ländern, die vor allem von dessen destruktiven Wirkungen betroffen sein werden.

Quelle

<http://www.wbgu.de/hauptgutachten/hg-2007-sicherheit/> (Erschienen 2007, letzter Abruf Dezember 2013)

World Meteorology Organisation: Eine Dekade der Wetterextreme: 2001 – 2010

Aus *World Meteorology Organisation: The Global Climate 2001 – 2010 Summary Report*:

Die erste Dekade des 21. Jahrhunderts war die wärmste bisher gemessene Dekade seit Beginn der modernen Wetteraufzeichnungen um das Jahr 1850. Sie umfasste überdurchschnittliche Niederschläge, einschließlich eines Jahres-2010-, das alle vorherigen Rekorde gebrochen hat. Sie war zudem gekennzeichnet von dramatischen Klima- und Wetterextremen wie der Hitzewelle in Europa 2003, den Überflutungen in Pakistan 2010, dem Hurrikan Katrina in den USA, dem Wirbelsturm Nargis in Myanmar und langanhaltenden Dürren im Amazonasbecken, Australien und Ostafrika. (...) Die natürlichen Klimaschwankungen sind eindeutig bedeutsam, aber es gibt Belege, dass menschlicher Einfluss die Wahrscheinlichkeit des Auftretens mancher Ereignisse erheblich erhöht hat.

Quelle

http://library.wmo.int/pmb_ged/wmo_1119_en.pdf (erschienen 2013, letzter Abruf Dezember 2013)

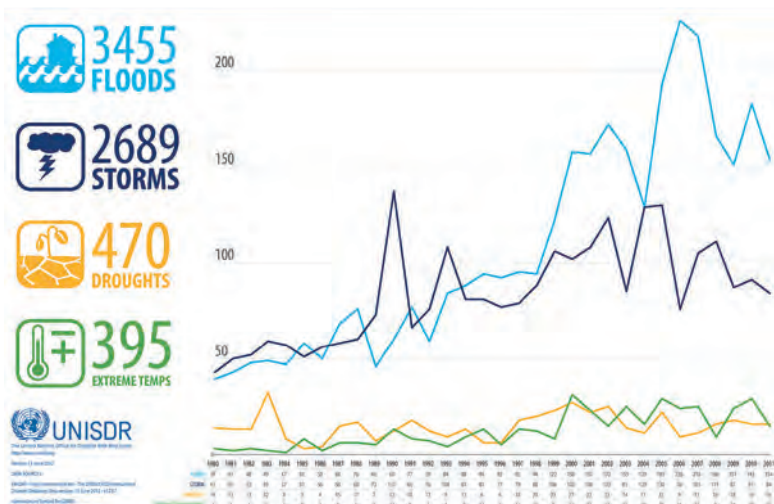


Abbildung 50
Zahl der auf das Klima zurückzuführenden Naturkatastrophen weltweit (1980 – 2011)

Quelle
United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR), CC-BY-NC-ND 2.0

Abbildung 51

Anteile erneuerbarer Energien an der Energiebereitstellung in Deutschland

1990 und von 2000 bis 2012

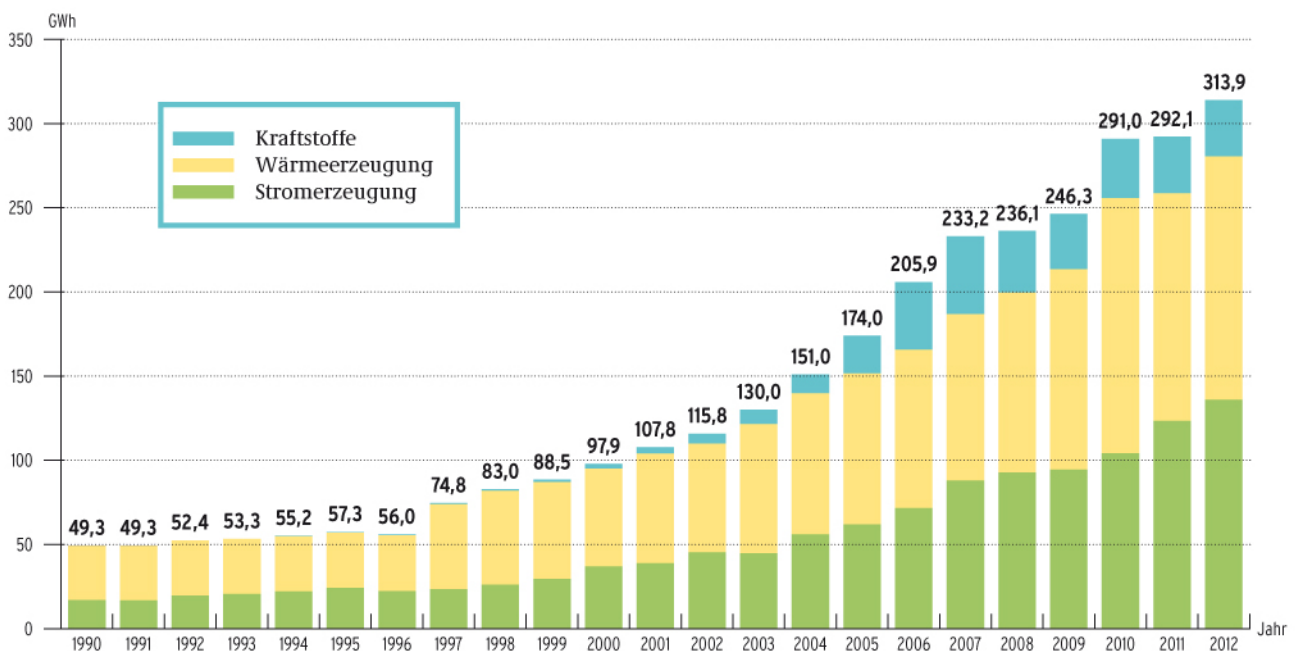
	1990	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
	[%]	[%]												
Strombereitstellung <i>(bezogen auf den gesamten Bruttostromverbrauch)</i>	3,4	6,2	6,6	7,7	7,6	9,3	10,2	11,6	14,2	15,1	16,3	17,0	20,4	23,5
Wärmebereitstellung <i>(bezogen auf den gesamten Wärmeverbrauch)</i>	21	3,9	4,2	4,3	5,2	5,5	5,9	6,1	7,5	6,7	8,2	9,3	9,9	10,2
Kraftstoffbereitstellung <i>(bezogen auf den gesamten Kraftstoffverbrauch)</i>	0,0	0,4	0,6	0,9	1,4	1,8	3,7	6,3	7,4	6,0	5,4	5,8	5,5	5,7
Anteil der EE am gesamten EEV	1,9	3,8	4,1	4,5	5,1	5,9	6,8	7,9	9,6	8,8	9,8	10,7	11,6	12,7
	[%]	[%]												
Anteil der EE am gesamten PEV	1,3	2,9	2,9	3,2	3,8	4,5	5,3	6,3	7,9	8,0	8,9	9,9	10,8	11,5

Quelle Zeitbild / BMUB

Abbildung 52

Entwicklung der Endenergiebereitstellung aus erneuerbaren Energien in Deutschland

in Milliarden Kilowattstunden (GWh)

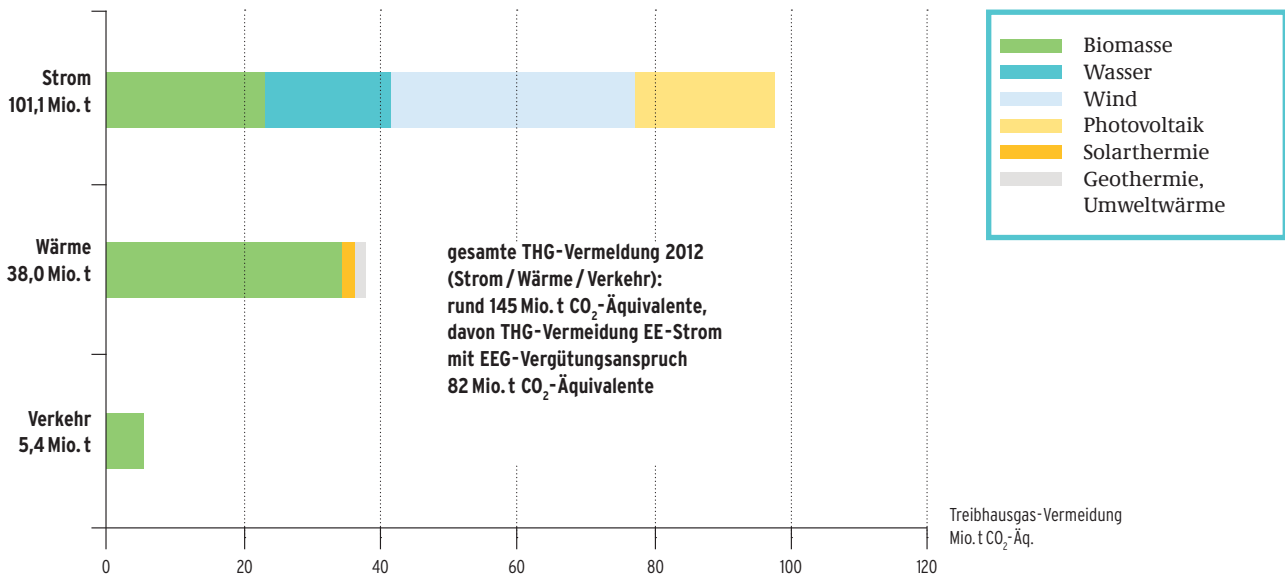


Quelle

Zeitbild / BMWi Energiedaten, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Stand: Mai 2013

Abbildung 53

Vermiedene Treibhausgas-Emissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland 2012

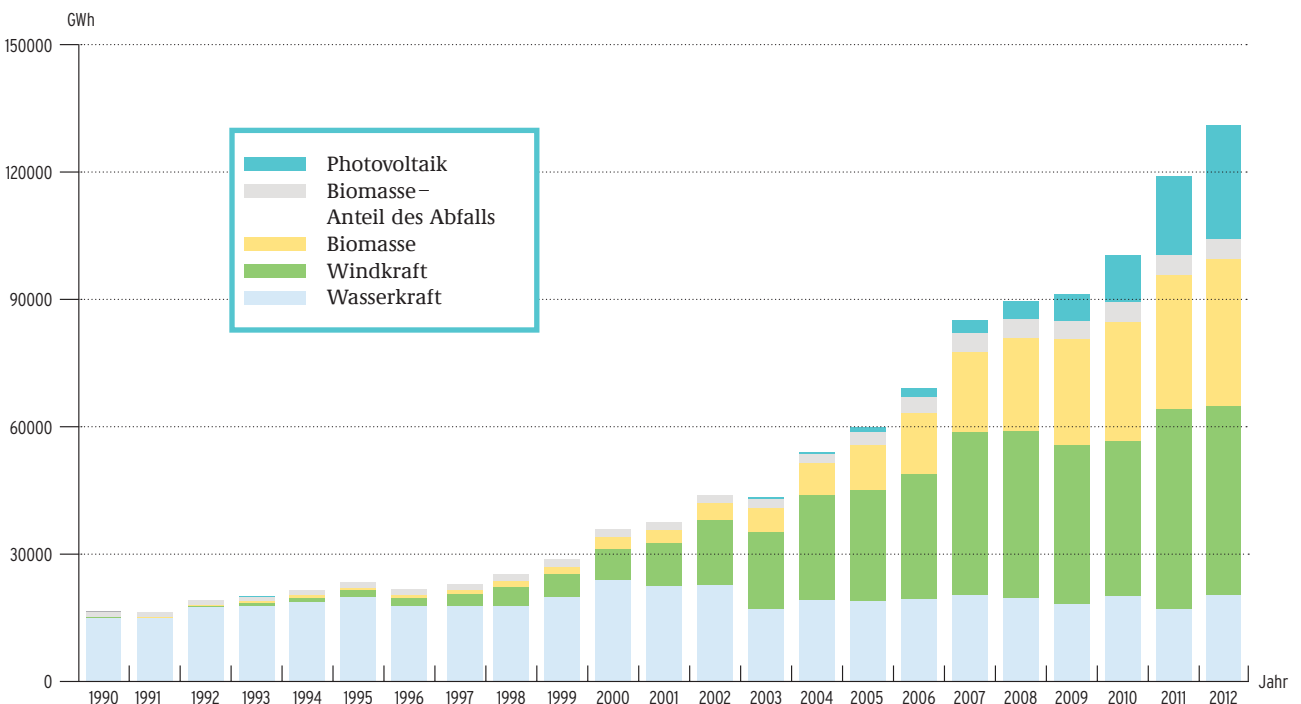


Quelle

Bundesumweltministerium, Erneuerbare Energien in Zahlen, Stand: Juli 2013

Abbildung 54

Entwicklung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland seit 1990



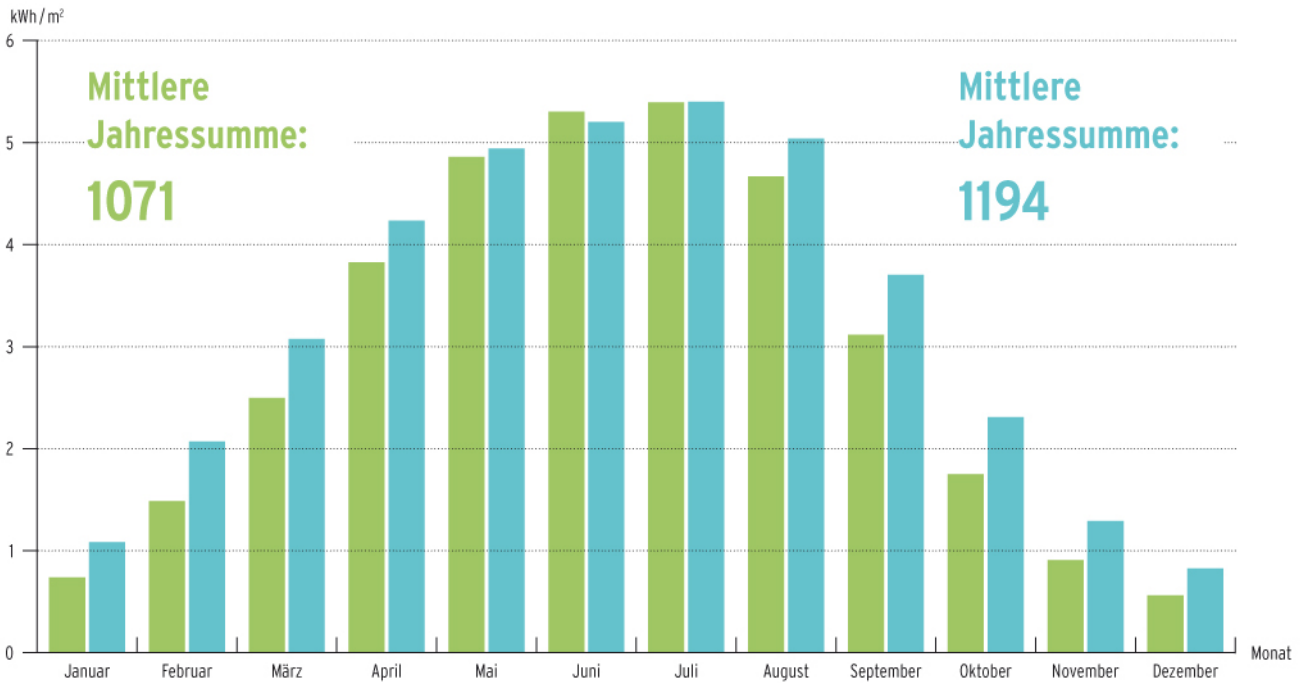
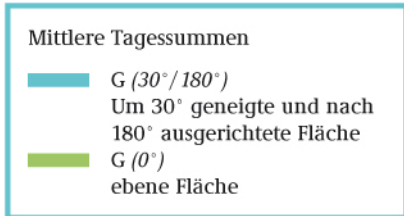
Quelle

BMWi Energiedaten, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Stand: Mai 2013

Abbildung 55

Globalstrahlung-Durchschnittliche Sonneneinstrahlung pro Tag im Jahresverlauf

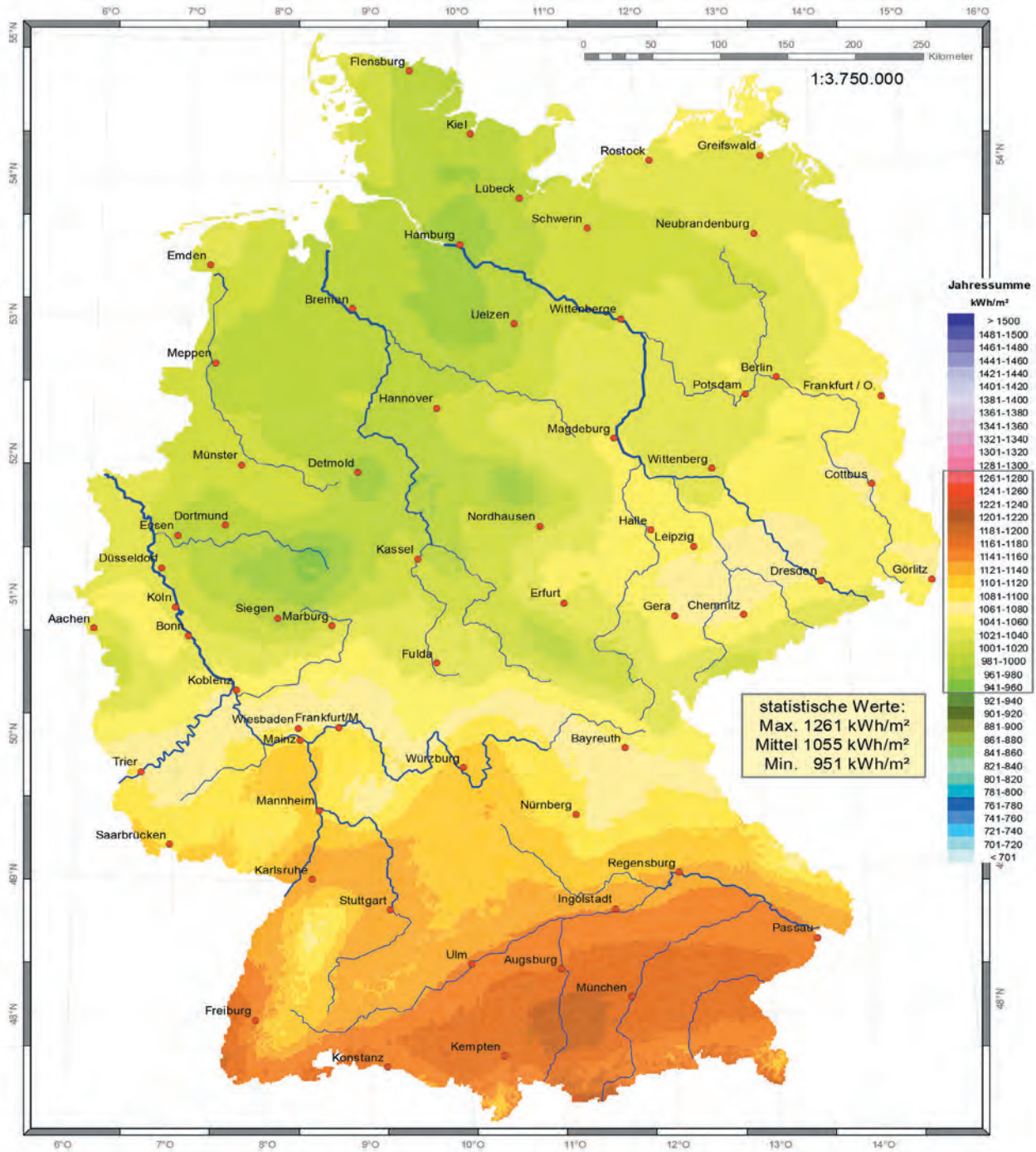
in kWh/m²



Quelle

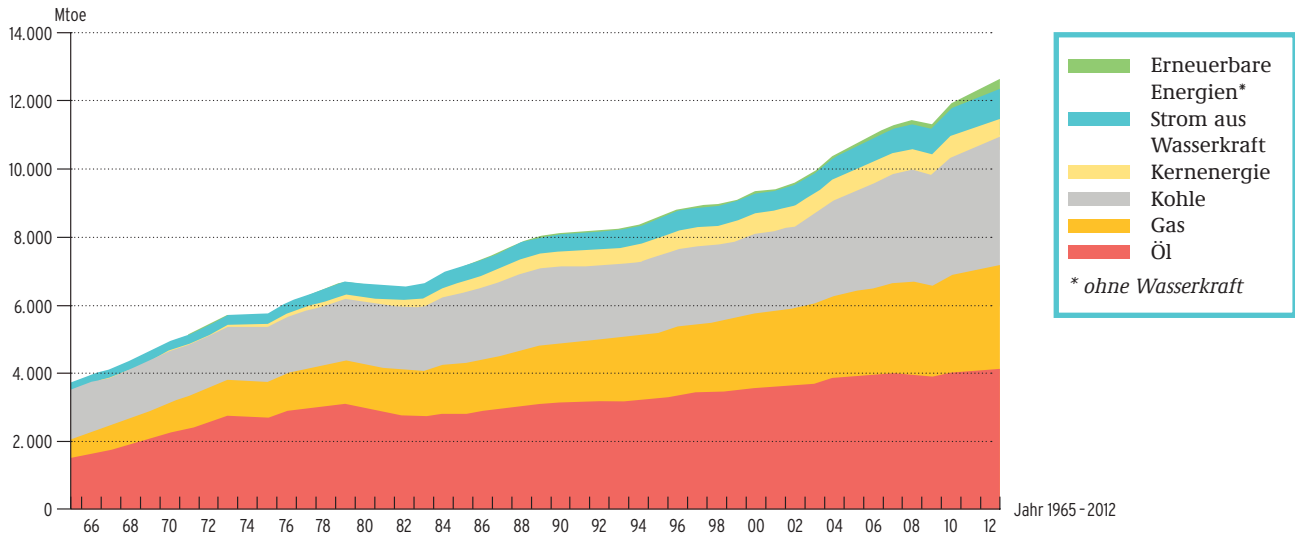
Deutscher Wetterdienst, Globalstrahlung – Die Energie der Sonne, <http://www.dwd.de/globalstrahlung> (letzter Abruf im Dezember 2013)

Abbildung 56
Globalstrahlung in der Bundesrepublik Deutschland,
mittlere Jahressummen im Zeitraum 1981–2010



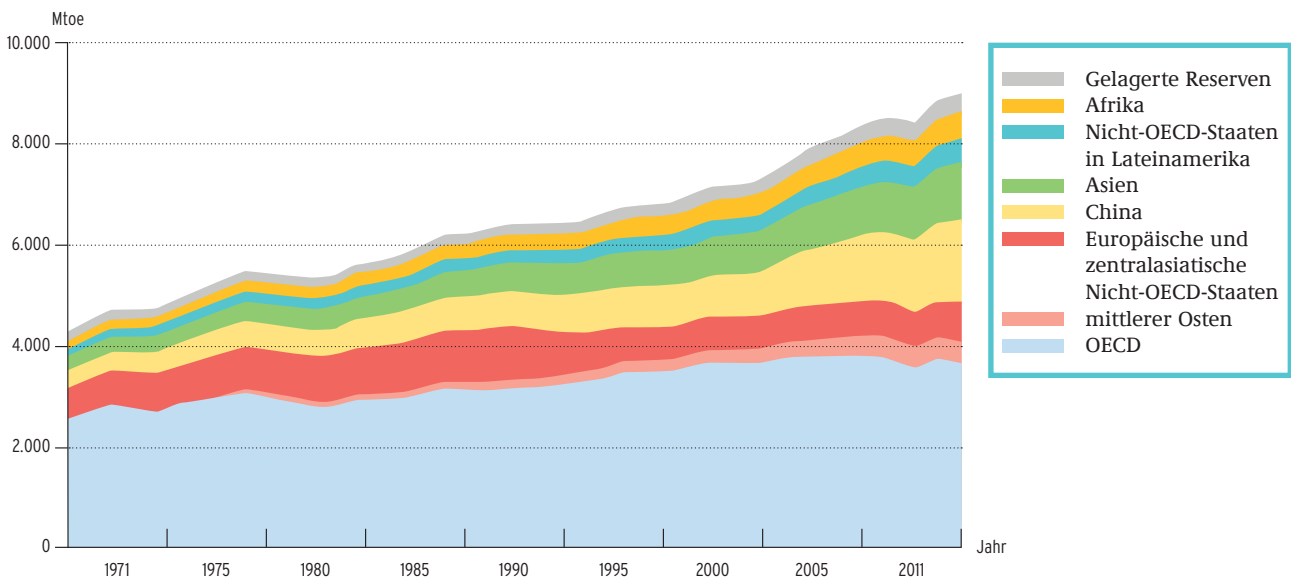
Quelle
 Deutscher Wetterdienst

Abbildung 57
Weltweite Nutzung von Energierohstoffen und Energiequellen (Primärenergieverbrauch)
seit 1965 in Millionen Tonnen Öleinheiten



Quelle
 BP Statistical Review of World Energy 2013, Historical Data Workbook

Abbildung 58
Endenergieverbrauch weltweit von 1971 bis 2011 nach Regionen
in Millionen Tonnen Öleinheiten

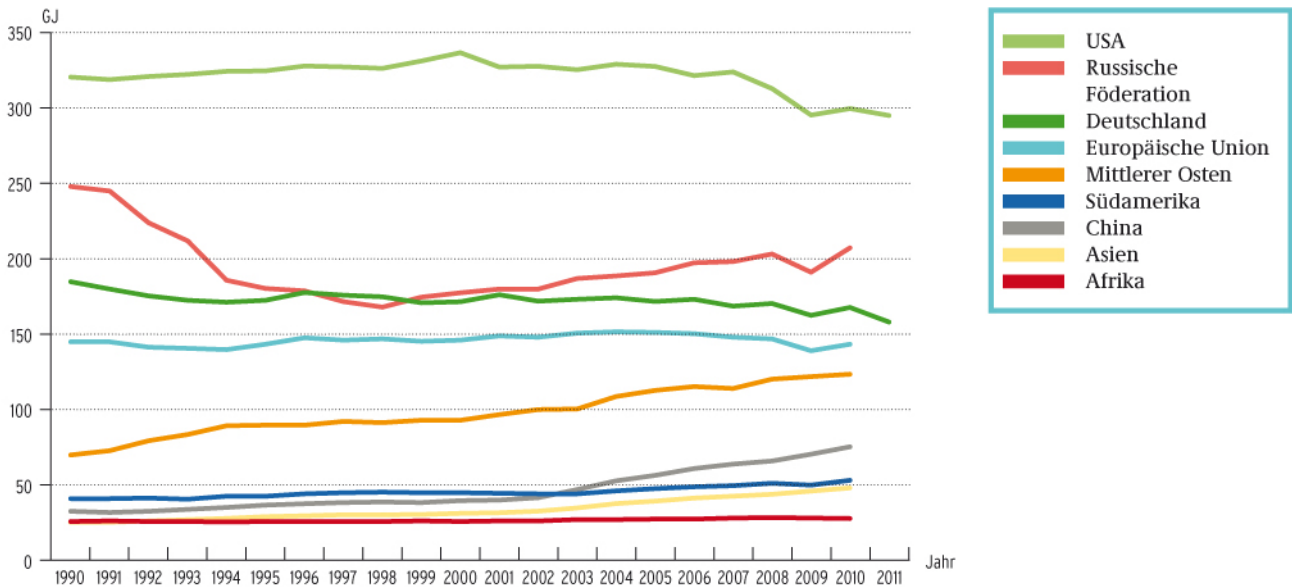


Quelle
 Internationale Energieagentur IEA, Key World Energy Statistics 2013

Abbildung 59

Entwicklung des Energieverbrauchs pro Kopf in ausgewählten Ländern und Regionen

seit 1990 in GJ



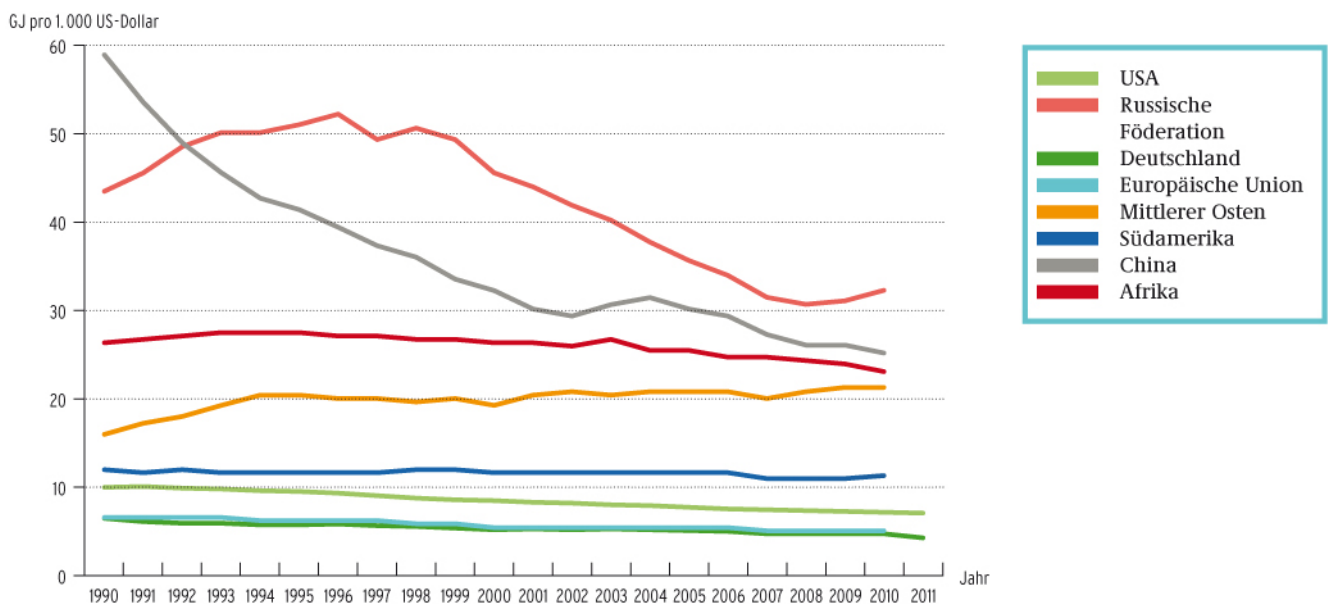
Quelle

Zeitbild/nach einer Darstellung des BMWi

Abbildung 60

Entwicklung des Energieverbrauchs pro Einheit Bruttoinlandsprodukt in ausgewählten Ländern und Regionen

seit 1990 in GJ pro 1.000 US-Dollar



Quelle

Zeitbild/nach einer Darstellung des BMWi

Energie

Energie ist immer im Spiel, wenn auf der Welt ein Vorgang abläuft. Zum Beispiel, wenn ein Auto fährt, eine Lampe leuchtet, wenn du dein Zimmer heizt oder etwas in der Kühltruhe einfrierst, wenn Pflanzen wachsen. Das Wort Energie stammt aus dem Griechischen und bedeutet so viel wie „Tatkraft“, „das Treibende“ oder „wirkende Kraft“. Vereinfacht kann man sagen: Energie ist die Fähigkeit, Arbeit zu verrichten. Die physikalische Einheit ist Joule (*J*). Von Joule ist die gebräuchliche Einheit ›Kilowattstunde (*kWh*) abgeleitet.

Energieverbrauch

Energieverbrauch ist ein umgangssprachlicher Begriff. In der Regel ist das Maß der Energienutzung gemeint. Laut den Gesetzen der Physik kann Energie nicht verbraucht werden – sie wird nur umgewandelt. Wenn mit elektrischem Strom eine Lampe zum Leuchten gebracht wird, wird der Strom zum Teil in Strahlungsenergie (*Licht*) umgewandelt und zum Teil in Wärmeenergie (*die Lampe wird warm*). Die Summe der Energie bleibt jedoch gleich. Dagegen können jedoch ›Energieträger wie Kohle oder Benzin tatsächlich verbraucht werden.

Erneuerbare Energien

Als erneuerbare Energien beziehungsweise regenerative Energien werden alle Formen der Energieumwandlung bezeichnet, die auf drei Primärenergiequellen zurückgehen: die Strahlungsenergie der Sonne, die Wärme im Inneren der Erde und die Gravitationskraft zwischen Erde und Mond, welche für die Gezeiten sorgt und die Gewinnung von elektrischer Energie aus der Bewegung des Meeres ermöglicht. Diese Energiequellen stehen aus Sicht der Menschen praktisch unbegrenzt zur Verfügung.

Fossile Energierohstoffe

Fossile Energierohstoffe – auch Brennstoffe genannt – wie Kohle und Erdgas sind vor Millionen von Jahren aus Pflanzen- und Tierresten entstanden. Sie bestehen vor allem aus Kohlenstoff. Bei ihrer Verbrennung entsteht ›Kohlendioxid.

Kilowattstunde (kWh)

Gebräuchliche Einheit, um den Stromverbrauch zu messen. Sie ist von der physikalischen Einheit ›Joule abgeleitet. Eine Wattsekunde (*Ws*) entspricht einem Joule, daraus folgt: $1 \text{ kWh} = 1.000 \text{ Watt} * 3.600 \text{ Sekunden} = 3.600.000 \text{ Joule} = 3,6 \text{ Megajoule}$.

Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen

Die Klimarahmenkonvention wurde auf dem UN-Weltgipfel für Umwelt und Entwicklung 1992 in Rio de Janeiro angenommen und seither von 194 Staaten ratifiziert. Sie trat 1994 in Kraft. Die Klimarahmenkonvention ist der erste internationale Vertrag, der den Klimawandel als ernstes Problem bezeichnet und die Staatengemeinschaft zum Handeln verpflichtet. Die Konvention bildet den Rahmen für die Klimaschutzverhandlungen, die jeweils als Vertragsstaatenkonferenz der Konvention stattfinden.

Kohlendioxid (CO₂)

Kohlendioxid (*eigentlich: Kohlenstoffdioxid*) ist das bekannteste „Treibhausgas“ und ein natürlicher Bestandteil der Luft. Es entsteht unter anderem bei der Verbrennung kohlenstoffhaltiger Substanzen, zum Beispiel Kohle oder Erdöl. Durch menschliche Aktivitäten ist der CO₂-Anteil in der Atmosphäre seit Beginn der Industrialisierung, vor allem aber seit der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts stark gestiegen.

Konventionelle Energien

Konventionell bedeutet herkömmlich, hergebracht. Unter konventionellen Energien werden in den vorliegenden Materialien alle nicht erneuerbaren Formen der Energienutzung verstanden, vor allem die der endlichen Energierohstoffe Kohle, Erdgas, Erdöl und Uran (*Kernkraft*). Andere Definitionen umfassen nur die Nutzung fossiler Energierohstoffe als konventionelle Energien und beziehen die Kernkraft nicht ein.

Kyoto-Protokoll

Zusatzprotokoll zur Ausgestaltung der ›Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen, das unter anderem die weltweite Emission von Treibhausgasen beschränken soll.

Öleinheit (ÖE)

Die Öleinheit (*ÖE, englisch oil equivalent*) ist ein international gebräuchliches Maß zum Vergleich des Energiegehalts von Energierohstoffen wie Kohle und Öl. Verschiedene Rohstoffe können mittels Umrechnungsfaktoren verglichen werden. Eine Öleinheit entspricht 41,868 Megajoule (*MJ*) = 11,63 Kilowattstunden (*kWh*) ≈ 1,428 ›Steinkohleeinheiten (*SKE*).

Regenerative Energien

Siehe ›erneuerbare Energien

Steinkohleeinheit (SKE)

Die Steinkohleeinheit (*SKE*) ist ein in Europa verbreitetes Maß zum Vergleich des Energiegehalts von Energierohstoffen wie Kohle und Öl. Ein Kilogramm SKE entspricht der ›Energie, die beim Verbrennen von genau einem Kilogramm Steinkohle freigesetzt wird. Um vergleichen zu können, gibt es verschiedene Umrechnungsfaktoren: 1 SKE entspricht: 29,3076 Megajoule (*MJ*) oder 8,141 ›Kilowattstunden (*kWh*) oder 0,7 kg ›Öleinheiten (*ÖE*).

Treibhauseffekt

Verschiedene ›Treibhausgase absorbieren einen Teil der Wärmerückstrahlung von der Erdoberfläche in die Atmosphäre und tragen damit zur Erwärmung der Erde bei. Dies wird als Treibhauseffekt bezeichnet. Es wird zwischen einem natürlichen und einem anthropogenen (*vom Menschen verursacht*) Treibhauseffekt unterschieden. Die natürliche Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre sorgt dafür, dass auf der Erde statt eisiger Weltraumkälte eine durchschnittliche Temperatur von 15 Grad Celsius herrscht. Der zusätzliche Ausstoß von Treibhausgasen durch menschliche Aktivitäten heizt das Klima jedoch weiter auf.

Treibhausgase

Treibhausgase sind Gase in der Atmosphäre, welche die Wärmerückstrahlung von der Erdoberfläche in das All verhindern und somit den ›Treibhauseffekt bewirken. Der zusätzliche Ausstoß von Treibhausgasen führt zu einer Veränderung des Klimas, der schwerwiegende Folgen mit sich bringen kann (*unter anderem Anstieg des Meeresspiegels, Verschiebung der Klimazonen, Zunahme von Stürmen*). Das ›Kyoto-Protokoll sieht daher eine Verringerung der Emissionen für die wichtigsten Treibhausgase vor. Beispiele sind Kohlendioxid (*CO₂*), Methan (*CH₄*), Lachgas (*N₂O*), Schwefelhexafluorid (*SF₆*), wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe (*H-FKW*), perfluorierte Kohlenwasserstoffe (*FKW*).

Nach

Bundesumweltministerium, Erneuerbare Energien in Zahlen (2012) sowie Glossar Internationale Klimapolitik (www.bmub.bund.de/klimaschutz ›Internationale Klimapolitik ›Glossar)

Kapitel 9

Reflexion

Sicher ist dir schon mal in einem Schulbuch oder in anderen Lernmaterialien die Aufforderung begegnet, am Ende einer Einheit noch einmal das Gelernte zu reflektieren. Dieses nachträgliche Nachdenken darüber, was und wie gelernt wurde, kann sehr hilfreich sein. Denn erst dabei wird oft klar, was wichtig ist und was nicht – oder ob etwas unklar geblieben ist. Und die Reflexion kann helfen, deine Arbeitsweise und Recherchewege zu verbessern. Auch bei Profis gehört es zur Arbeit dazu, nach einem Projekt zu bewerten, wie es gelaufen ist. Das ist der beste Weg, um beim nächsten Mal noch besser ans Ziel zu kommen.

Gerade bei der Auseinandersetzung mit dem Thema erneuerbare Energien ist es sinnvoll, mit Plan vorzugehen. Denn es ist ein besonders umfangreiches und vielfältiges Thema. Die folgenden Hinweise können dir helfen, gezielt zu recherchieren, gut im Team zu arbeiten und die Ergebnisse zu dokumentieren.

Die Arbeit planen und organisieren

Manchmal klappt es gut, manchmal eben nicht – so könnte man die Erfahrungen zusammenfassen, wenn man vergleicht, wie die Arbeit an verschiedenen Projekten oder Aufgaben gelaufen ist. Es lohnt sich, genauer hinzuschauen und zu ermitteln, woran es jeweils gelegen hat.

Mind-Map

Eignet sich für: *Start eines Projekts*

Ergebnis: *Ideensammlung*

Materialien: *Papier oder Tafel beziehungsweise interaktive Tafel mit geeigneter Software (zum Beispiel Smartboard)*

Eine Mind-Map eignet sich, um Ideen zu sammeln. Du schreibst einen Begriff oder eine Frage in die Mitte und notierst darum herum Stichworte, die dir dazu einfallen. Der Blick auf diese Stichwortsammlung hilft, weitere Ideen zu entwickeln, die wichtigsten Begriffe zu erkennen und Zusammenhänge zu assoziieren.

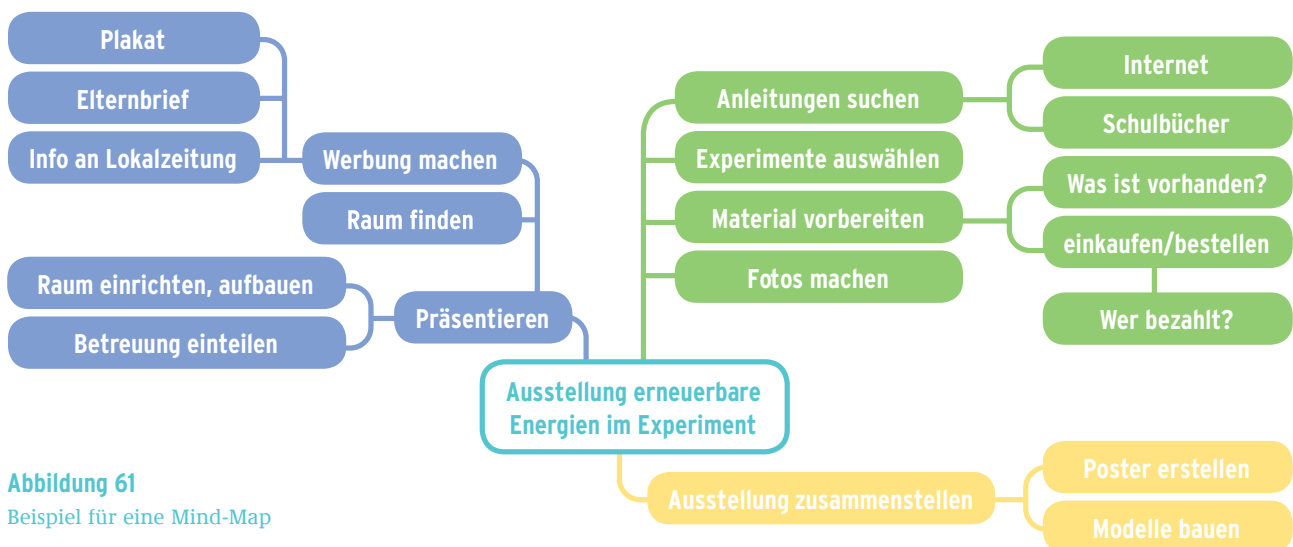


Abbildung 61

Beispiel für eine Mind-Map

Projektstrukturplan

Eignet sich für: *Planung und Verteilung der Aufgaben*

Ergebnis: *Übersicht über alle Arbeitsschritte*

Materialien: *Zettel und Pinnwand oder interaktive Tafel mit geeigneter Software (zum Beispiel Smartboard)*

Ein Projektstrukturplan hilft, den Überblick über alle nötigen Arbeitsschritte zu behalten. Er kann auch benutzt werden, um Aufgaben zu verteilen und den Fortschritt zu dokumentieren. Der Plan hat die Form einer Tabelle und besteht aus verschiedenen Säulen, die für die verschiedenen Schritte des Projekts stehen. In jeder Säule werden alle Arbeitsschritte aufgelistet (siehe Abbildung 61).

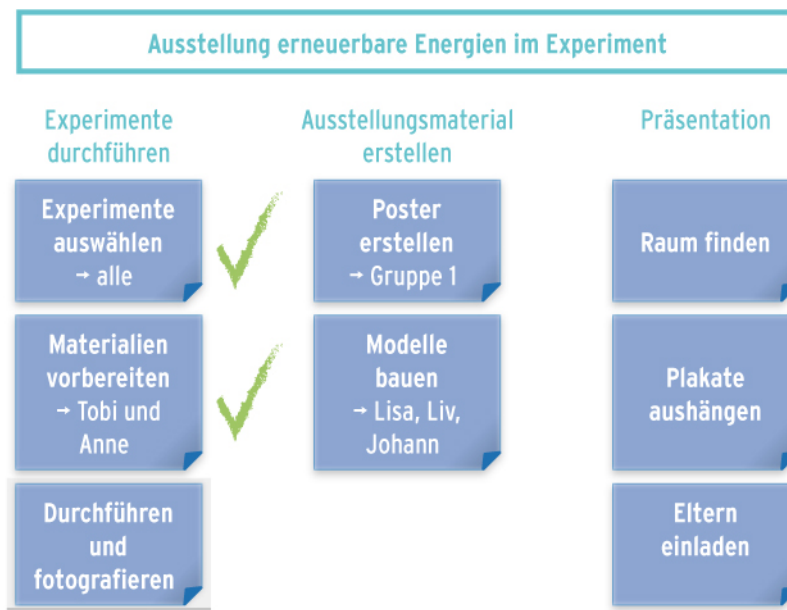


Abbildung 62

Beispiel für einen Projektstrukturplan

Inhalte strukturieren

Du kannst Mind-Maps auch verwenden, um Inhalte zu strukturieren. Dabei ändern sich nur die Begriffe, die Methode bleibt die gleiche.

Eine weitergehende Methode ist das Konzeptschaubild. Oft wird auch der englische Begriff Concept-Map verwendet. Dort werden außer den Begriffen auch Zusammenhänge veranschaulicht, indem Pfeile eingezeichnet werden (siehe Abbildung 62).



Abbildung 63

Beispiel für ein Konzeptschaubild

Wie läuft's? Den Ablauf bewerten

Bei der Reflexion darüber, wie die Arbeit verlaufen ist, solltest du verschiedene Ebenen betrachten:

1. Ich: das eigene Verhalten und die eigenen Gefühle. Was an meinem Verhalten war hilfreich, was könnte ich besser machen?
2. Wir: das Verhalten und die Stimmung in der Gruppe. Was hat in der Gruppe gut geklappt, was könnte besser laufen?
3. Die Sache: Dazu gehören Ziele, Inhalte, Vorgehensweisen, Materialien et cetera. Was hast du erreicht, was hat zum Erreichen der Ziele beigetragen – und was war hinderlich?

Wenn du allein arbeitest, kannst du die Stichworte und Fragen unter 1. und 3. nutzen, um deine Arbeit allein für dich zu reflektieren. In der Gruppe könnt ihr euch auf bestimmte Methoden einigen, damit die Reflexion für alle hilfreich und fair verläuft. Beispiele sind die Abschlusskritik und das Blitzlicht.

Abschlusskritik

Eignet sich für: *Abschluss einer Gruppenarbeit oder einer gemeinsamen Aktion der Klasse*

Ergebnis: *detaillierte Bewertung, Verbesserungsvorschläge*

Materialien: *Karten, Stifte (dicke Filzschreiber), Wand und Befestigungsmaterial*

Die Gruppenmitglieder erinnern sich an das Projekt und notieren, was sie gut fanden, was weniger gut war und was in Zukunft anders gemacht werden könnte. Sie schreiben in Einzelarbeit ihre Ergebnisse in verschiedenen Farben auf Karten. Diese werden eingesammelt, sortiert und angeheftet. Dabei werden sie sortiert in die Bereiche „gelungen“, „weniger gelungen“ und „Vorschläge“. Anschließend werden die Ergebnisse im Plenum diskutiert.

Hilfreich ist es, vor dem Notieren der Ergebnisse den Ablauf noch einmal zusammenzufassen und so in Erinnerung zu rufen.

Ausstellung erneuerbare Energien im Experiment		
<i>+ gelungen</i>		
Modellbau in der Gruppe habe viel gelacht	habe verstanden, wozu Solarmodule gut sind	Fotografieren hat Spaß gemacht
<i>- weniger gelungen</i>		
Konnte nicht in der gewünschten Gruppe mitmachen	Aufgaben zu Photovoltaik waren zu schwierig	wenig Platz im Raum einige Kabel waren kaputt
<i>Vorschläge</i>		
Lehrkraft soll bei schwierigen Aufgaben mehr erklären	Fotos auch auf die Internetseite der Schule stellen	Öfter Experimente im normalen Unter- richt machen

Blitzlicht

Eignet sich für: *kurze Verständigung in kleiner Gruppe*

Ergebnis: *Stimmungsbild, Zwischenstand*

Materialien: *keine*

Bei Aktivitäten in der Gruppe kann es schon mal zu Unklarheiten kommen. Zum Beispiel darüber, ob alle das gleiche Ziel verfolgen, ob Absprachen wirklich eingehalten werden, ob die Aufgaben sinnvoll verteilt sind oder ob die Arbeit überhaupt zu schaffen ist. Um Klarheit zu schaffen, kann jedes Mitglied der Gruppe die anderen bitten, kurz ihre Meinung oder Gefühle mitzuteilen. Dazu stellt er oder sie eine bestimmte Frage. Jedes Mitglied der Gruppe sagt dazu einen oder höchstens zwei Sätze. Erst wenn alle dran waren, wird darüber diskutiert.

Obwohl diese Regeln sehr überschaubar sind, kann es schwerfallen, sich daran zu halten. Dann kann es helfen, die Frage oder ein Stichwort dazu auf eine Karteikarte zu schreiben. Die Karte wird in der Gruppe weitergegeben, und nur wer sie hält, darf reden.

Projektideen: Was lerne ich hier eigentlich?

Wer kennt das nicht: Mitten in den mühsamen Recherchen zu einer Aufgabe kommt schon mal die Frage auf, wozu die ganze Arbeit eigentlich gut ist. Die Antwort ist eigentlich ganz einfach: um etwas Wichtiges herauszufinden! Die folgenden Ideen für Projekte sind Beispiele dafür, welche wichtigen Fragen es im Bereich erneuerbare Energien gibt – und wie du die Ergebnisse festhalten kannst. So weißt nicht nur du, was du geschafft hast, sondern auch andere können damit etwas anfangen.

Energie klimafreundlich nutzen: Ein Ratgeber für private Haushalte

Ausgangsfrage: Was können Menschen wie du und ich eigentlich tun, um beim Energieverbrauch auf Klimaschutz zu achten? Recherchiere, wie Energieverbrauch und Klimawirkung zusammenhängen. Stelle

zusammen, was jeder/jede Einzelne tun kann. Bereite dann deine Ergebnisse in Form einer Ratgeberbroschüre auf. Sie sollte anschaulich und leicht verständlich sein, sodass sie auch für Menschen ohne Vorkenntnisse hilfreich ist. Ein Beispiel ist die Broschüre „10 Klimatipps für den Alltag“ (unter www.klimaschutz.de ›Suche nach „10 Klimatipps“). Sicher fällt dir ein, wie man so eine Broschüre zum Beispiel für deine Mitschüler/-innen noch besser machen kann.

Stell dir vor ... Ein Szenario präsentieren

Ausgangsfrage: Warum brauchen wir eigentlich erneuerbare Energien? Recherchiere, welche Probleme herkömmliche Arten der Energieerzeugung mit sich bringen. Erkläre, warum sie mithilfe von erneuerbaren Energien gelöst werden können und was diese von herkömmlichen Energiequellen unterscheidet. Fasse deine Ergebnisse in einer Präsentation zusammen. Verwende dazu möglichst Bilder, Infografiken oder Filme, sodass du das Thema möglichst verständlich und spannend erklären kannst. Du kannst zum Beispiel verschiedene Szenarien präsentieren: Wie sahen Lebensstil und Energiekonsum vor 100 Jahren aus? Wie könnten sie in 100 Jahren aussehen – in einer Welt, die CO₂-neutral lebt, und in einer Welt, die beim CO₂-Ausstoß weitermacht wie bisher? Nutze dafür Präsentationssoftware für den PC oder im Netz wie prezi.com oder Google Docs. Beispiele findest du unter <http://prezi.com/explore> ›Suche nach „Klimawandel“.



Abbildung 64

Wie kann eine Energieversorgung aus 100 Prozent erneuerbaren Quellen funktionieren? Im Rahmen des Forschungsprojekts „Kombikraftwerk 2“ wurde ein Animationsfilm entwickelt, der dieses Szenario anschaulich macht (online unter www.kombikraftwerk.de).

Quelle

Projektkonsortium Kombikraftwerk 2

Das Energiekonzept für deine Schule: Ein Recherchetagebuch im Internet

Ausgangsfragen: Wie viel CO₂-Ausstoß verursacht eigentlich deine Schule, und was kann man tun, damit sie klimafreundlicher wird? Recherchiere, wie deine Schule mit Energie versorgt wird und wie man den Energieverbrauch im Gebäude senken kann. Trage Informationen und Beispiele zu verschiedenen Technologien zusammen. Versuche, die Energiesparmaßnahmen an deiner Schule umzusetzen! Den Weg dahin und deine Ergebnisse kannst du in einem Projektblog im Internet dokumentieren. Ein Blog kannst du zum Beispiel unter wordpress.de oder blogspot.de einrichten. Im Internet kannst du dich auch mit Energie- und Klimaschutzprojekten an anderen Schulen austauschen. Interessante Schulprojekte findest du zum Beispiel unter www.klimaschutzschulenatlas.de. Werkzeuge für deine Recherchen kannst du auch ausleihen: Auf der Website der Aktion Klima! findest du Schulen im Umkreis, die eine Klimakiste mit Messgeräten und Materialien verleihen. Die Adresse lautet <http://klima.bildungscnt.de/aktion-klima/klimakiste-und-mehr>. Schulprojekte können auch an verschiedenen Wettbewerben teilnehmen. Eine ständig aktualisierte Übersicht bietet der Bildungsservice im Bundesumweltministerium unter <http://www.bmub.bund.de/bildungsservice> in der Rubrik „Wettbewerbe“.

Das Energielabor: Ergebnisse aus Experimenten dokumentieren

Ausgangsfrage: Wie funktioniert das eigentlich, aus der Kraft des Wassers, des Windes oder der Sonne nutzbare Energie zu erzeugen? Führe die Experimente aus Kapitel 7 dieser Broschüre durch und dokumentiere deine Ergebnisse und Erfahrungen. Mach am besten auch Fotos im Laufe der Arbeit. Nutze diese Materialien, um die Grundprinzipien erneuerbarer Energien in einer Ausstellung zu erklären. Du kannst dafür zum Beispiel Poster anfertigen, Modelle aufbauen und die Ausstellungsbesucher selbst experimentieren lassen. Überlege, welche Versuche dafür am besten geeignet sind.

**„Der Staat schützt auch in Verantwortung für die künftigen
Generationen die natürlichen Lebensgrundlagen ...“
Grundgesetz, Artikel 20 a**

Diese Publikation ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt.

www.bmub.bund.de/bildungsservice