Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit

ERNEUERBARE ENERGIEN

Materialien für Bildung und Information

IMPRESSUM

Herausgeber:	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) Referat Öffentlichkeitsarbeit · 11055 Berlin E-Mail: service@bmu.bund.de · Internet: www.bmu.de
Text:	Peter Wiedemann, Sabine Preußer, Annette Jensen
Redaktion:	Dr. Korinna Schack, Achim Schreier, Referat ZG II 1 (BMU) Frank J. Richter, Zeitbild Verlag und Agentur für Kommunikation GmbH
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
Gestaltung:	Zeitbild Verlag und Agentur für Kommunikation GmbH, Berlin
Druck:	BMU Druckerei
Abbildungen:	Zeitbild / Oedekoven, Zitromat
Stand:	April 2008
2. Auflage:	500 Exemplare

BILDUNGSMATERIALIEN DES BMU

Unter dem Motto „An Umwelt- und Naturschutzthemen technische und naturwissenschaftliche Problemlösungskompetenz erwerben“ gibt das Bundesumweltministerium gemeinsam mit dem Zeitbild Verlag und dem Arbeitsbereich Erziehungswissenschaftliche Zukunftsforschung an der FU Berlin Bildungsmaterialien zu umweltpolitischen Schwerpunkten wie Klimaschutz und Klimapolitik, Umwelt und Gesundheit, Wasser im 21. Jahrhundert, Biodiversität, Flächenverbrauch und Landschaftszerschneidung, Atomausstieg etc. heraus. Dabei wird auf den neuesten Erkenntnissen aus der Bildungsforschung und dem Modellprogramm zur Bildung für nachhaltige Entwicklung aufgebaut.

E-Mail: **bildungsservice@bmu.bund.de**
Kostenloser Download der Materialien unter
www.bmu.de/bildungsservice

REISE IN DIE ZUKUNFT 3
VIER JUGENDLICHE ENTDECKEN DIE ZUKUNFT DER ENERGIEVERSORGUNG

DIE SUPERSTARS DER ERNEUERBAREN ENERGIEN 71
WER HAT DIE VISIONEN FÜR DIE ZUKUNFT?

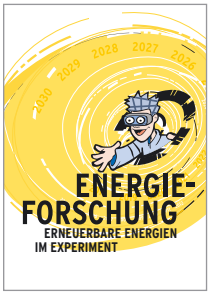
- Die Superstars der erneuerbaren Energien
- Der Sonnenpionier
- Immer in Bewegung
- Dauerbrenner Biomasse
- Plusenergiehaus
- Wir sind die Energie
- Je früher, desto besser

ENERGIE AUS DER ZUKUNFT 17
ERNEUERBARE ENERGIEN IM ÜBERBLICK

- Energie aus der Zukunft
- Sonnenwärme
- Strom aus der Sonne
- Windenergie
- Wasserkraft
- Biomasse
- Erdwärme

GRÜNER STROM 79
ÖKOPOWER AUS DER STECKDOSE

- Grüner Strom
- Gib CO_2 keine Chance!
- Wie grün ist grün wirklich?
- Den Stromgürtel enger schnallen
- Ökostrom-Quiz
- Pressespiegel



ENERGIEFORSCHUNG 31
ERNEUERBARE ENERGIEN IM EXPERIMENT

- Energieforschung
- Absorption und Emission von Wärmestrahlung
- Der Solarkocher
- Fotovoltaik und Solarzellen
- Holz entwässern
- Holzvergaser
- Das Aufwindkraftwerk – Aus Sonne entsteht Wind
- Experiment: Wärmedämmung

KANN MAN SONNE TANKEN? 89
KRAFTSTOFFE DER ZUKUNFT

- Sonne im Tank – Kraftstoffe der Zukunft
- Voll tanken – aber bitte sauber!
- Wasserstoff im Tank
- Bewertung von Alternativen
- Aktuelle Meldungen
- Linksammlung

WAS IST GERECHT? 49
LEBENSSTIL UND ENERGIEVERBRAUCH

- Was ist gerecht?
- Das Stuhlspiel
- Persönlicher Energieverbrauch und CO_2-Bilanz
- So viel Energie verbrauche ich doch gar nicht!
- Ein Ländervergleich

DER KOMPETENZCHECK 99
SIND IHRE SCHÜLERINNEN UND SCHÜLER FIT FÜR PISA?

- Aufgabenstellungen
- Lernen/Kompetenzcheck
- Antwortmuster und Lösungen

ENERGIENETZ DER ZUKUNFT 61
ERNEUERBARE ENERGIEN WELTWEIT

- Energienetz der Zukunft
- Unsere Welt
- Biomasse
- Erdwärme
- Windenergie
- Wasserkraft
- Solarthermie
- Energieverbrauch

HANDREICHUNG FÜR LEHRKRÄFTE 109

- Verlaufsvorschläge
- Lösungen und Hinweise
- Konzept Gestaltungskompetenz
- Lehrplananbindung
- Lernziele
- Bildungsstandards

REISE IN DIE ZUKUNFT

VIER JUGENDLICHE ENTDECKEN DIE ZUKUNFT DER ENERGIEVERSORGUNG

DIE EINLADUNG

Viona platzt fast vor Neid. „Fünf Tage früher Ferien. Und dann versäumst du auch noch drei öde Stunden beim Langweiler. Du hast es gut!“ „Na, dafür badet ihr bald in der Ostsee und ich muss mir bestimmt dauernd Windräder und so’n Kram angucken“, versucht Felix seine Cousine zu beruhigen. Dass ihm beim Gedanken an die Reise außerdem etwas mulmig in der Magengegend ist, braucht er ihr ja nicht unbedingt auf die Nase zu binden.

Vor sechs Wochen hatte seine Mutter in ihrer Firma eine merkwürdige Einladung bekommen.

Sehr geehrte Frau Sonnenwind, wie wir aus gut informierten Kreisen erfahren haben, sind Sie eine der führenden Ingenieurinnen für erneuerbare Energien in Ihrer Zeit. Deshalb möchten wir Sie einladen. Besuchen Sie uns im Jahr 2030. Wir wollen Ihnen unsere moderne Energieversorgung vorstellen. Ihren Sohn Felix können Sie gerne mitbringen.

Hochachtungsvoll

Dr. Meiermüller
Zukunfts-AG

Felix hatte sich als Erstes gefragt, wieso dieser Meiermüller überhaupt seinen Namen kannte. Und dann, wie das gehen sollte: in die Zukunft reisen. Viel schlauer war er auch jetzt noch nicht. Sie würden frühmorgens abgeholt, hatte das Unternehmen mitteilen lassen.

„Bin gespannt, ob du da was Richtiges zu essen kriegst“, fantasiert Viona.

„Vielleicht gibt es Gemüse nur noch aus dem Genlabor und alle Kühe und Hühner sind abgeschafft.“

„Und dafür haben sie die Dinosaurier wiederbelebt”, schlägt Aysche vor.

„Kannst du uns nicht ein supermodernes Handy mitbringen?”, fragt Manuel.

„Du musst unbedingt herausfinden, welche Musik später mal angesagt ist. Dann gründen wir ’ne Gruppe und kommen ganz groß raus“, drängt Aysche.

„Das wird dann wohl ’ne Rentnerband. Überleg doch mal: Im Jahr 2030 bist du schon fast 40!“, kontert Felix. Er hat es plötzlich eilig, nach Hause zu kommen und seine Sachen zu packen. Was soll er mitnehmen? Schlagartig wird ihm klar, dass seine coolste Hose im Jahr 2030 wohl reichlich unmodern aussehen dürfte.

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

SARANCHIMEG

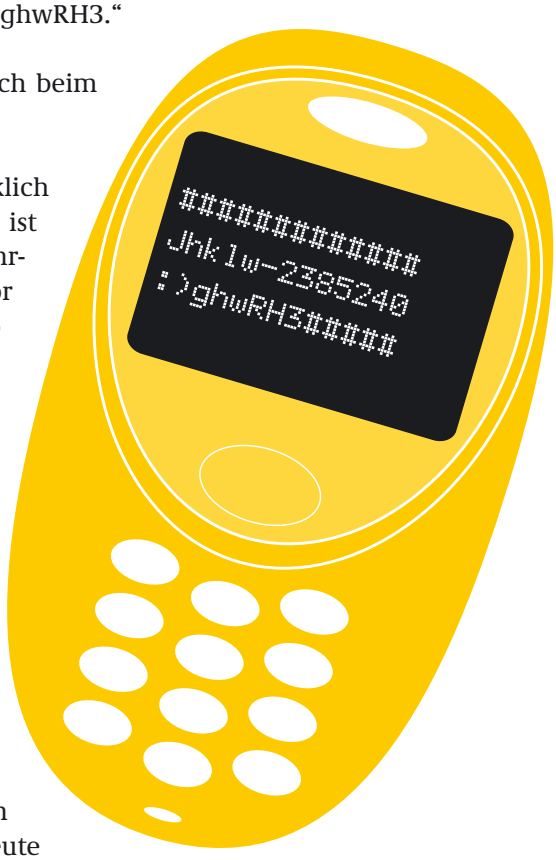
Zum Glück malt Lehrer Langweiler gerade eifrig ein kompliziertes Schaubild an die Tafel. Viona fuchtelt wild mit den Armen, bis Manuel und Aysche endlich aufmerksam werden. Sie hält ihr Handy in die Luft, macht ein panisches Gesicht und formt mit den Lippen: „Felix." Aysche zeigt zur Tür. Kurzer Blickkontakt. Dann rennen alle drei los. Verdutzt schaut Langweiler auf.

„Das geht aber nicht. Ihr setzt euch jetzt sofort wieder hin", schreit er und schickt noch irgendwas über einen Eintrag ins Klassenbuch hinterher. Aber die drei sind schon um die Ecke.

Viona kann vor Aufregung kaum sprechen. Sie drückt Manuel das Handy in die Hand. „Werden verfolgt. BITTE kommt hinterher und helft uns. Schließt euch allein in einem Raum ein. Wählt meine Nummer und dann Jhklw-2385240:)ghwRH3."

„Wohin?", fragt Aysche.

„Die Turnhalle ist bestimmt leer. Frau Hüpfer hat sich doch beim Bockspringen das Bein gebrochen," schlägt Manuel vor. Jhklw-2385240:)ghwRH3 ... und dann ...



Unsicher schauen sich die Freunde um. „Sind wir jetzt wirklich in der Zukunft?", flüstert Aysche. „Ein bisschen unheimlich ist mir schon," wispert Viona. In der hinteren Ecke ist eine mehrstufige Bühne mit merkwürdigen Lichtsäulen aufgebaut. Davor balanciert ein Mädchen auf einer Leiter und montiert so etwas wie einen Scheinwerfer an die Decke. Plötzlich entdeckt sie die drei.

„Wo kommt ihr denn her? Ich habe gar nicht bemerkt, wie ihr reingekommen seid."

„Und was machst du da?", fragt Aysche, die als Erste die Sprache wiedergefunden hat.

„Ja, wisst ihr das denn nicht? Übermorgen fängt doch das internationale Schul-Band-Treffen an", erklärt das Mädchen in einem Ton, als seien die drei einfach hinterm Mond. „Wir von der Energie-AG machen die Beleuchtung. Wir sind spät dran, weil die Baugruppe sich eine so komplizierte Bühne ausgedacht hat und die länger gebraucht haben als berechnet", sagt sie. Plötzlich kommt eine Gruppe Jugendlicher mit glitzernden Overalls hereinstürmt. „Mach hinne. Wir haben heute so viel Sonne gesammelt, dass wir heute Abend die Beleuchtung fahren können", ruft ein Junge mit kariert gefärbten Haaren.

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

„Are you the delegation from Greenland?“, fragt er.

„Ähm, nö.“ Die Freunde wissen nicht recht, wie sie sich vorstellen sollen.

„Könnt ihr uns mal das heutige Datum sagen?“, bittet Viona schüchtern.

„Ich glaube, es ist der 27. Juni“, antwortet der Bunthaarige und macht sich an einem Schaltpult in der Ecke zu schaffen.

„Und welches Jahr?“

„2030. Habt ihr etwa den ganzen Trubel mit den Deziarsfeiern schon vergessen?“

Als die drei Freunde erzählen, wie sie hergekommen sind, ernten sie ungläubiges Staunen. „Ist ja splashy“, kommentiert das Mädchen mit dem Schlauch.

„Also ich bin Saranchimeg und das ist Sergio. Wir sind beide aus der Energie-AG und haben in den letzten Wochen schwer geackert, damit wir das hier zeromäßig hinkriegen.“

„Was ist denn das – zeromäßig?“

„Na, wir dürfen doch für das Festival nicht mehr Energie verbrauchen, als wir hier selbst herstellen können. Aber wir haben jetzt ja sogar eine Geothermieanlage in der Stadt“, sagt Sergio stolz.

„Eine Geo was?“, fragt Aysche.

„Erdwärme. Alle 100 Meter hin zum Erdmittelpunkt wird es drei Grad wärmer – und in dreitausend Metern Tiefe kann man im Prinzip Eier kochen!“

„Bisschen aufwendig, oder?“, meint Manuel. Vor allem kapiert er nicht, was das alles mit der Turnhalle zu tun haben soll.

„Wir haben an der Geothermieanlage mitgebaut. Jetzt erzeugt unsere Schule so viel Strom, dass wir sogar noch was verkaufen können. Damit bezahlen wir dann so etwas wie das Festival. Das hat sich die Wirtschafts-AG so überlegt“, ergänzt Saranchimeg. „Komm Sergio, mach mal weiter. Ich hab Lust, mit den dreien rumzugehen. Und ich hab sie ja schließlich als erste entdeckt.“

Auf dem Flur kommt ihnen eine Gruppe Schüler mit ihrem Lehrer entgegen.

„Mensch, das ist doch Langweiler.“ Viona stößt Aysche und Manuel in die Seite. „Sonst heißt es doch immer: Kommt Zeit, wächst Haar. Das kann man bei dem ja nicht gerade behaupten“, feixt Manuel.

„Aber wenn der jetzt hier ist – und so alt aussieht –, was ist dann mit uns?“, fragt Viona und schaut verstohlen auf ihre Hände. Alles ganz normal. Aber trotzdem – irgendwie verwirrend ...

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

STREETSAILOR UND SUNZERO

„Wie um alles in der Welt sollen wir hier Felix finden?“, fragt Manuel verzweifelt.

„Lass uns eine SMS schreiben. Ich hoffe mal, dass er sich bald meldet“, erwidert Viona und schon zucken ihre Daumen über die Tastatur.

Saranchimeg übernimmt gerne die Rolle der Reiseführerin. Außerdem gefällt ihr der Gedanke, auch am Nachmittag ab und zu einen Blick auf Manuels Stupsnase werfen zu können.

„Ich kann uns ein paar Streetsailor besorgen. Dann zeig ich euch, wie die Stadt heute aussieht und ihr erzählt, wie es hier früher einmal war“, schlägt sie vor.

„Das ist ja voll cool.“ Manuel ist begeistert. Obwohl sie nur leichten Rückenwind haben, sausen die vier in beachtlicher Geschwindigkeit über die Hauptstraße. „Wieso sind wir so schnell?“, fragt er ins Mikrofon, das vorn an seinem Helm angebracht ist.

„Die Streetsailor sind so gebaut, dass sie außer mit dem Segel auch mit einem Elektromotor angetrieben werden“, erklärt Saranchimeg. „Der Motor kriegt seinen Strom von einer Brennstoffzelle. Und außerdem haben sie beim Parken in den letzten Tagen Windenergie gesammelt.“

Auf der linken Spur fahren Kleinwagen mit Solardach Kolonne. Rechts veranstalten ein paar superflache dreirädrige Gefährte ein Wettrennen mit riskanten Überholmanövern.

„Die Dinger produzieren überhaupt keine Abgase – deshalb SunZero. Superleichte Trikes mit Elektroantrieb.“ Saranchimeg ist jetzt gar nicht mehr zu bremsen: „Die Solarzellen haben so viel Power, dass sie das Wasser von der Brennstoffzelle wieder in Wasserstoff verwandeln“, erklärt sie. Viona schwirrt der Kopf. Brennstoffzelle – was war das gleich noch?

„Da hinten ist mein Reitstall“, jubelt Aysche. „Da will ich unbedingt mal anhalten.“ „Sieht hier gar nicht so anders aus“, stellt sie fest, als sie an den Boxen mit den Pferden vorbeischlendern.

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

„Hattest du gedacht, dass Pferde künftig mit Sessel und Fernseher leben?“, feixt Viona. Plötzlich ertönt ein Rattern.

„Was ist denn das?“

„Gibt es das bei euch noch nicht? Ein paar Mal am Tag wird der Pferdemist über ein Fließband nach draußen transportiert und kommt dann mit Kartoffelschalen und anderen organischen Abfällen aus der Gegend in ein kleines Kraftwerk“, erwidert Saranchimeg. Aysche will unbedingt eine Runde reiten und so legen die anderen sich draußen auf der Wiese in die Sonne und dösen. „Soll ich euch mal was völlig Abgedrehtes zeigen? Da hinten ist so ein Drei-D-Zentrum. Das gilt vor allem bei Jungen als superfreezy.“

Am Eingang bekommt jeder einen Overall und einen Helm ausgehändigt. „Und was passiert jetzt?“, will Manuel wissen. „Zieht das Ding mal an, stellt euch auf eine Plattform und setzt dann die schwarze Brille auf“, fordert Saranchimeg. Als Manuel und Viona auf den Knöpfen am Geländer der Plattform rumdrükken, finden sie sich plötzlich in rascher Folge auf einer Wiese wieder, dann vor der Bühne bei einem großen Konzert und schließlich in der Wüste.

„Stellt mal Wüste ein!“, befiehlt Saranchimeg. Manuel spürt sofort eine sengende Hitze. In der Ferne zieht eine Karawane an einer Oase vorbei – und in ein paar Metern Abstand zu sich selbst entdeckt er plötzlich Saranchimeg. Sie winkt und kommt auf ihn zugelaufen. Als sie ganz nah vor ihm steht, lacht sie ihn an und er spürt plötzlich ihre Hand auf seiner Schulter. Völlig irritiert nimmt Manuel den Helm ab. Er steht in einer großen Halle – Saranchimeg und Viona sind mindestens zehn Meter entfernt.

„Noch funktioniert das nur, wenn sich alle Leute im selben Raum befinden“, erklärt Saranchimeg und wird ein bisschen rot. „Aber irgendwann soll man mit Freunden am Lagerfeuer sitzen können, die 10.000 Kilometer entfernt sind.“

„Na, ich weiß nicht, ob ich das so gut finde“, meint Viona.

„Mir ist ein echtes Treffen auch lieber“, gesteht Saranchimeg. „Schließlich gehört zum Feuer ja mehr als Wärme und Knistern.“

Als sie gerade auf dem Weg zurück zum Reitstall sind, fiept Vionas Handy.

„Verfolger lassen uns nicht aus den Augen. Nur auf dem Klo bin ich allein. Wir wechseln dauernd den Ort. Jetzt sind wir in Gdansk an der polnischen Ostseeküste im Europäischen Zentrum für Energieforschung. Vielleicht schafft ihr es, bevor wir wieder weg sind. BITTE kommt! Felix.“

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

GANZ OBEN

„Nach Gdansk fährt dreimal am Tag ein Expressbus. Wir können in einer halben Stunde losfahren“, schlägt Saranchimeg vor. Nach einem kurzen Stopp an einer Biogastankstelle rollen sie in Richtung Osten. Für die letzten Kilometer vom Busbahnhof in Gdansk aus nehmen sie ein Elektrotaxi.

Am Eingang des Instituts begrüßt man sie freundlich – ganz so, als habe man sie erwartet. Ja, die Ingenieurin und ihr Sohn seien gestern zusammen mit zwei Herren eingetroffen. Dr. Technikgeil könne bestimmt Auskunft geben, versichert der Pförtner.

Ein Sekretär holt sie ab, begleitet sie durch ein Labyrinth von Gängen, bis sie auf dem Dach des riesigen Gebäudes stehen.

„Sehr erfreut. Technikgeil“, brummelt der grauhaarige Mann, bei dem Aysche sofort an Einstein denken muss. „Ihr junger Freund war hier. Gestern. Hat gesagt, dass Sie wohl kommen werden“, nuschelt er und fordert sie auf mitzukommen. Technikgeil weist auf einen Jet, der am Ende des Dachs parkt. „Das ist eine unserer drei internationalen Space-Stationen. Mit denen überwachen wir unsere Modellprojekte“, erläutert er. Dann eilt Technikgeil los und die fünf haben Schwierigkeiten, mit ihm Schritt zu halten.

„Und wo sind die anderen, die gestern angekommen sind?“, will Aysche wissen.

„Im anderen Spacelab. Mal sehen, koppeln vielleicht später da an“, stößt Technikgeil kurz hervor, und Aysche fragt lieber nicht weiter nach.

Der Pilot schaut aus dem Fenster und winkt, als die Gruppe die Gangway hinaufhastet. „Wetterverhältnisse grade günstig – deshalb Eile“, erklärt Technikgeil.

Kaum ist die Tür geschlossen und alle haben sich angeschnallt, als die Raumfähre schon lossaust und abhebt. Aysche schaut sich neugierig um. Weiter vorne gibt es eine Reihe von Bullaugenfenstern, durch die sie allerdings von ihrem Sitz aus nichts erkennen kann. Das da hinter ihnen scheint eine Art Labor mit vielen technischen Geräten zu sein; in einer Ecke sitzen zwei Frauen und ein Mann, die sich ebenfalls angeschnallt haben und Kopfhörer mit Mikrofonen tragen.

„Können jetzt aufstehen. Sind sicher in Umlaufbahn.“ Technikgeil fordert seine Besucher auf, zunächst einen Blick aus dem Fenster zu werfen.

„Is ja krass“, entfährt es Manuel, als sie den Nordatlantik überfliegen. Ein paar Wolken sind zu sehen – sonst haben sie freie Sicht auf Island.

„Als Erstes möchte ich Sie auf das Vatnajökull-Kraftwerk aufmerksam machen“, beginnt Technikgeil seinen Vortrag und drückt auf einen Knopf. Aus dem Boden kommt eine achteckige Säule mit Gucklöchern an jeder Seite. „Ein Fernglas mit 10.000-facher Vergrößerung“, doziert Technikgeil und fordert seine Gäste auf, selbst scharf zu stellen. „Und was sehen Sie?“, fragt er triumphierend. Viona entdeckt als Erste die vielen kleinen Dampf- und Rauchwolken am Rande eines Felsplateaus und die Rohre, die von dort zu mehreren sehr großen, flachen Gebäuden laufen. „Fast ganz Island wird auf diese Weise mit Energie versorgt.“ Inzwischen taucht am Horizont langsam die Arktis auf.

„Bitte, kommen Sie mit in unser Visualisierungslaboratorium“, fordert Technikgeil und tritt neben eine der Frauen, die Aysche kurz nach dem Start gesehen hatte und die jetzt konzen-

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

triert auf einen Monitor starrt. Als Aysche sich direkt neben ihr aufbaut, entdeckt sie, dass der Monitor ein dreidimensionales Bild liefert – ganz so, als ob man in ein Aquarium schaut. Zu sehen ist eine Art Fließband.

„Das ist der Golfstrom. Welch ungeheure, geradezu titanische Kraft!“, schwärmt Technikgeil. „Stellen Sie sich vor, jede Sekunde werden 150 Millionen Badewannen voll Wasser bewegt – und zwar so schnell, dass ein normaler Fußgänger nicht mitkäme. Sehen Sie: Das hier hinten ist der Motor.“ Technikgeil zeigt auf die Stelle, wo das Fließband nach unten abbiegt. „Hier im Norden ist das Wasser des Golfstroms schwerer als das Wasser in der Umgebung.“ „Warum?“

„Es hat mehr Salz im Gepäck als in dieser Gegend üblich. Und wenn es dann so eisig wird wie das Wasser rundherum, dann sackt es nach unten. Wärme steigt, Kälte sinkt – das werden Sie doch wohl in der Schule gelernt haben“, sagt er mit leicht vorwurfsvollem Ton.

Doch dann beginnen Technikgeils Augen wieder zu glänzen. „Genau an dieser Stelle haben wir ein riesiges, schwimmendes Kraftwerk platziert. Da werden riesige Propeller vom Wasser angetrieben und erzeugen Strom. Ist das nicht elefantös?” Seine Stimme überschlägt sich fast und die fünf Jugendlichen müssen grinsen.

„Und wo ist nun die andere Raumstation mit dem Rest unserer Delegation?“, will Viona wissen. „O ja. Sie haben recht. Fast vergessen. Wollen mal anbeamen.“ Er setzt sich an einen Computer und erteilt den Befehl: „ISF 1 – bitte orten.“

„ISF 1 nicht im Beambereich. Befindet sich auf der anderen Seite der Erde, kurz vor Gdansk“, ertönt eine metallische Stimme.

„Verpasst. Dachte, holen sie noch ein“, murmelt Technikgeil mehr zu sich selbst als zu seinen Gästen.

„Na gut, bevor wir auch zurückfliegen, will ich Ihnen noch unser neuestes Projekt vorführen.“ Technikgeil ist bereits auf die gegenüberliegende Seite des Labors geeilt und schaut in ein Gerät, das ein bisschen wie ein Mikroskop aussieht. „Oh, wir haben großes Glück – im Pazifik ist es ordentlich stürmisch.“ Nacheinander lässt er alle in das Gerät schauen.

„Sieht ein bisschen aus wie ein riesiger stachliger Schlangenschwarm“, versucht Manuel das Gesehene in Worte zu fassen.

„Ja, das ist ein kombiniertes Wind-Wellen-Kraftwerk. Ein riesiges Feld von Windenergieanlagen, an denen bewegliche Schwimmschlangen befestigt sind. Die erzeugen mit dem Auf und Ab der Wellen Strom. So können wir Wind und Wellen zugleich nutzen! Welch eine Verschwendung, all diese schöne Energie sinnlos verpuffen zu lassen!“ Technikgeil kommt ins Schwärmen. „Wir wollen sie auffangen und nutzen“, säuselt er und Aysche beschleicht das Gefühl, er sei nicht mehr ganz nüchtern.

Doch dann kommt Technikgeil wieder auf den Boden. „Leider, bedauerlicherweise, ist das nicht so einfach. Wir haben vergangene Woche einen herben Rückschlag erlitten. Unser schwimmendes Riesenkraftwerk wurde von einem gewaltigen Sturm erwischt. Jetzt müssen wir die Regierungen überzeugen, dass sie ein paar hundert Millionen für die Reparatur investieren.“ „Macht das denn Sinn: so viel Geld für ein Kraftwerk, das so leicht kaputtgehen kann? Braucht man das nicht woanders dringender?“, fragt Aysche ernsthaft.

Technikgeil wird sauer. „Energie ist Wohlstand und Zukunftsvisionen brauchen Vertrauen. Da kann man keine Kleingeister gebrauchen, die den Geldbeutel zuhalten wollen.“ Er ringt nach Worten.

„Immer diese Bedenkenträger!“, stößt er schließlich hervor.

Aysche hält jetzt lieber den Mund. „Klarer Fall von Technikverliebtheit“, flüstert sie Viona zu.

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

DAS HAUS

Leider, leider habe man den anderen Teil der Delegation wegen des vielfältigen Besichtigungsprogramms ja nun verpasst, heuchelt Technikgeil Bedauern. Offenbar schon weitergereist, teilt er nach einem Telefonat mit. Flexible Arbeitszeiten hin oder her – er gehe jetzt nach Hause. „Heute eh nichts mehr zu machen", stellt er fest und drückt Manuel eine Keycard in die Hand.

„In unserem Gästehaus übernachten. Alles supermodern. Wird Ihnen gefallen", sagt Technikgeil und schwingt sich auf sein altes Holländerfahrrad. „Ab und zu muss man sich ja auch noch mal bewegen", grummelt er und schon ist er verschwunden.

Saranchimeg und Sergio sind ganz aufgeregt. Bestimmt lässt sich im Gästehaus einiges für die Energie-AG herausfinden. Als die fünf in dem großen Wohnraum stehen, scheint die Sonne voll herein, ohne zu blenden. Die Temperatur ist angenehm, nicht zu heiß, nicht zu kalt – gerade richtig. „Bestimmt alles voll isoliert", meint Saranchimeg. Hinterm Haus grünt ein Maisfeld.

„Ich wette, das ist für Bio-Gas", ruft Sergio, aber keiner will dagegenhalten. Tatsächlich entdecken sie neben dem Haus eine entsprechende An lage ...

„Ich bin voll abgeschafft", meldet sich Viona. Ihr Bedarf, sich mit erneuerbaren Energien zu beschäftigen, ist zumindest für heute mehr als gedeckt. Sie verabschiedet sich in die Badewanne und muss feststellen, dass es gar nicht so einfach ist, die Gedanken abzuschalten. „Das warme Wasser kommt bestimmt vom Dach – wie heute schon bei Opa", denkt sie, bevor sie endlich nur noch den Duft des Schaums genießt.

Die anderen erkunden derweil weiter das Haus. „Guckt mal, die Außenfront ist zugleich eine Fotovoltaikanlage", sagt Saranchimeg.

„Dann wissen wir ja auch, womit wir gleich kochen", antwortet Aysche, die plötzlich einen Bärenhunger verspürt.

„Wie hättet ihr die Spaghetti denn gerne zubereitet – mit Bio- oder mit Solarstrom?", fragt Sergio. „Ist doch völlig schnuppe – Hauptsache nicht zu weich. Findet ihr das hier nicht auch alles ein bisschen übertrieben?", meint Saranchimeg. „Ich denke, das ist die doppelte Sicherung für sonnenarme Zeiten. Oder willst du bei Regenwetter ab und zu mal Zwangsdiät machen?", kontert Sergio.

Als sie endlich am gedeckten Tisch sitzen, scheint die Sonne nach wie vor voll ins Zimmer. „Erstaunliches Phänomen", sinniert Aysche. Gleich nach dem Essen will sie dem auf den Grund gehen. Weil die Sonne wohl kaum aufzuhalten sein dürfte, muss wohl etwas anderes dahinterstecken!

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

HOLO-MAIL AUS AFRIKA

„Ich habe eine Holo-Mail für Sie erhalten. Ich habe Ihnen den Text ausgedruckt“, begrüßt Technikgeil die Gruppe am nächsten Morgen.

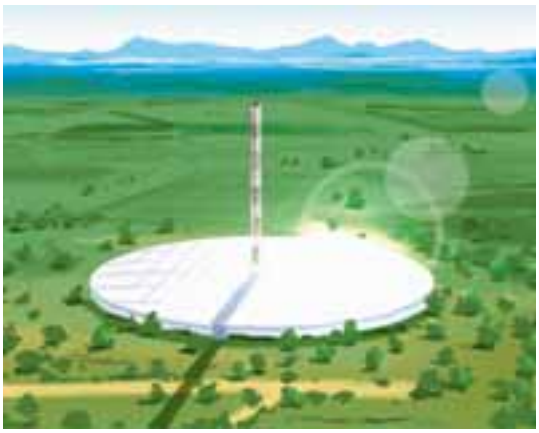
„Dass man so was heutzutage immer noch macht; das papierlose Büro scheint sich wohl endgültig nicht durchgesetzt zu haben“, wundert sich Aysche. Sergio und Saranchimeg verstehen nicht, worum es geht.

„Nein, nein.“ Technikgeil lächelt nachsichtig. „Vor etwa 15 Jahren ist man auf Vollrecycling umgestiegen. Die Papierfolie kann jetzt unendlich oft neu bedruckt werden, das geht elektrisch. Tinte wird nicht mehr gebraucht.“

Viona und Manuel werden ungeduldig. Wer außer Felix sollte ihnen schreiben? Endlich kramt Technikgeil in seiner Aktentasche und fischt nach langem Suchen einen Zettel hervor.

„An die zweite Delegation aus der Vergangenheit“, steht im Betreff. „Ich les mal vor“, schlägt Viona vor.

„Sie schlafen. Ich habe hier ein Terminal gefunden und hoffe, dass mich niemand stört. Sollte die Mail plötzlich enden, wundert euch nicht. Wenn ich was höre, schicke ich sie einfach ab und hoffe, dass ihr sie kriegt. Für alle Fälle schon mal gleich am Anfang: Morgen sind wir in der Energiemanagementzentrale in Riga angemeldet. Vielleicht schafft ihr es ja, da rechtzeitig hinzukommen. BITTE kommt!



Ich glaube, unsere beiden Verfolger wollen einfach nur ausspionieren, was meine Mutter und ich hier gezeigt bekommen. Sie wollen damit nach der Rückkehr das große Geld machen, denke ich.

Meine Mutter und ich haben sie Dick und Doof genannt. Doof ist wohl Ingenieur oder so was und Dick Bodyguard. Die beiden tauchten bei unserer Abreise plötzlich im letzten Moment zu Hause auf. So haben sie es geschafft mitzukommen. Wir wussten damals ja noch nicht, dass alle, die zusammen in die Zukunft reisen, im selben Raum sind, wenn man die Codenummer wählt.

Ich habe keine Ahnung, ob sie meiner Mutter gedroht haben; sie rückt einfach nicht damit raus. Jedenfalls stellt sie die beiden immer als Kollegen vor, so dass unsere Gastgeber keinen Verdacht schöpfen.

Wir sind dauernd unterwegs. Von wegen Ferien. Aber ihr liegt ja auch nicht faul am Meer. Ich habe euch sogar gesehen – von oben –, als ihr in dem Forschungsinstitut auf dem Dach gestanden seid. Ihr kamt wohl gerade von der Exkursion zurück. Ich wäre fast aus der Gondel gesprungen, so habe ich mich gefreut, als ich euch entdeckt habe.

Wir sind jetzt in Marokko. Mit dem Solarzeppelin waren wir nur etwa 12 Stunden unterwegs. Ganz schön heiß hier, sag ich euch. Übermorgen gucken wir uns ein großes Parabolrinnen-Kraftwerk und ein Wüstenaufwind-Kraftwerk an. Meine Mutter ist ganz gespannt, aber ich habe die Nase voll von all den Kraftwerken. Du, Aysche, siehst das bestimmt anders; du kannst dich ja für jeden Technikkram begeistern. Mir wäre mal wieder ein anständiges Bundesligaspiel bedeutend lieber.

Heute übernachten wir in einem ...“

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

EINE FALLE

„Abgebrochen“, sagt Viona. „Ob die Verfolger ihn überrascht haben?“ Auch Manuel ist beunruhigt. „Hoffentlich ist ihm nichts passiert.“

„Auf nach Riga! Wir müssen da sein, wenn sie kommen sollten“, lenkt Aysche ab. „Offenbar haben sie nach der EU-Erweiterung viele neue Energieeinrichtungen in der Gegend aufgebaut.“ „Zypern wäre auch nicht schlecht gewesen. Da möchte ich gerne mal hin“, sinniert Manuel. „Was ist das überhaupt: eine Energiemanagementzentrale?“

„Ich denke, die kümmern sich darum, dass immer genügend Strom da ist. Also wenn in einer Region der Wind ordentlich bläst, dann fahren sie die Biomasse-Kraftwerke runter – und so weiter“, vermutet Sergio.

„Und wie kommen wir da jetzt rein? Diesmal hat Felix uns wohl kaum anmelden können“, meint Aysche und wird unruhig.

„Wir stellen uns einfach als Schulzeitungsredaktion vor, die auf Recherche ist“, schlägt Viona vor.

Und tatsächlich gelingt es ihnen, ohne Probleme vorgelassen zu werden.

„Ich bin Katja Przebiegly und hier für Öffentlichkeitsarbeit zuständig“, stellt sich eine junge Frau vor.

„Sie haben Glück. Wir erwarten nachher eine hochrangige Delegation und haben für die ein umfassendes Informationsprogramm vorbereitet. Wenn Sie etwa eine Stunde warten, können Sie sich einfach anschließen.“

In der Cafeteria besprechen sie ihren Plan. „Am besten wäre es, wenn wir Dick und Doof irgendwie weglocken und zusammen einschließen könnten“, denkt Sergio laut.

„Das lassen die sich bestimmt einfach so gefallen“, kontert Saranchimeg.

„Ich hab’s! Wir mischen ihnen Abführmittel ins Essen, und wenn sie dann beide aufs Klo müssen, versperren wir die Tür“, schlägt Viona aufgeregt vor.

Saranchimeg ist zwar skeptisch, aber etwas Besseres fällt ihr auch nicht ein. Und so laufen Sergio und Manuel schnell los, um in einer Apotheke das Nötige zu besorgen.

„Zum Glück gibt es inzwischen Übersetzungshilfen für sämtliche europäische Sprachen im Format einer Keycard“, berichtet Sergio. Die Vorstellung, mit Händen und Füßen darstellen zu müssen, was sie kaufen wollen, wäre ihm doch sehr unangenehm gewesen, räumt er ein.

Fast zeitgleich treffen schließlich alle im Besuchersaal zusammen. Als Felix die Freunde entdeckt, will er spontan auf sie zustürzen. Aber Aysche streckt resolut ihre Handflächen in seine Richtung und Viona legt den Finger auf den Mund. Zum Glück haben die beiden Anzugträger neben Felix nichts bemerkt. Felix tuschelt mit seiner Mutter, die ungläubig in die Richtung der Jugendlichen blickt und dann erfreut zwinkert, als sie Viona entdeckt.

„Schön, dass Sie alle hier sind. Ich begrüße Sie herzlich in unserer Energiemanagementzentrale. Wir sind eine der Toplevel-Energiemanagementzentralen in Europa und ich zeige Ihnen jetzt erst mal, was unser tägliches Geschäft ist“, leiert Frau Przebiegly ihre offenbar schon häufig gesprochene Formel herunter.

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

„Das hier ist quasi das Hirn des Hauses“, verkündet Przebiegly, als sie einen abgedunkelten Saal betreten. Auf langen Tischreihen stehen Dutzende von Monitoren, vor denen Frauen und Männer auf und ab gehen. Gelegentlich bleiben sie stehen und studieren einen Bildschirm genauer, auf dem lange Zahlenkolonnen sowie rote und grüne Linien zu sehen sind.

Plötzlich ertönt ein Hupen und über einem Tisch dreht sich eine rote Signallampe. „Rund um Vilnius wird es grade eng. Aus unerfindlichen Gründen steigt dort der Strombedarf schneller als geplant“, teilt Przebiegly mit, nachdem sie ein paar Sekunden lang auf einen der Computer geschaut hat.

„Und was machen Sie jetzt?“ Felix’ Mutter spricht ganz leise, weil sie die Konzentration der aufgeregt diskutierenden Männer nicht stören will. „Der Computer schaut, welche Kraftwerke in der Umgebung noch Kapazitäten frei haben. Die werden dann automatisch benachrichtigt, wie groß der zusätzliche Strombedarf ist“, erläutert Frau Przebiegly. „Eine ganz clevere Lösung sind auch unsere Pumpspeicherkraftwerke. Wenn wir Strom übrig haben, pumpen wir damit Wasser in einen hoch gelegenen künstlichen Speichersee. Wenn wir dann mal schnell zusätzlichen Strom brauchen, wie jetzt gerade, dann lassen wir das Wasser einfach wieder durch riesige Rohre herabrauschen und treiben damit Turbinen an.“

Mit Genugtuung hört Manuel, dass Dicks Bauch knurrt. „Ich habe auch Kohldampf“, bestätigt Doof und grinst. „Aber bevor es was zu essen geben kann, muss ich mir erst noch mal ein paar von den Monitoren genau angucken.“ Während er im Raum unterwegs ist, hält Dick die Stellung neben Felix und seiner Mutter.

Die Fachleute scheinen das Problem bei Vilnius in den Griff bekommen zu haben. Die Warnlampe hat aufgehört zu blinken und einer verabschiedet sich in eine Kaffeepause. „Sollen wir nicht erst mal was essen gehen?“, schlägt Sergio vor. Dick stimmt sofort zu, und auch wenn Aysche und Saranchimeg gerne noch ein paar Fragen gestellt hätten, sind sie sofort einverstanden. Während sie an der Kantinenkasse warten und Dick seine Zahlkarte sucht, gelingt es Sergio, ein paar Tropfen Abführmittel auf Dicks Schweinebraten zu träufeln.

Doof erweist sich hingegen als schwieriger Fall. Er lässt seinen Teller keinen Moment lang aus den Augen. Kaum hat er den letzten Bissen heruntergeschlungen, schlägt er auch schon vor, den Rundgang fortzusetzen.

„Möchte noch jemand einen Kaffee trinken? Ich kann für alle einen mitbringen“, sagt Saranchimeg. Dick und Doof nehmen das Angebot gerne an.

„Ich muss mich mal ganz schnell zurückziehen“, verkündet Dick gerade, als Saranchimeg mit den Kaffeetassen zurückkommt – und schon ist er draußen. Zwei Minuten später stürzt auch Doof hinterher, während Saranchimeg noch immer bedächtig drei Teelöffel voll Zucker in ihren Kaffee rührt.

Vor der Tür hinter einer Säule wartet Sergio. „Schnell, da ist ein Tisch“, ruft er Manuel zu, der als Erster angerannt kommt. Gemeinsam schieben sie das schwere Möbelstück direkt unter die Türklinke der Männertoilette. „Gibt es da drinnen ein Fenster?“, will Aysche wissen. „Keines, durch das Dick und Doof durchpassen würden“, meldet Sergio triumphierend.

Inzwischen sind alle eingetroffen. Felix fällt Manuel, Aysche und Viona nacheinander um den Hals.

„Und nun?“

„Dick und Doof bleiben einfach hier. Die können hier in der Zukunft versauern“, schlägt Viona vor.

Felix’ Mutter drängt zur Eile. Sie will zurück in die Gegenwart. Als sich alle voneinander verabschieden, steckt Saranchimeg Manuel heimlich einen kleinen Briefumschlag in die Jackentasche. „Schickt mal eine SMS. Das ging ja am Anfang mit Felix auch“, sagt sie leise.

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

ZUKUNFTSPLÄNE

„Sie wollten die Zukunft ausspionieren, um dann auf viele Erfindungen Patente anzumelden“, erzählt Frau Sonnenwind, als sie zwei Tage später mit Felix und seinen Freunden im Garten eine „Heimkehrerparty“ feiern.

„Lasst uns das, was wir herausgefunden haben, ins Internet stellen“, schlägt Manuel vor. „Was haltet ihr davon, wenn wir eine Streetsailor-Produktion aufziehen? Das wird ein Renner, das wissen wir ja ganz sicher“, ruft Aysche.

„Oder wir stellen hippe Overalls her“, überlegt Felix.

Jetzt ist auch Manuel angepiekst. Wie wäre es mit einem Reiseunternehmen in die Zukunft? „Da würden Saranchimeg und Sergio bestimmt auch mitmachen“, stimmt Viona zu. Aysche runzelt die Stirn.

„Wollt ihr, dass es auf die Zukunft einen Andrang gibt wie auf dem Ballermann?“

Es wird eine lange Diskussion. Felix’ Mutter ist schon längst ins Bett gegangen, als sie sich endlich einigen. Gleich morgen früh wollen sie anfangen.

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

ENERGIE AUS DER ZUKUNFT

ERNEUERBARE ENERGIEN IM ÜBERBLICK

ENERGIE AUS DER ZUKUNFT

Felix und seine Mutter haben eine Einladung aus der Zukunft bekommen – aus dem Jahr 2030! Sie sollen dort lernen, was wir zur Lösung unserer heutigen Umwelt- und Energieprobleme tun können. Leider sind die beiden im Augenblick verschwunden. Niemand weiß, ob und wann sie zurückkommen werden. Aber Felix hat eine SMS geschickt, die allerdings unvollständig ankam:

Was könnte er damit meinen? Fest steht, dass viele unserer heutigen Umweltprobleme damit zu tun haben, dass wir Energie brauchen: Strom für den Computer und für die S-Bahn, Wärme zum Heizen, Sprit fürs Autofahren. Diese Energie müssen wir erzeugen, zum Beispiel in Kraftwerken. In vielen Kraftwerken wird Erdöl, Erdgas oder Kohle verbrannt, um Strom oder Wärme zu gewinnen. Jeder Mensch in Deutschland verbraucht zum Beispiel mehr Energie im Jahr, als in sechs Tonnen Steinkohle steckt! Dabei entstehen Abgase, die über Schornsteine in die Luft geblasen werden. So ähnlich wie beim Auto aus dem Auspuff. Diese Abgase machen ziemlich dicke Luft, und sie sind mit schuld, dass sich das Klima verändert.

Vielleicht ist es das, was Felix meinte: In der Zukunft machen sie Energie aus Wasser, Wind und Sonne. Das gibt keine Abgase und man nennt es „erneuerbar“, weil die Energie aus Wasser, Wind und Sonne immer wieder neu zur Verfügung steht. Aber geht das denn überhaupt? Und geht es schon heute?

AUFGABEN

1. *Welche natürlichen Energieströme gibt es?*
2. *Wie kann man sie heute bereits nutzen?*
3. *Wie könnte die Welt aus Sicht der Nutzung erneuerbarer Energien im Jahr 2030 aussehen?*

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

SONNENWÄRME

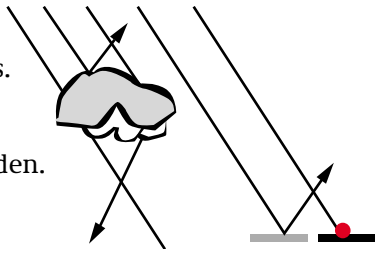
Energie aus der Zukunft Arbeitsblatt 2/13

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, um genau zu sein. Da würde man nicht so gerne die Ferien verbringen. Aber das muss uns nicht weiter stören, denn schließlich ist die Sonne auch viele Millionen Kilometer von uns entfernt. Jeder Sonnenstrahl braucht etwa acht Minuten für diese Strecke. Und wenn er schließlich hier auf der Erde angekommen ist, hat er immer noch so viel Energie, dass er uns ordentlich einheizen kann. Wer schon einmal Urlaub am Meer gemacht hat, weiß, dass der Sand in der Sonne ziemlich heiß werden kann. Oder ein Auto, das lange in der Sonne gestanden hat – der reinste Schwitzkasten! Das machen alles die Sonnenstrahlen. Fallen euch noch andere Beispiele dafür ein?

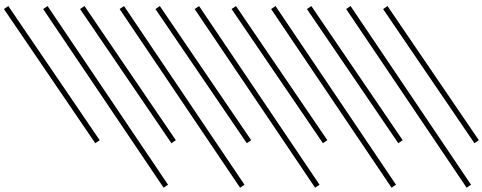
Wenn die Sonnenstrahlen so viel Energie haben, wäre es natürlich toll, die irgendwie zu nutzen. Schließlich kommen immer wieder neue davon an, und der Vorrat reicht schätzungsweise noch etliche Milliarden Jahre. Menschen haben schon früher versucht, die Energie der Sonne zu nutzen. Kennt ihr dafür Beispiele? Mithilfe ganz neuer Techniken kann man aber noch viel mehr aus der Sonnenwärme herausholen. Mittlerweile gibt es richtige Kraftwerke, die mit Sonnenwärme arbeiten.

DAS SONNENSTRAHLENSPIEL

Ihr bekommt einige Sonnenstrahlen. Ihr sollt herausfinden, wie man mit ihnen möglichst viel Wärme in einem Wasserrohr erzeugen kann. Hier sind die Regeln:



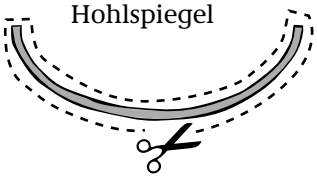
- Die Strahlen kommen ziemlich genau parallel von der Sonne bei uns an.
- Wenn Sonnenstrahlen nicht gestört werden, breiten sie sich geradlinig aus.
- Sonnenstrahlen können durch die Atmosphäre abgelenkt werden, etwa durch Wolken.
- Nur die nicht abgelenkten Strahlen können mit Spiegeln konzentriert werden.
- Dunkle Materialien nehmen den Strahl größtenteils auf.
- Helle Materialien reflektieren den Strahl größtenteils.
- Wo ein Lichtstrahl endet, könnt ihr einen Wärmepunkt aufkleben.
- Je dichter die Wärmepunkte liegen, desto höher ist die Temperatur.



Wärmepunkt

Wasserrohr

Hohlspiegel



AUFGABEN

1. *Verlängert „eure“ Strahlen und versucht nun ebenfalls durch die Atmosphäre hindurch mit ihrer Hilfe das Wasserrohr zu erwärmen. Nehmt den Hohlspiegel zu Hilfe: Wo müsste er platziert werden, damit eine möglichst hohe Temperatur, also viel Wärme, erzeugt wird?*
2. *Wozu braucht man manchmal höhere Temperaturen?*
3. *Welche Anwendungsmöglichkeiten kennt ihr für diese Technik?*

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

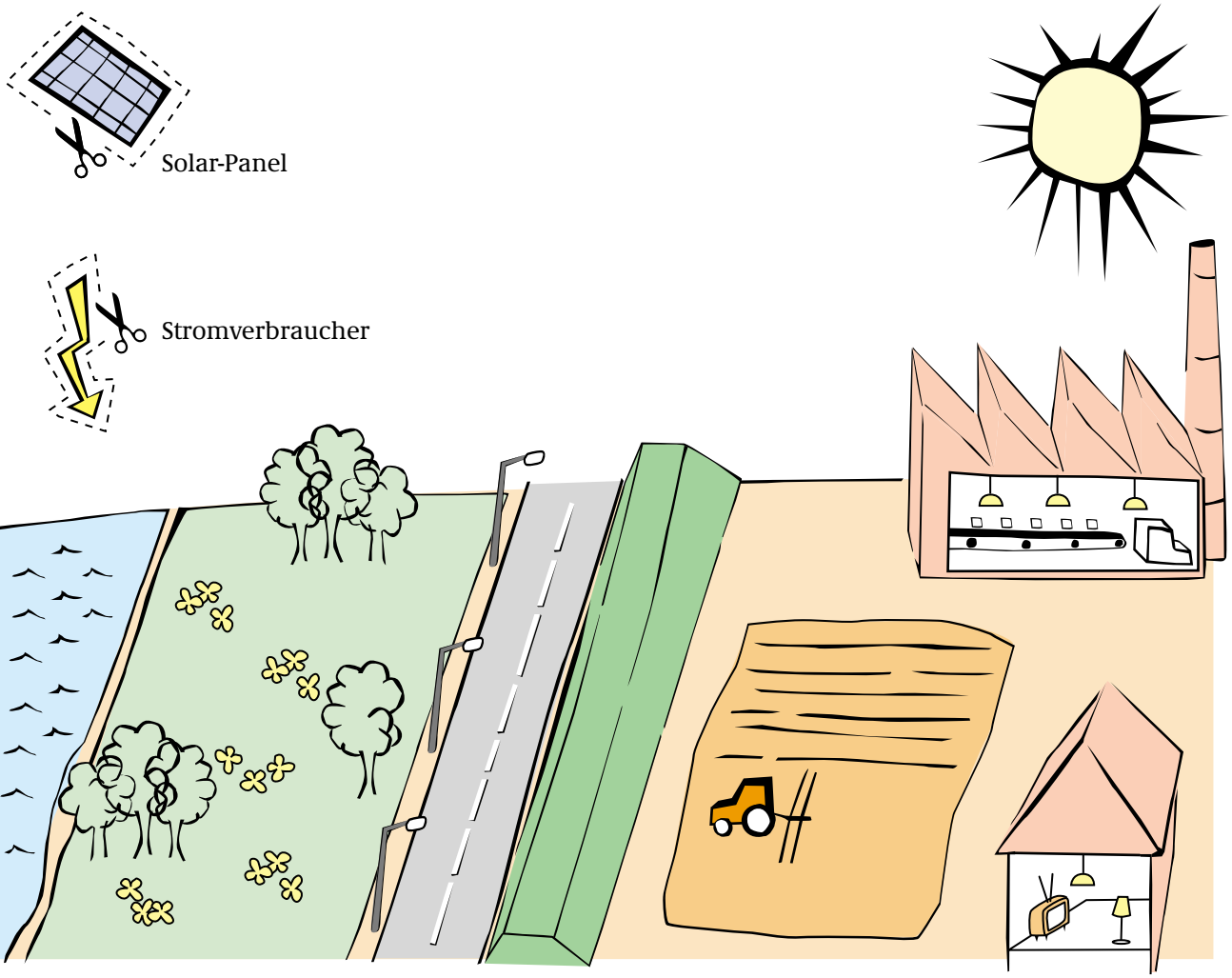
STROM AUS DER SONNE

Energie aus der Zukunft Arbeitsblatt 3/13

Dass Sonnenstrahlen Wärme erzeugen, weiß jedes Kind. Aber sie können noch viel mehr, zum Beispiel Strom erzeugen. Das funktioniert zum Beispiel mit einer Fotozelle, auch Solarzelle genannt: Ein Lichtstrahl trifft auf die Fotozelle, und es entsteht Strom. Jeder hat schon solche Fotozellen an Taschenrechnern, Armbanduhren und Parkautomaten gesehen. Kennt ihr noch mehr Beispiele?

Die Solarzelle hat einen großen Vorteil: Sie braucht kein direktes Sonnenlicht wie etwa Kraftwerke, die das Sonnenlicht mit Spiegeln konzentrieren. Das wäre ja auch unpraktisch, wenn man den Taschenrechner nur im Freien benutzen könnte! Die Solarzelle produziert also auch dann Strom, wenn es bewölkt ist. Für uns in Deutschland ist das sehr günstig, denn hier scheint die Sonne nicht so häufig und intensiv wie zum Beispiel in Nordafrika. Deshalb werden Solarzellen in Deutschland inzwischen genutzt, um Strom für sehr viele Anwendungsmöglichkeiten zu erzeugen.

DAS SONNENFÄNGERSPIEL



AUFGABEN

1. *Sucht auf der Zeichnung, wo Strom verbraucht wird, und zeichnet dort einen gelben Blitz ein. Wo viel Strom verbraucht wird, könnt ihr auch mehrere Blitze einzeichnen.*
2. *Versucht für jeden Blitz ein Solar-Panel zu platzieren und zeichnet auch die Stromkabel ein.*
3. *Könnt ihr für alle Blitze Solar-Panels platzieren?*
4. *Gibt es Nutzungskonflikte?*
5. *Wie muss man die Solar-Panels aufstellen, damit sie möglichst viel Sonne einfangen?*

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

WINDENERGIE

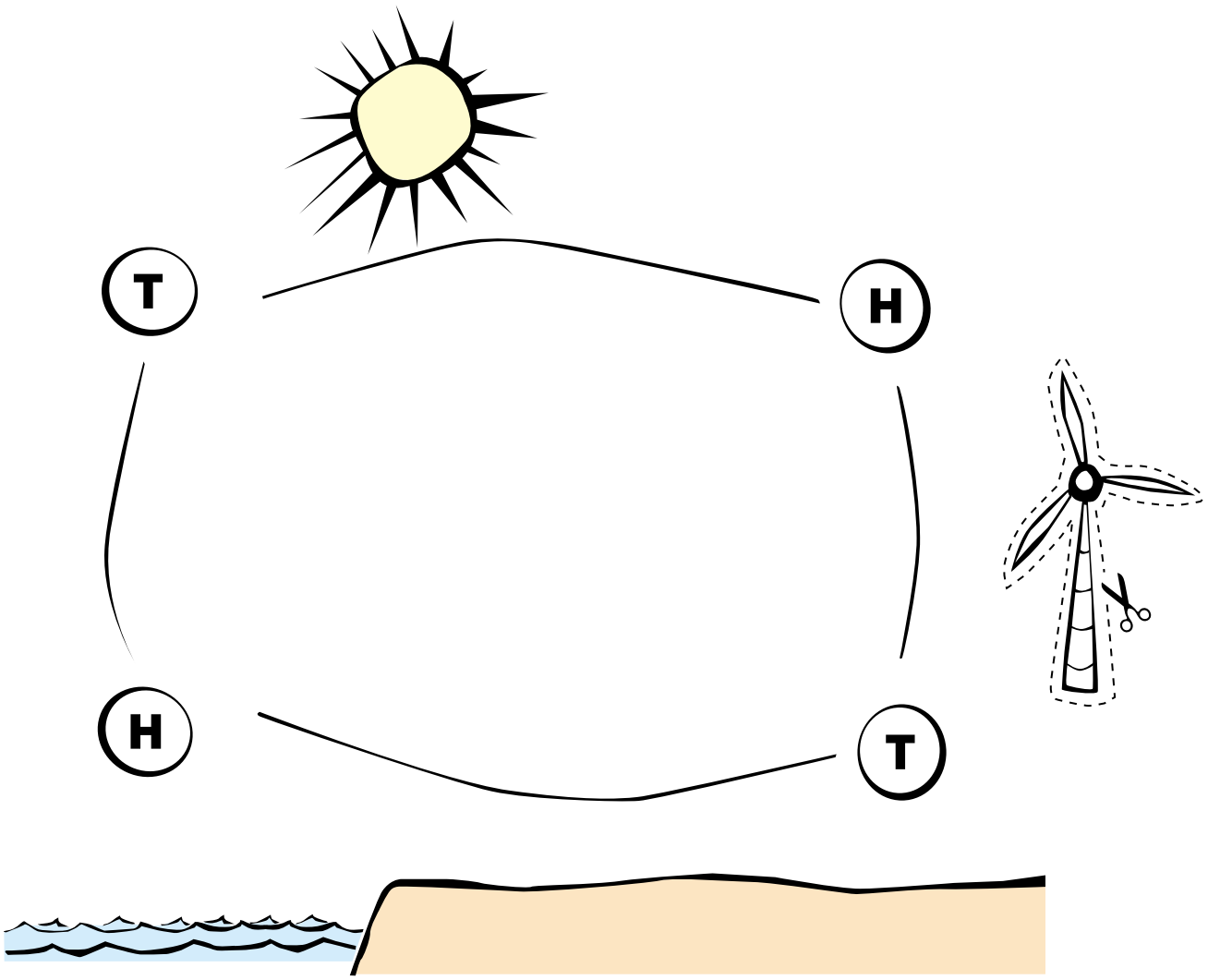
Energie aus der Zukunft Arbeitsblatt 4/13

Sie ist ständig um uns herum, durchsichtig, wir können uns in ihr bewegen: die Luft. Kaum zu glauben, dass man mit ihr Energie erzeugen kann – praktisch aus nichts. Aber wenn sich dieses Nichts erst einmal in Bewegung setzt, sieht die Sache schon anders aus. Erst ist es ein Lüftchen, dann ein Wind, am Ende ein Sturm oder gar ein Tornado. Dann kann sie Regenschirme forttragen, Bäume zum Rauschen bringen, ganze Hausdächer zerstören. Einige Sportarten gibt es nur wegen des Windes: Segeln, Surfen, Drachensteigen. Seit Jahrtausenden schon nutzen die Menschen diese Kraft. Kennt ihr Beispiele dafür?

Doch wie entsteht Wind eigentlich? Der Motor ist wieder einmal die Sonne. Je nachdem, welche Art Landschaft sich auf dem Boden befindet, wird die Luft mehr oder weniger stark von der Sonne erwärmt. Die warme Luft steigt auf, und oben in der Atmosphäre entsteht ein Luftüberschuss. Das ist ein Hochdruckgebiet. Dafür fehlt die Luft unten am Boden, es entsteht ein Tiefdruckgebiet. Doch die Luft aus der Höhe bleibt nicht immer dort, sie kühlt sich ab und „fällt“ wieder zurück auf die Erdoberfläche. Wo sie sich dort sammelt, entsteht ein Hochdruckgebiet am Boden. Wir haben also ein Hochdruckgebiet und ein Tiefdruckgebiet am Boden.

Jetzt beginnt sich die Luft vom Hochdruck- zum Tiefdruckgebiet zu bewegen – es weht Wind. Je größer der Druckunterschied, desto stärker der Wind.

DER WINDKREISLAUF



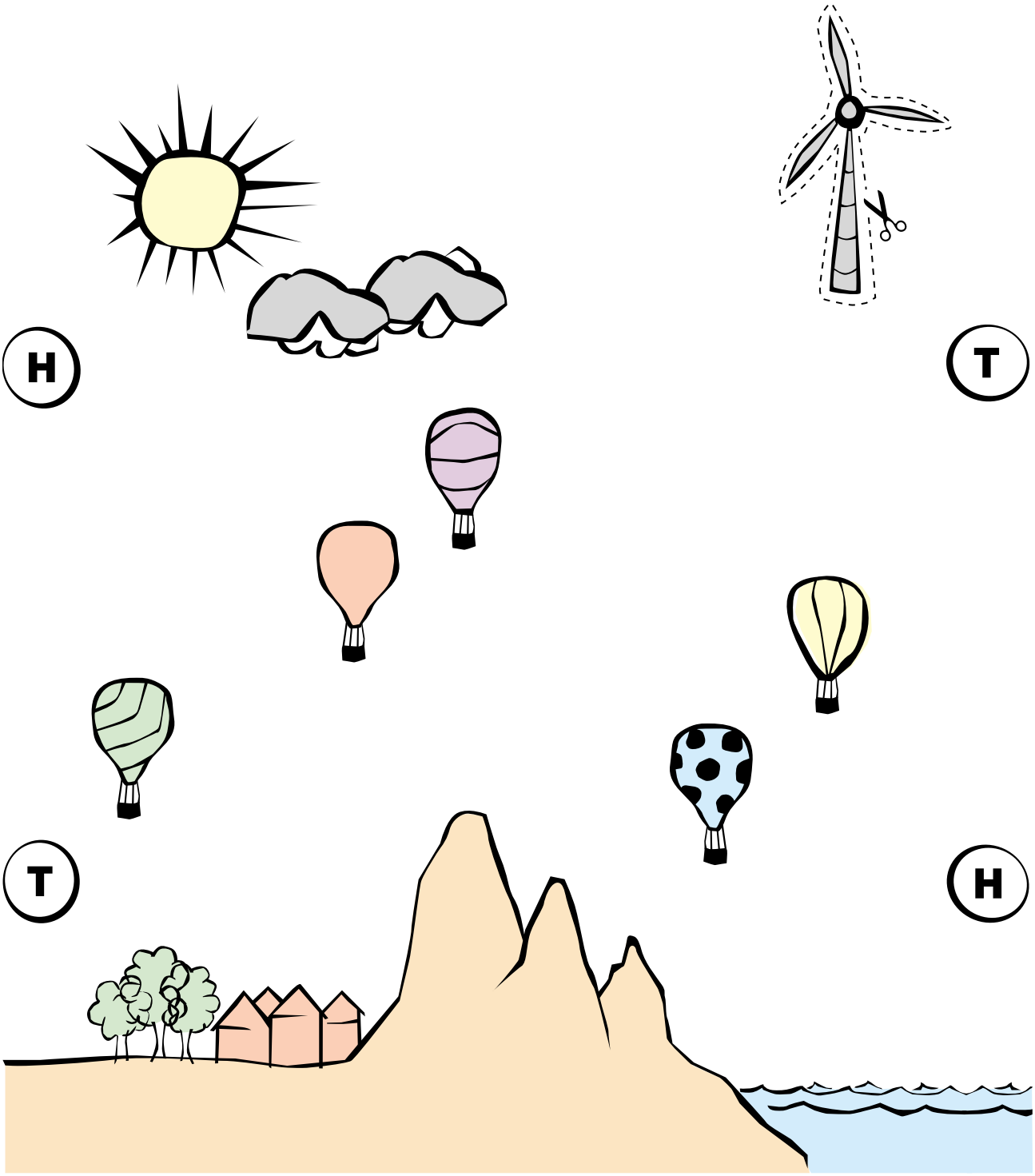
AUFGABEN

1. *Zeichnet ein, in welche Richtung der Wind jeweils weht!*
2. *Wo sollte die Windkraftanlage am besten platziert werden?*

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

WINDENERGIE

Energie aus der Zukunft Arbeitsblatt 5/13



AUFGABEN

1. *Wählt euch einen oder zwei Heißluftballons.*
   - *Wo wird der Ballon hingetrieben?*
   - *Wie schnell ist der Ballon an welcher Stelle?*
   - *Wo wird er landen?*
   - *Welcher Ballon fliegt am weitesten?*
2. *Zeichnet zur Hilfestellung die Windrichtung und die Geschwindigkeit als Pfeile ein!*
3. *Heute wird die Windenergie mithilfe von Windkraftanlagen genutzt. Zeichnet Windkraftanlagen dort ein, wo sie eurer Meinung nach am besten platziert werden sollten!*

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

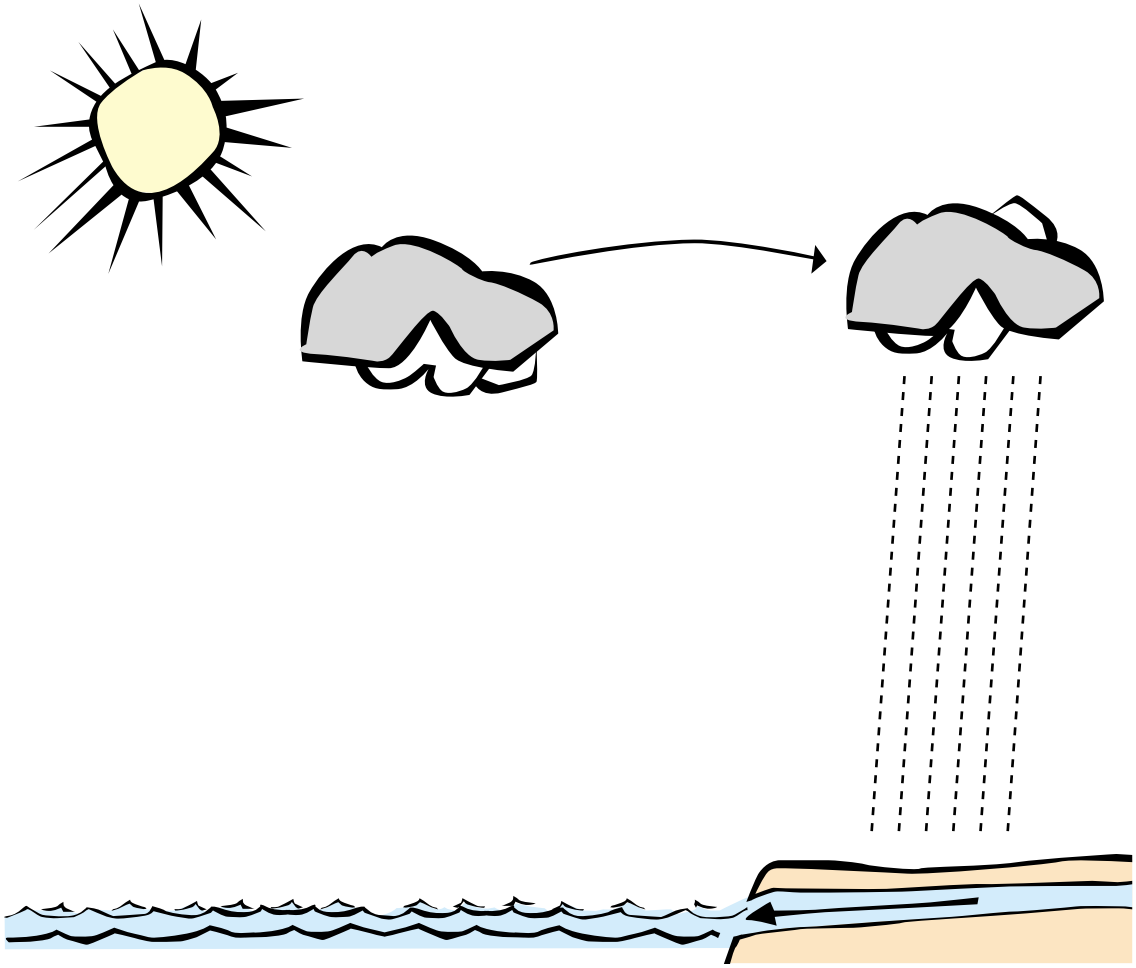
Ebenso wie die Luft brauchen wir Wasser zum Leben. 70 Prozent der Erdoberfläche sind davon bedeckt. Und ebenso wie bei der Luft spüren wir die Kraft des Wassers besonders dann, wenn es sich bewegt. Wer einmal vor einem Wasserfall gestanden hat, ahnt, welche Energie darin steckt. Aber auch die Wellen des Meeres, die Brandung sowie Ebbe und Flut entwickeln ordentlich Power. Wo habt ihr schon die Energie des Wassers erlebt?

Vor mehr als 3.000 Jahren haben bereits die alten Griechen und Römer die Kraft des Wassers genutzt, um Mühlsteine damit anzutreiben. Auch in unseren Breitengraden haben die Menschen schon vor 1.500 Jahren damit begonnen, sich die Wasserkraft dienstbar zu machen. Kennt ihr dafür Beispiele? Vielleicht sogar in eurer Nähe?

Wasser ist ein echter Alleskönner. Es besitzt nämlich nicht nur Energie, wenn es als reißender Bach durchs Gebirge rauscht. Aber auch, wenn es einfach nur in einem Stausee ruht, macht es ordentlich Druck. Deshalb müssen die Staumauern so dick sein, manchmal bis zu 100 Meter. Diese „stille“ Kraft spürst du auch, wenn du einen vollen Wassereimer mit dem ausgestreckten Arm hältst.

Wir können die Energie des Wassers am besten nutzen, wenn es in Bewegung ist. An einem Fluss ist das ziemlich einfach: Das Wasser fließt von oben nach unten. Je größer das Gefälle ist, desto schneller fließt es. Aber wie kommt es eigentlich immer wieder nach oben hinauf? Müsste es nicht irgendwann alle sein?

DER KREISLAUF DES WASSER I



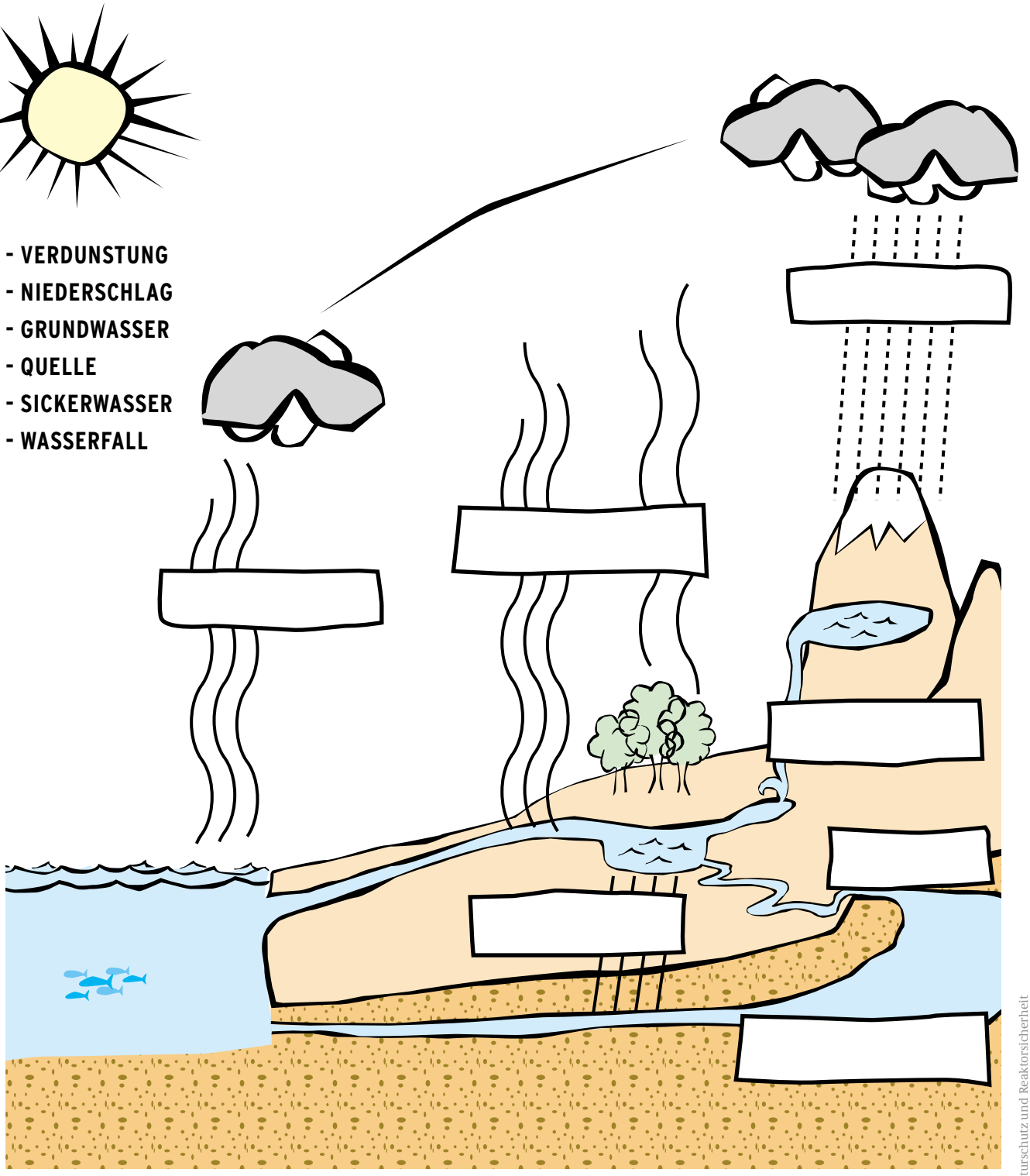
AUFGABEN

1. *Vervollständigt die Zeichnung und schließt den Wasserkreislauf!*

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

DER KREISLAUF DES WASSERS II

- VERDUNSTUNG
- NIEDERSCHLAG
- GRUNDWASSER
- QUELLE
- SICKERWASSER
- WASSERFALL



AUFGABEN

1. *Ordnet dem Kreislauf die richtigen Begriffe zu!*
2. *Zeichnet ein, wo man Energie aus der Wasserkraft gewinnen könnte!*
3. *Woher bekommt das Wasser seine Energie immer wieder neu?*

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

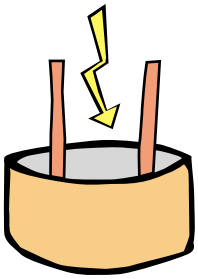
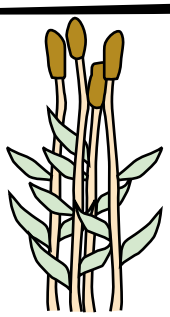
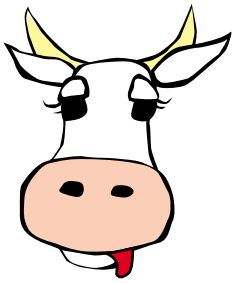
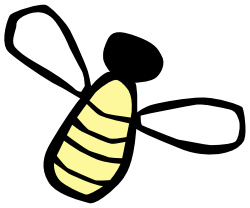
BIOMASSE

Energie aus der Zukunft Arbeitsblatt 8/13

Der Mond scheint hell über der Prärie. In der Ferne heult ein Koyote. Dunkle Gestalten sitzen um einen kleinen Stapel Holz herum und wollen ... Biomasse thermisch verwerten. Gut, man könnte auch „Lagerfeuer“ dazu sagen. Aber wissenschaftlich gesehen, ist das Verbrennen von Holz nichts anderes als die energetische Nutzung von Biomasse. Und dies ist eine wirklich sehr alte Form der Nutzung natürlicher Energie.

Aber Biomasse ist mehr, viel mehr. Alle pflanzlichen und tierischen Stoffe, auch organische Abfälle zählen dazu. Alles zusammen sind das schätzungsweise ein paar Milliarden Tonnen auf der Erde. Und man kann heute sehr viel mehr damit machen, als sie nur zu verbrennen. Zum Beispiel Strom und sogar Benzin fürs Auto. Sprit aus Stroh – das ist der neueste Hightech-Kick der innovativsten Autohersteller.

Aber Moment mal! Wenn man Holz, also Biomasse, verbrennt oder als Sprit im Auto verfährt, entstehen doch Abgase?! Wie soll das gut sein fürs Klima? Das liegt am Kreislauf und an der Sonne. Die Sonne lässt Pflanzen wachsen. Dafür brauchen sie CO_2, das das Klima schädigt. Dieser Klimakiller wird also von der Pflanze aus der Luft gezogen und sozusagen eingeschlossen. Beim Verbrennen wird das CO_2 zwar wieder frei, aber nur so viel, wie die Pflanze vorher aus der Luft entnommen hat. Für das Klima und für uns ist das ein guter Deal, denn es kommt kein neues CO_2 hinzu. Und wir kriegen die Energie.

	AUS RAPS KANN MAN ÖL MACHEN UND DAMIT AUTOS BETANKEN.		WENN MAN HOLZ ZERMAHLT, WASSER DAZUGIBT UND DANN ZWEI EISENSTÄBE HINEINSTECKT, ERHÄLT MAN STROM.
WENN MAN WASSER DURCH SCHILF-ROHRE LEITET, WIRD ES HEISS.		AUS KUHMIST KANN MAN STROM ERZEUGEN.	
	BIENEN KÖNNEN FÜR BELEUCHTUNG SORGEN.	?	?

AUFGABEN

1. *Was davon kann man mit Biomasse wirklich machen?*
2. *Was kann man außerdem noch machen? Ergänzt mit eigenen Zeichnungen und spielt das Quiz mit euren Mitschülerinnen und Mitschülern!*

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

ERDWÄRME

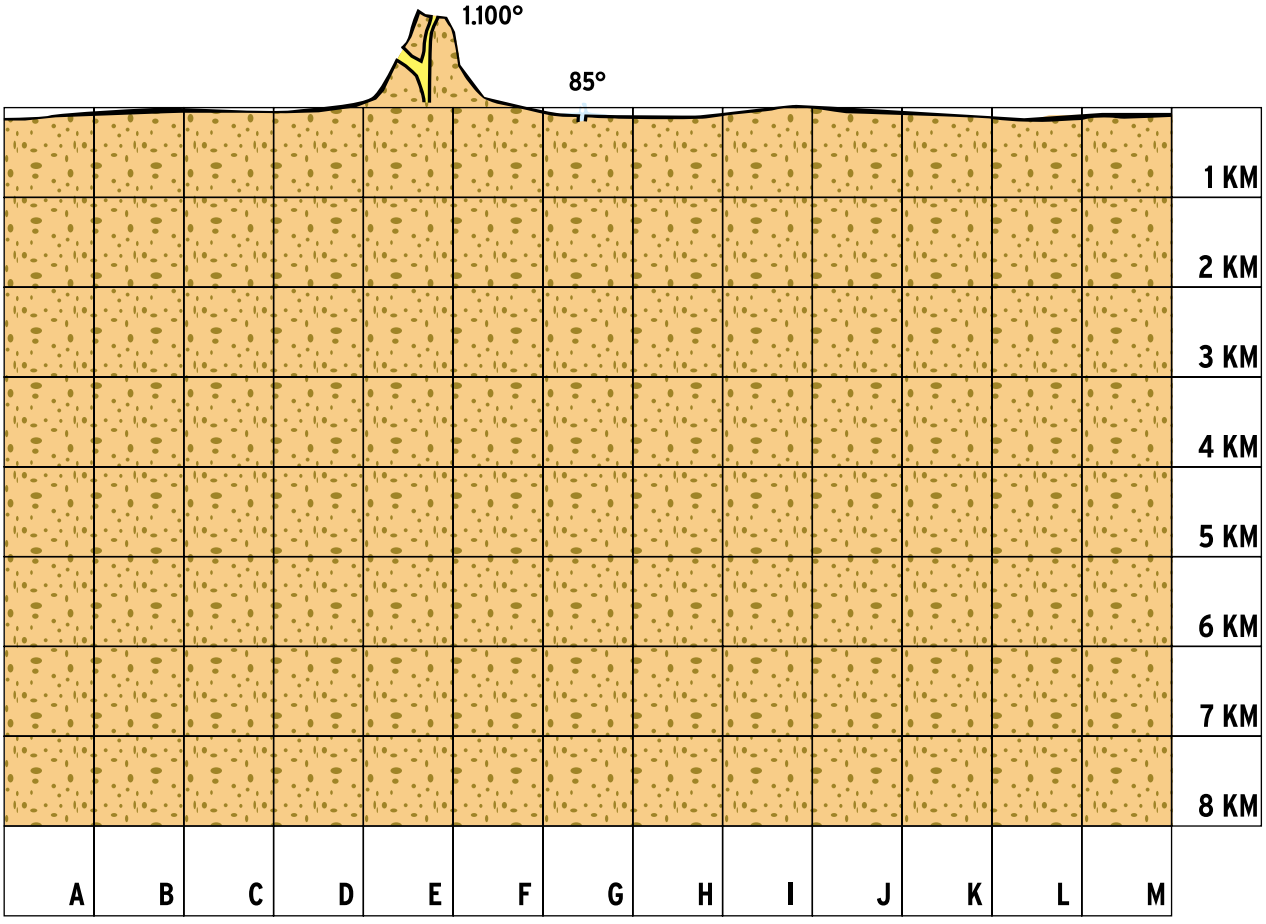
Energie aus der Zukunft Arbeitsblatt 9/13

Es ist heiß unter unseren Füßen. Über 5.000 Grad Celsius sollen im Erdkern herrschen – Temperaturen wie auf der Sonnenoberfläche. Dagewesen ist noch keiner, aber fest steht, je tiefer man in die Erde kommt, desto wärmer wird es. In drei Kilometern Tiefe könnte man immerhin schon ein Ei kochen. Das ist nicht sehr praktisch, aber praktische Bedeutung hat die Power aus der Tiefe trotzdem. Denn die Wärme befindet sich nicht überall gleich tief unter der Erde. Manchmal kommt sie sogar ganz nah heran. Die Geysire auf Island sind dafür ein Beispiel, und auch in Deutschland gibt es viele heiße Quellen.

So eine heiße Quelle ist nichts anderes als Wasser, das tief unten im Gestein aufgeheizt wird und an die Erdoberfläche steigt. In sogenannten Thermalbädern wird das gleich genutzt, um immer schön warmes Wasser zu haben. Und zwar ohne Heizkosten und ohne den Klimakiller CO_2. Und bis der Ofen unter unseren Füßen ausgeht, dauert es auch noch etliche Millionen Jahre.

Zwar gibt es zahlreiche heiße Quellen in Deutschland, aber die sind natürlich nicht immer dort, wo man sie gebrauchen könnte. Wenn man die Erdwärme trotzdem nutzen möchte, muss man ein wenig nachhelfen. Man bohrt ein Loch in die Erde, pumpt Wasser hinein, das sich unten erwärmt und fördert es wieder nach oben. Es hat allerdings kaum Zweck, das mal auf dem Schulhof zu probieren, denn der Bohrer muss dazu schon einige tausend Meter lang sein!

WIR BAUEN EIN ERDWÄRMEKRAFTWERK



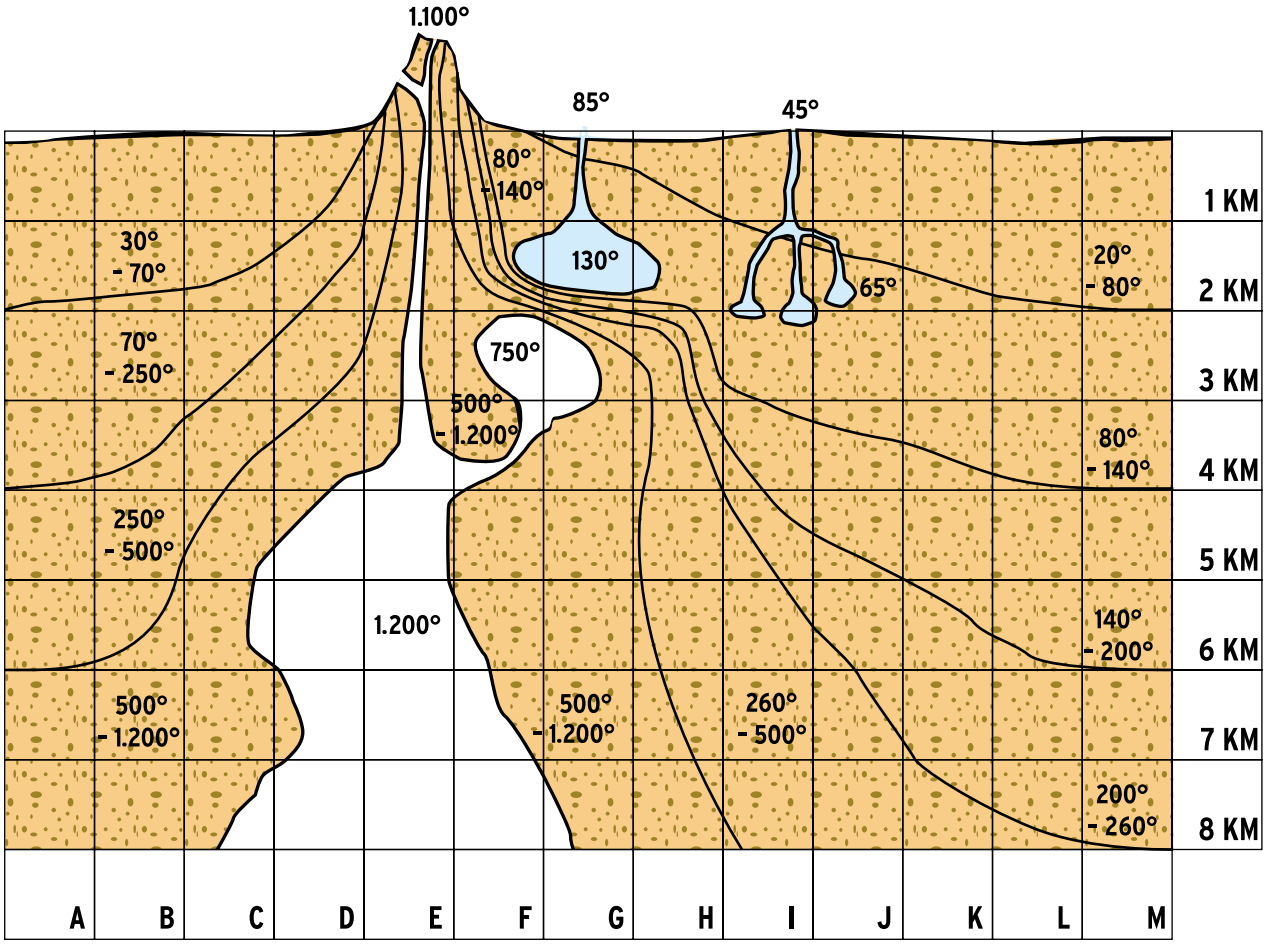
AUFGABEN

1. *Euer Team soll verschiedene Aufgaben mithilfe von Erdwärme lösen. Ihr habt dazu diese Karte und 50 Mio. Euro zur Verfügung.*

   Teilt euch in zwei Gruppen: Die eine Gruppe ist das Wissenschaftsteam, die andere das Bohrteam. Das Wissenschaftsteam behält dieses Arbeitsblatt und bestimmt, wo und wie tief gebohrt werden soll. Das Bohrteam findet auf Blatt 2 alle weiteren Informationen. Lest die Aufgaben im Team vor! Und natürlich dürft ihr euch die Karten nicht gegenseitig zeigen!

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

WIR BAUEN EIN ERDWÄRMEKRAFTWERK



AUFGABEN

Hier die Informationen für das Bohrteam:

1. *Ein Schwimmbad soll direkt mit Thermalwasser geheizt werden. Dazu müsst ihr Wasser mit einer Temperatur von ca. 40°C bis 50°C finden.*
2. *Eine Wohnsiedlung soll mit Erdwärme geheizt werden. Findet dazu eine Gesteinsschicht mit ca. 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 ca. 150°C bis 200°C heiß sein.*

   Und so funktioniert es:
   Eine Bohrung kostet für fünfhundert Meter 500.000 Euro. Das Wissenschaftsteam legt fest, wo und wie tief gebohrt werden soll. Das Bohrteam sagt dann mithilfe der Karte auf diesem Arbeitsblatt, was sich dort befindet und wie die Temperatur ist. Aber Achtung! Am Vulkan ist es zwar schön heiß, aber flüssiges Gestein zerstört den Bohrer. Das kostet 2,5 Mio. Euro Strafe.

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

ENERGIE AUS DER ZUKUNFT

Beim Stöbern im Internet und in Büchern hat die Mutter von Felix eine Menge Zitate, Infos und Stichworte zum Thema „Erneuerbare Energien“ gefunden. Aber Vorsicht: Nicht alle davon sind wirklich zu gebrauchen!

WARMDUSCHER

Bauer Christov lebt in Bulgarien am Schwarzen Meer. Im Sommer vermietet er sein Haus an Touristen. Die wollen gern mit warmem Wasser duschen. Ein Warmwasseranschluss ist aber teuer, und ein Heißwasserboiler auch. Christov hat deshalb zwei Regentonnen auf dem Dach montiert und sie schwarz angestrichen. Regelmäßig füllt er Wasser nach. Am Schwarzen Meer scheint sehr viel Sonne, die heizt ihm seine Regentonnen ordentlich auf. So richtig heiß wird das Wasser damit zwar nicht, seine Gäste können aber immerhin warm duschen.

SOLARKOLLEKTOR

Im Jahr 1909 wurde der sogenannte Solarkollektor für Warmwasser in Kalifornien erfunden. Er funktioniert im Prinzip so, dass ein dunkles Stück Blech, der sogenannte Absorber, die Sonnenstrahlen aufnimmt und in Wärme umwandelt. In heutigen Kollektoren mit Glasabdeckung und Wärmedämmung können mit einer speziellen Beschichtung des Blechs Temperaturen von über 200 °C erzeugt werden. Auf der Rückseite des Absorbers werden Röhrchen angebracht. Durch diese fließt Wasser, das zusammen mit dem Blech erhitzt wird. Das heiße Wasser kann auf beliebige Art genutzt werden, z. B. zum Duschen, zur Gebäudeheizung oder um Pfandflaschen zu reinigen.

WIND MAHLT MEHL

In unseren Breiten ist die älteste Form der Windenergienutzung die Windmühle. Mit Windkraft wurden darin die schweren Mühlsteine angetrieben. Zu Zehntausenden waren sie in ganz Europa verbreitet.

DIE SCHIFFMÜHLE KLAPPERT WIEDER ...

... wie schon vor fast 700 Jahren. Denn zum Stadtjubiläum in Minden wurde eine Schiffmühle nachgebaut. Eine Schiffmühle ist eine Art Floß mit einem darauf montierten Wasserrad, das wiederum das Mahlwerk antreibt.

Die Schiffmühle Minden ist am Ufer der Weser vertäut und mahlt heute wieder Korn zu Mehl wie schon vor vielen hundert Jahren. Noch bis zum Jahr 1907 nutzte die letzte Schiffmühle die Wasserkraft der Weser. Nun ist dort wieder eine Schiffmühle in Aktion zu sehen.

Infos zur Schiffmühle Minden:
www.schiffmuehle.de/Schiffmuehle/schiffmuehle.html

Ein kleines Mühlenlexikon:
www.deutsche-muehlen.de/muehlenkunde/lexikon/default.htm

IM STAU UND AM MÜHLGRABEN

Um Wasserkraft wirklich sinnvoll zu nutzen, muss ein genügend starkes Gefälle vorhanden sein. Das ist eigentlich nur bei den Wasserfällen im Gebirge der Fall. In flacheren Gebieten werden deshalb häufig Wasserläufe angestaut, um sozusagen künstliche Wasserfälle zu erzeugen. Das Gleiche wird erreicht, wenn das Wasser eines Bachs in einen Mühlgraben abgeleitet wird, der flacher als das Bachbett verläuft. Das Gefälle an der Staumauer oder am Ende des Mühlgrabens reicht dann aus, um Energie zu gewinnen.

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

KULTBUCH

„Es ist eine große Kraft in den Wassern, die herabkommen von den Schneefeldern des Nebelgebirges.“
Gandalf, Der Herr der Ringe

SONNENKRAFTWERK

Im sonnigen Kalifornien arbeitet ein sogenanntes Parabolrinnen-Kraftwerk. Diese Parabolrinnen sind im Prinzip kilometerlange Hohlspiegel, die das einfallende Sonnenlicht auf eine über ihnen verlaufende Röhre konzentrieren. Mit der Wärme wird Wasserdampf erzeugt, der bis zu 370 Grad Celsius heiß ist. Damit werden Turbinen und Generatoren angetrieben. Das Kraftwerk erzeugt 165 Megawatt Leistung und versorgt damit ca. 90.000 Haushalte.

IMMER WIEDER NEUE ENERGIE

Um Batterien zu sparen, kann man Akkus benutzen. Wenn deren Energie verbraucht ist, werden sie an der Steckdose wieder aufgeladen.

VOLKSLIED

Es klappert die Mühle am rauschenden Bach:
– Klipp, klapp ...

BAD & BADEN

Thermalquellen liefern warmes Wasser direkt aus der Erde. Schon die alten Römer haben um viele dieser Quellen Badehäuser gebaut und konnten so jederzeit ein warmes Bad nehmen.

HOLZERSATZ

In vielen Gegenden Afrikas und Asiens gibt es wenig Holz, mit dem man Feuer machen könnte. Die Menschen dort nutzen zum Beispiel getrockneten Kuh- oder Kameldung als Brennmaterial.

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

PENTAGON

Umweltschäden bedrohlicher als Terrorismus

Eine geheime Studie des US-Verteidigungsministeriums kommt zu dem Schluss, dass Klimaveränderungen weitaus größere Gefahren bergen als der internationale Terrorismus.

Rasche Klimaveränderungen könnten die Welt an den Rand der Anarchie bringen, weil betroffene Staaten ihre schwindenden Nahrungs-, Wasser- und Energiereserven möglicherweise mit nuklearer Aufrüstung zu verteidigen versuchten, zitierte die britische Zeitung „The Observer“ aus der Studie. Klimaveränderungen müssten umgehend zu einem herausragenden Thema für Politik und Militär werden, weil Spaltungen und Konflikte sonst erneut zu den beherrschenden Problemfeldern der Menschheit zu werden drohten.

So sei es wahrscheinlich, dass es beispielsweise in Großbritannien in absehbarer Zeit Winter wie in Sibirien geben werde, da die Durchschnittstemperaturen in Europa bis 2020 radikal absinken würden. Zudem würden gewaltige Stürme die Niederlande von 2007 an in großen Teilen unbewohnbar machen und in Kalifornien zur Zerstörung der Wasserversorgung führen, heißt es laut „Observer“ in der Studie weiter.

Der katastrophale Energie- und Wassermangel werde die Welt etwa um 2020 in weitverbreitete Kriege stürzen. Die Gefahren des Klimawandels für die weltweite Stabilität überträfen demnach bei Weitem die des Terrorismus. Die Untersuchung wurde den Angaben nach von einem Berater des US-Geheimdienstes CIA und einem Unternehmensberater verfasst.

Quelle: Die Welt, 23.2.2004

AUSGEHENDE ÖLRESERVEN

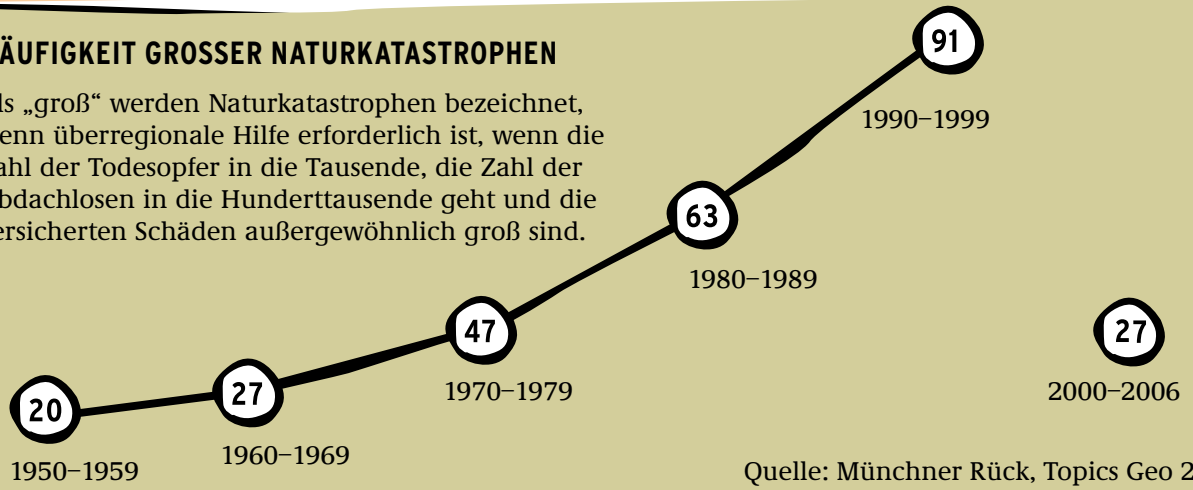
Der leergepumpte Planet

Die Menschheit hat schon fast 40 Prozent aller Erdölvorräte aus der Erde geholt. (...) In wenigen Jahren werde die Ölförderung ihren absoluten Höhepunkt erreichen – und danach von Jahr zu Jahr sinken. (...) Es gibt mitunter große Unterschiede in den Angaben über die Ölreserven – jene Ölmengen also, die heutzutage technisch und wirtschaftlich förderbar sind. So weisen die Ölkonzerne BP und Esso in jeweils eigenen Studien für Nordamerika völlig unterschiedliche Zahlen aus. Laut BP betragen die Reserven 7,8 Gigatonnen, bei Esso sind es 27 Gigatonnen – also mehr als dreimal so viel.

Quelle: Spiegel Online, 2.11.2007

HÄUFIGKEIT GROSSER NATURKATASTROPHEN

Als „groß“ werden Naturkatastrophen bezeichnet, wenn überregionale Hilfe erforderlich ist, wenn die Zahl der Todesopfer in die Tausende, die Zahl der Obdachlosen in die Hunderttausende geht und die versicherten Schäden außergewöhnlich groß sind.



Quelle: Münchner Rück, Topics Geo 2006

FRIEDENSNOBELPREIS AN UN-KLIMARAT UND AL GORE

(...) Al Gore ist seit langer Zeit einer der weltweit führenden Umweltpolitiker. Ihm wurde zu einem frühen Zeitpunkt bewusst, vor welche Herausforderungen der Klimawandel die Welt stellt. (...) Er ist vermutlich der Mensch, der als Einzelner am meisten zur Schaffung eines größeren, weltweiten Verständnisses für die Maßnahmen beigetragen hat, die nun beschlossen werden müssen.

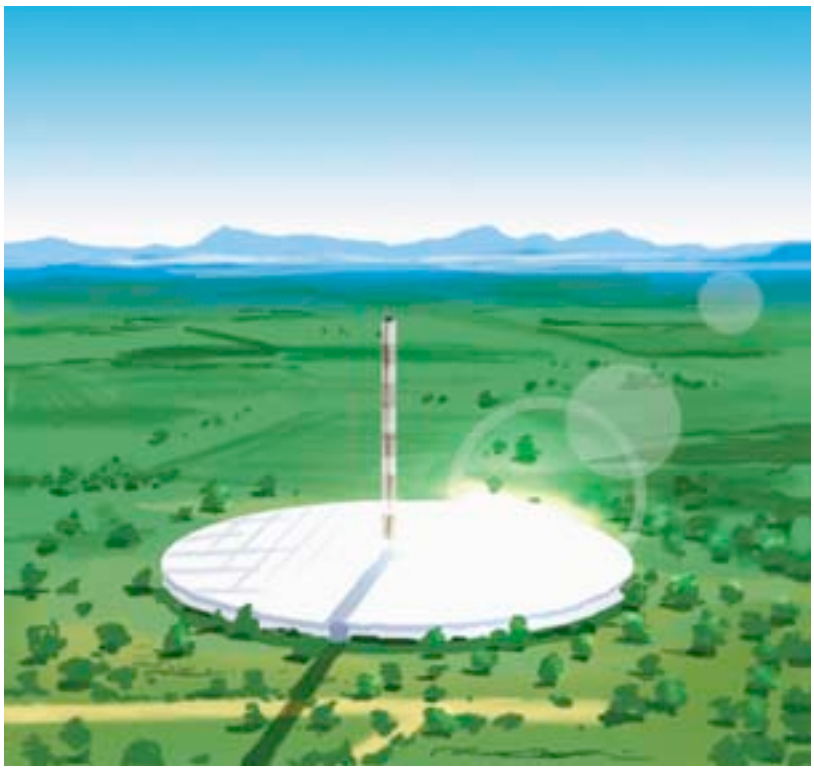
Quelle: dpa, 12.10.2007 (dpa-Übersetzung der Nobelkomitee-Begründung)

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

ENERGIE-FORSCHUNG

ERNEUERBARE ENERGIEN IM EXPERIMENT

Aus einem Geschichtsbuch im Jahr 2030: „Zu Beginn unseres Jahrhunderts entwickelten sich der Verbrauch und die Erzeugung von Energie zu Topthemen auf der ganzen Welt. Der Energiehunger der Welt wuchs, denn der Aufstieg von Ländern wie China und Indien erforderte gewaltige zusätzliche Energiemengen. Bisher war es ja so gewesen, dass die Menschen in Europa viel mehr Energie verbrauchten als zum Beispiel die Menschen in Afrika. Weil diese Energie aber hauptsächlich aus Erdöl, Kohle und Co. erzeugt wurde, entstand dabei jede Menge des Klimakillers CO_2.



Allmählich wurde den Menschen klar, dass es höchste Zeit war, sich etwas einfallen zu lassen. Denn es wurde immer deutlicher, dass man sich um das Weltklima kümmern musste: Die meisten Fachleute warnten vor einer durch den Menschen verursachten Klimaveränderung. Außerdem waren die fossilen Energieträger – also vor allem Erdöl, Erdgas und Kohle – eigentlich viel zu wertvoll, um sie einfach zu verbrennen. Außerdem würden sie schließlich nicht ewig reichen.

Was war also zu tun? Ganz klar: zum einen mehr erneuerbare Energien nutzen, denn die schonen das Klima, und gleichzeitig die erzeugte Energie cleverer einsetzen. Damit das klappen konnte, war eine Menge Grips nötig. Deshalb wurde ein einzigartiges weltweites Forschungsprogramm aufgelegt. Das Besondere daran war, dass alle mitarbeiten konnten. Und einige der besten Ideen kamen von – Schulklassen."

Alles nur Fantasie? Keinesfalls! Auch ihr könnt als Forschungsgruppe mitarbeiten und helfen, die Energie- und Klimaprobleme zu lösen.

AUFGABEN

1. *Ihr seid eine Forschungsgruppe und sollt folgende Fragen beantworten:*
   - *Welche erneuerbaren Energien gibt es?*
   - *Wie können sie praktisch genutzt werden?*
   - *Wie werden sie heute schon genutzt und wie viel CO_2 wird damit in Deutschland eingespart?*
   - *Welchen Beitrag zur Energieversorgung können erneuerbare Energien künftig in Deutschland leisten?*
   - *Kann Wärmedämmung ebenfalls einen Beitrag zur Verringerung des Ausstoßes von CO_2 leisten?*

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

ABSORPTION UND EMISSION VON WÄRMESTRAHLUNG

Energieforschung Arbeitsblatt 2/16

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, dass die Sonne Rohre erwärmt, in denen Wasser fließt, das dadurch ebenfalls erwärmt wird.

Das warme Wasser kann dann zum Heizen oder zum Duschen benutzt werden. Dadurch spart man Energie, weil das Wasser nicht extra aufgeheizt werden muss. Deshalb wäre es am besten, wenn das Wasser in den Rohren richtig heiß wird.

Frage:
Wie muss der Absorber in einem Solarkollektor beschaffen sein, damit er besonders heiß wird?

Benötigte Materialien:
- drei Teelichte
- schwarzer Mattlack
- ein leeres Medizintropffläschchen
- ein weißer Suppenteller

VERSUCH

Besorge dir die unlackierten Aluminiumfassungen von drei Teelichten. Eine der drei 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 umgekehrten Teller und stelle ihn in die Sonne. Merke dir, welche der beiden schwarzen Fassungen auf der Innenseite blank ist. Auf jede Fassung kommt in die Mitte ein gleich großer Wassertropfen, den du vorsichtig aus dem Medizinfläschchen tropfen lässt. Jetzt beobachtest du, welcher Tropfen als erster verschwindet.

Welche Fassung wurde also von der Sonne am stärksten erwärmt? Welche blieb am kühlsten?

AUSWERTUNG

	Eigenschaften	Tropfen wann verdunstet?		
1	blank			
2	außen schwarz			
3	außen und innen schwarz			

VARIANTE

Anstelle der Teelichte kannst du auch runde Bleche verwenden, z. B. die Unterseiten von Erdnussdosen. Diese werden in drei Kaffeetassen so aufgebockt (z. B. auf einem Abschnitt aus dem Kern einer Küchenrolle), dass sie sich ca. 1 cm unter dem Tassenrand befinden. So sind die Bleche windgeschützt, aber noch nicht verschattet. Wenn die Bleche vorher im Kühlschrank gekühlt werden, verlängert sich die Verdunstungszeit zusätzlich, und das Ergebnis wird deutlicher.

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

DER SOLARKOCHER

Energieforschung Arbeitsblatt 3/16

Millionen Menschen auf der Welt, besonders in den Ländern des Südens, leben völlig abgeschnitten von der Versorgung mit elektrischem Strom. Oft ist zugleich auch die Versorgung mit Wasser äußerst mangelhaft, und das vorhandene Wasser ist häufig verunreinigt. Es wäre für diese Menschen äußerst wichtig, ihr Trinkwasser abzukochen oder zumindest so zu erhitzen, dass Krankheitserreger abgetötet werden.

Frage:
Wie erzeugt man mit Sonnenenergie möglichst heißes Wasser?

Benötigte Materialien:
- drei leere 0,5l-Plastikflaschen
- schwarzer Mattlack
- Dämmstoff (Verpackungsschnipsel, Wollreste, Styroporplatten, Steinwolle ...)
- Kühlbox
- Plastikfolie (Frischhaltefolie)
- Thermometer (nicht unbedingt erforderlich)
- Alufolie
- Klebeband

VERSUCH

Teil 1:
Nimm drei leere PET-Flaschen und streiche zwei von ihnen außen zur Hälfte schwarz an, sodass es eine transparente Vorderseite gibt, durch die man noch in die Flasche sehen kann, und eine schwarze Rückseite. Fülle alle Flaschen zur Hälfte mit Wasser und lege sie mit der schwarzen Seite nach unten in die Sonne. Nach einer halben Stunde wird das Wasser in den geschwärzten Flaschen bereits deutlich wärmer sein als das in der anderen.

Für die folgenden Versuche benötigst du die ungeschwärzte Flasche nicht mehr.

Teil 2:
Mit der einfachen Methode von Teil 1 können noch keine hohen Temperaturen erreicht werden. Besser geht es, wenn die Wärme nicht wieder verloren geht. Dafür eignet sich die Kühlbox.

TIPP:
Anstelle der Kühlbox kann auch ein mit Dämmmaterial isolierter Karton verwendet werden.

Fülle sie so weit mit Dämmstoff, dass zwischen der Oberkante der anschließend hineingelegten Flaschen und dem Deckel der Box nur noch 5 bis 10 cm Platz bleiben. In den Dämmstoff drückst du eine Mulde, damit die Flaschen nicht an den Rand rollen. Auf den Dämmstoff kommt noch ein schwarzes Blatt Papier. Lege dann die Flaschen so hinein, dass sich die geschwärzten Seiten unten befinden, wenn du die Box zur Sonne kippst. Zuletzt wird ein Stück Frischhaltefolie über die Box gezogen und mit Klebeband befestigt. Dann stellst du die Box in die Sonne und kippst sie so weit auf die Seite, dass die Sonne voll hineinscheint.

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Mit dieser Konstruktion können bereits deutlich höhere Temperaturen als in Teil 1 des Versuchs erzielt werden. Um dies zu erkennen, ohne allzu lange warten zu müssen, kann bereits 45° C warmes Wasser (heißes Spülwasser) in die Flaschen eingefüllt werden. Die Temperatur des Wassers wird sich in deinem einfachen Kollektor tatsächlich noch weiter erhöhen.

Teil 3:
Noch effizienter wird unser Kollektor, wenn wir durch Spiegel zusätzliche Sonnenstrahlen auf die Flaschen lenken. Dazu legst du statt der schwarzen Pappe ein Stück Alufolie unter die Flaschen.

HINWEIS:

Schau aus Richtung Sonne von oben in den Karton! Die Konstruktion ist gelungen, wenn die Alufolie schwarz erscheint, weil sich in ihr die schwarzen Flaschen spiegeln.

Decke die Apparatur wieder mit der Klarsichtfolie ab und richte sie auf die Sonne aus. Die Temperatur wird schneller steigen und einen höheren Wert erreichen als in Teil 2. Wenn der Versuch länger dauert, muss der Kollektor immer wieder genau auf die Sonne ausgerichtet werden. In diesem Kocher könnte das Wasser sogar bis zum Siedepunkt erhitzt werden! Spätestens wenn sich der Boden der Plastikflaschen ausbeult, ist der Versuch beendet. Das Wasser wird dann etwa 80° C heiß sein.

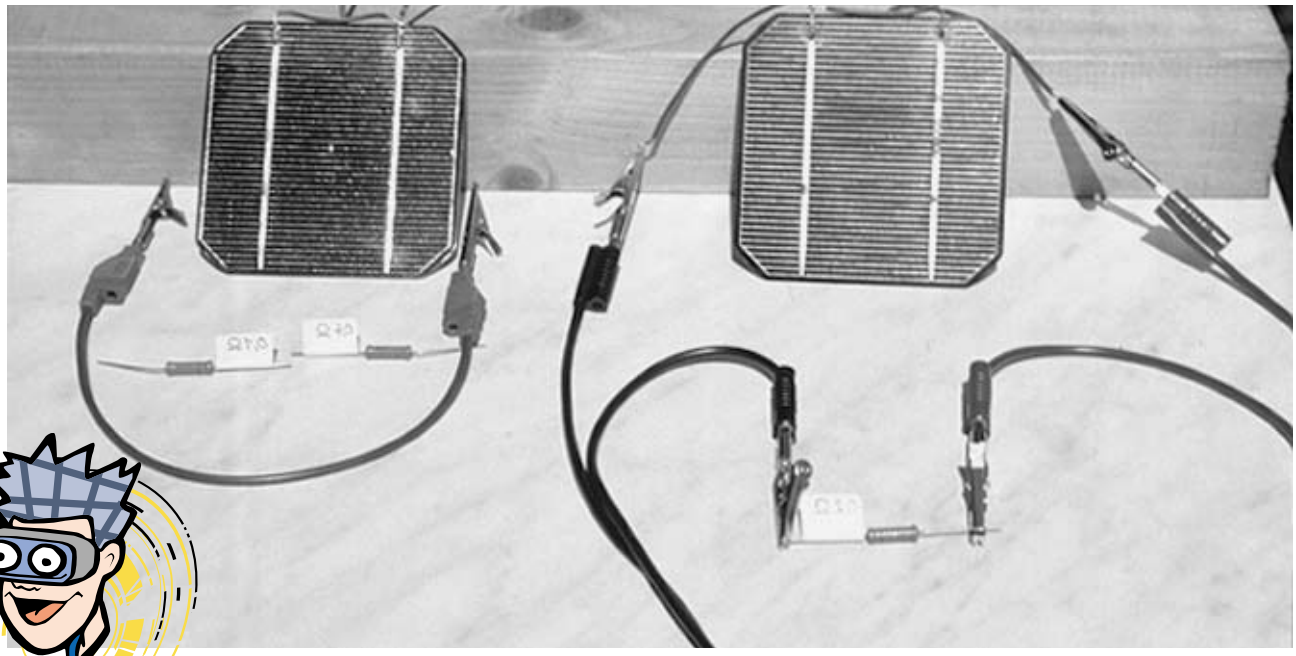
ACHTUNG:
Auf keinen Fall fest verschlossene Glasflaschen verwenden, da diese platzen könnten! Wenn sich die Kunststoffflaschen ausbeulen, sofort den Versuch beenden!

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

DIE SONNE KNIPST DAS LICHT AN

Die Sonne schickt jeden Tag eine riesige Menge Energie zur Erde. Einen Teil davon spüren wir als Sonnenwärme. Diese Wärme wird inzwischen immer mehr genutzt, um daraus Energie zu gewinnen, zum Beispiel indem Wasser erwärmt wird. Nun hat man nicht immer gerade Wasser zur Hand und außerdem kann man mit warmem Wasser nur schwer einen Föhn oder ein Radio betreiben. Elektrischer Strom dagegen lässt sich besonders vielseitig einsetzen und leicht transportieren. Deshalb ist es toll, dass man das Sonnenlicht direkt in Strom umwandeln kann. Ein paar Schlauköpfe haben dafür die Solarzelle erfunden. Allerdings liefert eine einzelne Solarzelle ziemlich wenig Strom. Aber was ist, wenn man mehrere nimmt?

Wandelt die Solarzelle tatsächlich Licht in Strom um? Und wie müsste man am besten mehrere Zellen zu einer Anlage zusammenschließen? Und funktioniert das auch im Schatten?



VERSUCH

Teil 1: Leistung und Leistungsanpassung von Solarzellen

Benötigte Materialien:

- zwei Solarzellen, Abmessungen 10 x 10 cm
- drei Widerstände (0,1 Ω; 0,2–0,25 Ω; 0,4–0,5 Ω; gleiche Bauform, Bauteillänge ca. 15 mm)
- (dicke) Experimentierkabel, Krokodilklemmen

HINWEIS:
Die Solarzellen und alle weiteren benötigten Materialien sind im Elektronikfachhandel erhältlich. Sie können beispielsweise auch über das Internet unter www.conrad.de bezogen werden.

Schließe den 0,2-Ω-Widerstand an eine der Solarzellen an und richte die Solarzelle auf die Sonne aus. Bei klarem Himmel wird der Widerstand nach spätestens drei Minuten ziemlich heiß sein. Wenn dies trotz kräftigen Sonnenscheins nicht der Fall sein sollte, so sind vermutlich die Experimentierkabel zu dünn oder zu lang. Der Widerstand kann auch ohne zusätzliche Experimentierkabel direkt mit den Anschlüssen der Solarzelle verbunden werden.

SONNENKLAR!
Warum wird der Widerstand heiß? Was lässt sich daraus für die Arbeitsweise der Solarzelle schließen?

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Jetzt schaltest du zwei Zellen hintereinander. Man nennt dies Reihen- oder Serienschaltung. Dabei wird der Anschluss von der Rückseite der ersten Zelle mit dem Anschluss von den Kontaktfingern auf der Vorderseite der zweiten Zelle verbunden. Der Stromkreis wird jetzt mit dem 0,4-Ω-Widerstand geschlossen. Wenn du jetzt die beiden Solarzellen in die Sonne bringst, wird der Widerstand schon innerhalb einer Minute so heiß sein, dass man ihn kaum noch anfassen kann. Ersetze nun den 0,4-Ω-Widerstand durch einen 0,1-Ω-Widerstand. Dieser wird nur noch lauwarm werden.

Verbinde die beiden Solarzellen jetzt mittels Parallelschaltung. Dabei werden sowohl die rückseitigen als auch die vorderseitigen Kontakte der beiden Zellen miteinander verbunden. Den Stromkreis schließt du jetzt über den 0,1-Ω-Widerstand und bringst die Zelle in die Sonne. Der Widerstand wird ähnlich schnell heiß werden wie vorher bei der Reihenschaltung. Wenn du jetzt den 0,1-Ω-Widerstand durch den 0,4 -Ω-Widerstand ersetzt, wird dieser nur noch lauwarm.

SONNENKLAR!
Erhöht sich die Leistung, wenn man mehrere Solarzellen kombiniert? Kommt es darauf an, wie die Zellen verschaltet werden? Hängt die Leistungsentwicklung vom Endverbraucher ab? Was folgt daraus für die Planung einer Solaranlage, die aus mehreren Zellen besteht?

Teil 2: Die Strom-Spannungs-Kennlinie der Solarzelle (I-U-Kennlinie)

Zusätzlich benötigtes Material:
– ein Amperemeter (Messbereich größer 2,5 A) und ein Voltmeter

Kurzschlussstrom und Leerlaufspannung:
Eine Solarzelle wird in die Sonne gelegt und an das Amperemeter angeschlossen. Das Amperemeter zeigt jetzt den sogenannten Kurzschlussstrom an. Das ist der maximal mögliche Strom der Solarzelle bei vorgegebener Sonneneinstrahlung. Notiere diesen Kurzschlussstrom. Dann schattest du die Solarzelle ab (z. B. mit einem Blatt Papier in 1 m Entfernung) und notierst wieder den Wert. Jetzt schließt du statt des Amperemeters das Voltmeter an. Dieses zeigt jetzt die sogenannte Leerlaufspannung an. Das ist die maximal mögliche Spannung der Solarzelle bei vorgegebener Sonneneinstrahlung. Notiere jetzt die Leerlaufspannung bei voller Sonneneinstrahlung und im abgeschatteten Zustand. Der Kurzschlussstrom geht durch die Abschattung auf einen Bruchteil seines unverschatteten Ausgangswertes zurück. Die Leerlaufspannung hingegen wird durch die Abschattung nur geringfügig zurückgehen.

SONNENKLAR!
Man nennt dieses unterschiedliche Verhalten von Kurzschlussstrom und Leerlaufspannung bei Solarzellen „nicht-lineares Verhalten“. Welche Auswirkungen dies genau hat, wird im Folgenden noch untersucht. Auf welche äußeren Umstände muss bei der Planung einer Solaranlage aber auf jeden Fall geachtet werden?

I-U-KENNLINIE

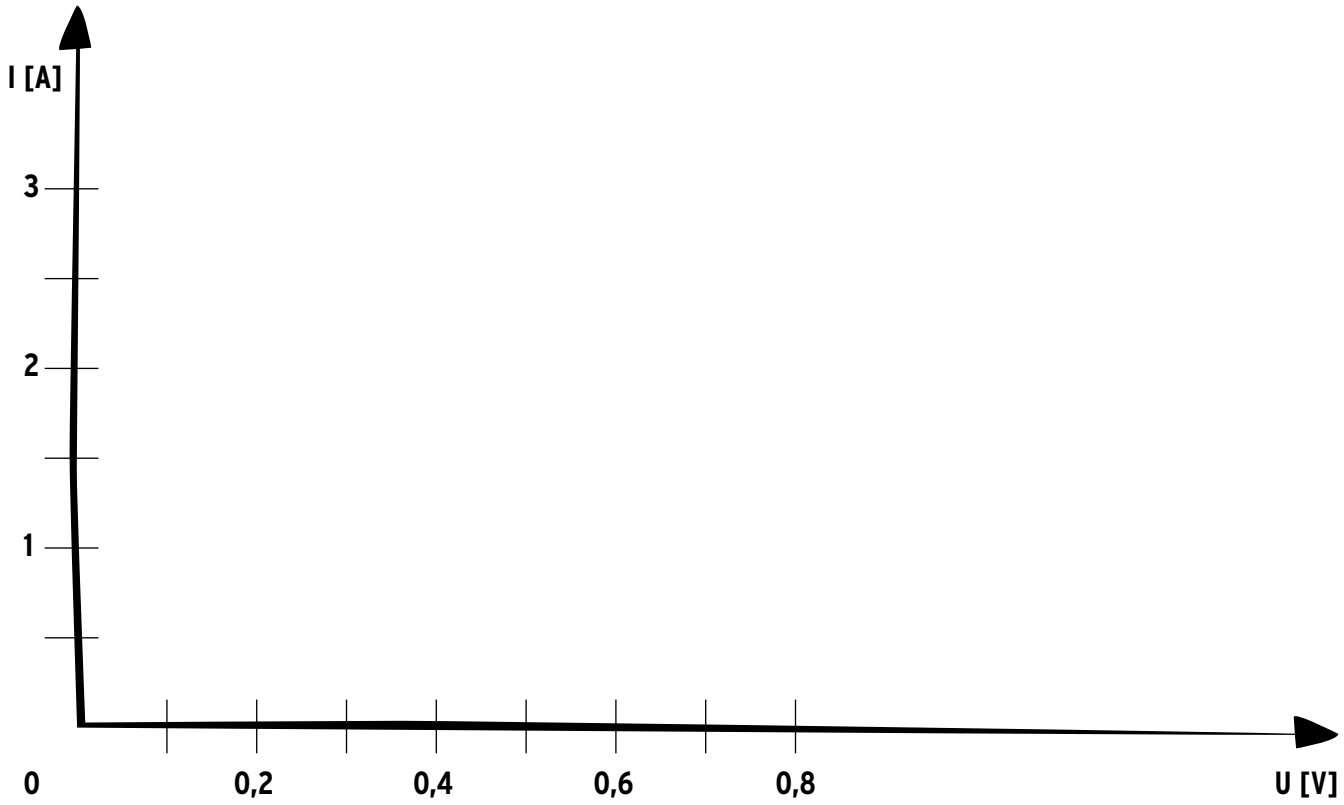
Wettervoraussetzung:
Für diesen Versuch sind einige Minuten mit konstanter Sonneneinstrahlung nötig.

Nimm eine der Solarzellen, schließe den 0,1-Ω-Widerstand an und lege die beiden anderen Widerstände bereit. Das Amperemeter wird zusätzlich in den Stromkreis eingefügt. Mit dem Voltmeter wird die Spannung an den Kontakten der Solarzelle abgegriffen. Jetzt wartest du einen Moment mit voraussichtlich konstanter Sonneneinstrahlung ab und misst nacheinander die Strom- und Spannungswerte, wenn die folgenden Widerstände in den Stromkreis eingefügt sind:

1. 0 Ω (Kurzschluss, d. h. der 0,1-Ω -Widerstand wird mit einem kurzen Kabel überbrückt oder die für das rechte und linke Ende des Widerstandes vorgesehenen Anschlüsse des Stromkreises werden direkt miteinander verbunden)
2. 0,1 Ω
3. 0,2 Ω
4. 0,4 Ω
5. unendlicher Widerstand (offener Stromkreis mit I = 0, gemessen wird die Leerlaufspannung U_0)

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Widerstand	I		U	
0				
0,1				
0,2				
0,4				
unendlich				



Auswertung:

- Zeichne die fünf Wertepaare für Strom und Spannung in ein Diagramm ein (x-Achse für die Spannung, y-Achse für die Stromstärke). Wo würden sich weitere Werte auf der sogenannten I-U-Kennlinie ergeben, wenn du auch noch mit anderen Widerständen, z. B. 0,3 Ω, gemessen hättest?
- Die elektrische Leistung P (= Power) errechnet sich nach der Formel P = I x U. Zu jedem Punkt auf der I-U-Kennlinie gehört eine andere Leistung P der Solarzelle. Bildlich entspricht sie der Fläche eines Rechtecks aus den beiden Kantenlängen U bzw. I (also dem x- bzw. y-Wert des Punktes auf der I-U-Kennlinie). Zeichne dieses Rechteck zu dem zum Widerstand 0,2 Ω gehörigen Punkt ein und schraffiere es. Zeichne zwei weitere Rechtecke für die zu 0,1 Ω und 0,4 Ω gehörigen Punkte ein. Welches der drei Rechtecke ist das größte? Derjenige Punkt auf der I-U-Kennlinie, für den sich das größte Rechteck und damit auch die größte Leistung ergibt, heißt MPP – Maximum Power Point. Der Widerstand aus Teil 1 des Versuchs wird am schnellsten heiß, wenn er so gewählt wird, dass der MPP getroffen wird. (Um einen Punkt auf der I-U-Kennlinie mit den Strom- und Spannungswerten I1 und U1 genau zu treffen, ist der Widerstand R1 im Stromkreis so zu wählen, dass R1 = U1/I1.)
- Bei Parallel- und Reihenschaltung verhalten sich zwei Solarzellen ähnlich wie zwei Batterien, d. h. bei Reihenschaltung verdoppeln sich die Spannungen und die Ströme bleiben konstant, während sich bei Parallelschaltung die Ströme verdoppeln und die Spannungen konstant bleiben.
- Zeichne in die Grafik die I-U-Kennlinie für die Reihenschaltung aus zwei Solarzellen ein. Wo liegt ungefähr der MPP? Welchen Punkt auf der Kennlinie haben wir bei der Erhitzung des 0,4-Ω-Widerstandes in Teil 1 des Versuchs getroffen? (Zur Erinnerung: Widerstand R = U/I.)
- Zeichne in die Grafik die I-U-Kennlinie für die Parallelschaltung von zwei Solarzellen ein. Wo liegt ungefähr der MPP? Wie groß muss der Widerstand im Stromkreis sein, damit dieser MPP getroffen wird?

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Für die ganz Ausgeschlafenen:
Ermittle die Höhe des (unerwünschten) Widerstandes RKabel in den Experimentierkabeln. Dieser ergibt sich nach der Formel RKabel = U, wobei IKS der Kurzschlussstrom ist, den du bereits gemessen hast, und U die zugehörige Spannung, welche direkt an den Kontakten der Solarzelle gemessen wurde. Der Wert des Widerstandes in den Kabeln sollte kleiner als 0,02 Ω sein, da sonst die Versuchsergebnisse zu ungenau werden. Ist das nicht der Fall, sollten beim nächsten Mal dickere oder kürzere Kabel verwendet werden.

SONNENKLAR!
Die maximale Leistung von Solarzellen liegt bei ganz bestimmten Spannungs- und Stromwerten. Wie man diesen sogenannten Maximum Power Point bestimmt, habt ihr gerade gelernt. Die maximale Leistung hängt also entscheidend davon ab, ob der angeschlossene Stromverbraucher, z. B. ein Elektromotor, an diese Werte angepasst ist. Was bedeutet das für die Planung von Solaranlagen?

Teil 3: Teilweise Abschattung von Fotovoltaik-Anlagen

Einführung:
Die meisten auf Hausdächern eingesetzten Solarmodule bestehen aus einer größeren Anzahl von Solarzellen, die in Reihe geschaltet sind. Die gesamte Anlage (Fotovoltaik) auf dem Dach besteht wiederum aus einer größeren Anzahl von Modulen, die sowohl in Reihe als auch parallel geschaltet sein können. Diese Anlagen reagieren empfindlich auf teilweise Abschattungen (z. B. durch einen Schornstein). Der folgende Versuch macht dies deutlich. Er geht über die Grundlagen der Fotovoltaik hinaus.

1. Baue wieder eine Reihenschaltung aus zwei Solarzellen wie in Teil 1 des Versuchs auf und setze anstelle des 0,4-Ω-Widerstandes ein Amperemeter ein. Damit misst du den Kurzschlussstrom. Jetzt legst du auf eine der beiden Zellen ein Blatt Papier. Der Kurzschlussstrom wird nahezu auf Null zurückgehen, obwohl die zweite Solarzelle noch voll der Sonne ausgesetzt ist.
2. Baue wieder eine Parallelschaltung aus zwei Solarzellen wie in Teil 1 des Versuchs auf. Anstelle des 0,1-Ω-Widerstandes setzt du ein Voltmeter. Damit misst du die Leerlaufspannung. Jetzt deckst du eine der beiden Zellen mit einem Stück Pappe ab. Die Leerlaufspannung wird deutlich zurückgehen, obwohl die zweite Solarzelle noch der vollen Sonneneinstrahlung ausgesetzt ist.

Durch die besonnte Solarzelle muss bei dieser Spannung gemäß der in Teil 2 unseres Versuchs ermittelten I-U-Kennlinie ein kräftiger Strom fließen. Du kannst dies mit einem Amperemeter prüfen. Dieser Strom fließt in normaler Richtung durch die besonnte und „rückwärts“ durch die abgedeckte Solarzelle.

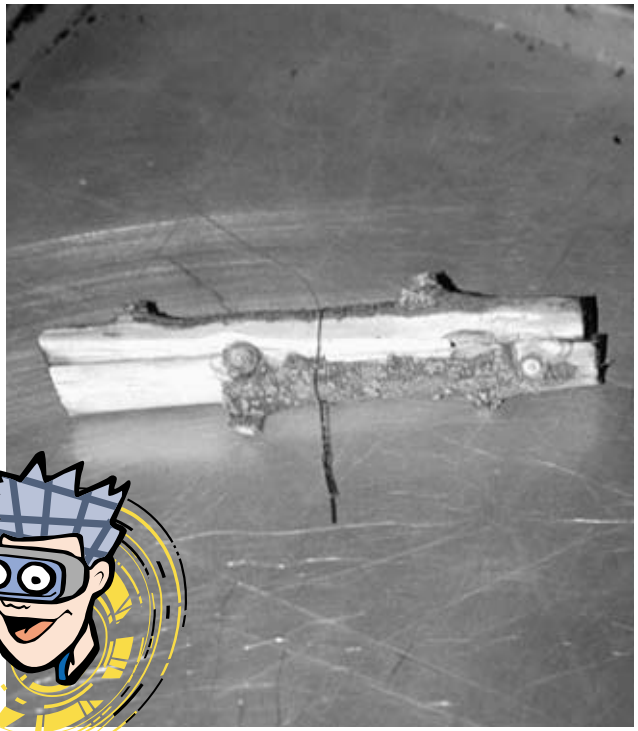
SONNENKLAR!
Egal, wie mehrere Solarzellen zusammengeschaltet werden: Eine einzige verschattete Zelle kann die Leistung der gesamten Anlage zunichte machen! Was bedeutet dies für die Planung von Fotovoltaik-Anlagen? Und für die ganz Ausgeschlafenen: Mit welchen technischen Maßnahmen könnte man diesen unerwünschten Effekt verhindern?

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

HOLZ ENTWÄSSERN

Energieforschung Arbeitsblatt 9/16

Schon unsere fernen Vorfahren in der Steinzeit haben aus Biomasse Energie gewonnen. Wie? Ganz einfach, indem sie Holz verbrannten und sich am Feuer wärmten oder ein schönes Mammutsteak grillten. Ist das altmodisch? Keineswegs! Ingenieurinnen und Ingenieure interessieren sich inzwischen sehr für diese Art der Energiegewinnung und konstruieren Kessel, die ganze Häuser nur mit Holz beheizen. Damit das Feuer aber so richtig lodern kann, müssen noch ein paar Fragen geklärt werden:



Wie viel Feuchtigkeit enthält frisches Holz?
Brennt Holz ohne Feuchtigkeit besser?
Wie kann man Holz entwässern?

Benötigte Materialien:

- frisches Aststück von einem Nadelbaum (Durchmesser ca. 4 cm, Länge ca. 15 cm)
- Briefwaage
- Bindedraht
- Streichhölzer
- Säge, Taschenmesser

Vorbereitung:

Säge von dem Aststück ein etwa 1,5 cm langes Stück ab und zerteile es weiter in kleinere Stückchen. Jedes der Stückchen soll ungefähr 0,6 Gramm wiegen, 40 Stückchen sollten auf der Briefwaage etwa 26 Gramm wiegen. Das verbleibende Aststück spaltest oder zersägst du der Länge nach in zwei Hälften.

Klemme zwischen die beiden Asthälften zwei Holzstückchen, sodass zwischen den Hälften ein Spalt von 0,5 bis 1 cm bleibt, und fixiere die Konstruktion mit Bindedraht.

VERSUCH

- Jetzt versuchst du, ob du an einem Ende die Asthälften mit einem Streichholz anzünden kannst. Selbst wenn du zwei oder drei Streichhölzer nacheinander benutzt, wird es dir kaum gelingen.
- Nun wiegst du die 40 Holzstückchen auf der Briefwaage und notierst ihr Gewicht. Dann schiebst du den Ast und die Holzstückchen auf einem Blech in den Backofen und trocknest sie bei einer Backofentemperatur von etwa 130° C (oder auf der niedrigsten Stufe, falls keine Temperaturskala vorhanden ist) eine halbe Stunde lang. Das Holz soll beim Trocknen nicht braun werden. Danach legst du die 40 Holzstückchen wieder auf die Waage und notierst das neue Gewicht. Sie sind leichter geworden, da ein Teil des im frischen Holz enthaltenen Wassers verdampft ist. Dann kommen die Teile nochmals für eine halbe Stunde in den Backofen. Danach wird wieder gewogen. Diese Prozedur könnte fortgesetzt werden, bis sich das Gewicht der Holzstückchen nicht mehr ändert. So ließe sich genau feststellen, wie viel Wasser in dem frischen Holz enthalten war. Für uns soll es aber genug sein, wenn die Holzstückchen nur noch halb so viel wie am Anfang wiegen. Das Aststück ist inzwischen auch viel leichter geworden, und der Bindedraht muss etwas nachgespannt werden, da das Holz ein wenig geschrumpft ist.
- Der folgende Versuchsteil findet im Freien statt. **ACHTUNG:** Einen Eimer mit Wasser in der Nähe bereithalten! Wenn du jetzt ein Streichholz an den Ast hältst, wird sich das trockene Holz tatsächlich viel leichter entzünden als der frische Ast. Am besten brennt es im Spalt zwischen den beiden Asthälften.

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

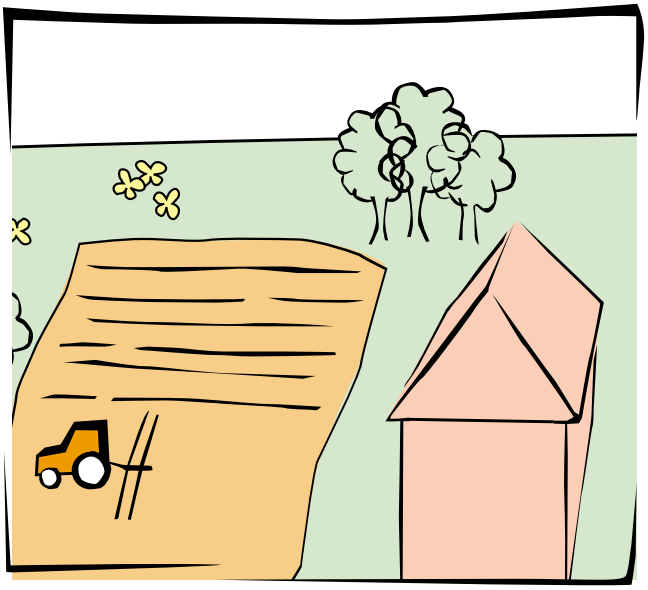
HOLZ ENTWÄSSERN

Energieforschung Arbeitsblatt 10/16

Trockenes Brennholz fängt nicht nur leichter Feuer, es hat noch weitere Vorteile: Zum einen erhöht ein großer Wasseranteil das Gewicht des Brennmaterials, zum anderen muss das enthaltene Wasser beim Verbrennen mit einem Teil der Energiemenge erst verdampft werden.

Beispiel:
Mit einem Kilogramm völlig trockenen Holzes (Wassergehalt 0 Prozent) können 5,2 kWh Wärmeenergie erzeugt werden. Bei einem Wassergehalt von 25 Prozent sinkt dieser Wert auf 3,7 kWh/kg. Bei frisch geschlagenem Holz mit einem Wassergehalt von 60 Prozent beträgt der Heizwert nur noch 1,6 kWh/kg.

Sepp freut sich. Das frische Fichtenholz für den Ofen wurde direkt an der Haustür abgeladen. Bisher musste er über den ganzen Hof laufen, um die seit einem Jahr an der Scheunenwand gestapelten Holzscheite zu holen. Der Ofen heizt das Wohnzimmer, und im Dezember musste Sepp dafür immerhin täglich 15 Kilogramm Holz schleppen. Seine ältere Schwester meinte allerdings, er solle sich nicht zu früh freuen.



AUFGABEN

Beantworte folgende Fragen:

1. *Was hat Sepp in seiner Freude, nicht mehr über den Hof laufen zu müssen, möglicherweise übersehen?*
2. *Welche Menge frisches Holz (Wassergehalt 60 Prozent) muss Sepp anstelle der bisherigen Menge von 15 Kilogramm jetzt schleppen, damit das Wohnzimmer genau so warm wird wie bisher? Hinweis: Der Wassergehalt des gelagerten Holzes liegt bei 25 Prozent.*

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

HOLZVERGASER

Energieforschung Arbeitsblatt 11/16

Ein sehr großer Teil des Energieverbrauchs geht heute auf das Konto des Autoverkehrs. Ganz klar: Die Millionen von Autos verbrennen ja in ihren Motoren immerzu Benzin oder Diesel, die beide aus Erdöl gemacht werden. Dabei entsteht ... richtig: jede Menge des Klimakillers CO_2. Doch was soll man tun? Das Autofahren verbieten? Das möchten die meisten wahrscheinlich nicht. Aber vielleicht gibt es andere Möglichkeiten, Treibstoff für die Motoren herzustellen.

Zum Beispiel gibt es ja einen Stoff, von dem wir in Deutschland eine Menge haben und der auch immer wieder nachwächst: Holz! Natürlich kann man Holz nicht in den Tank stecken. Aber vielleicht kann Holz zu einem Treibstoff für Motoren verwandelt werden?

Benötigte Materialien:

- Fingerhut
- Alufolie
- Bindedraht
- Teelicht
- Streichhölzer
- Taschenmesser

VERSUCH

Schneide von zwei Streichhölzern die Pulverköpfchen ab und zerschneide die Stiele in jeweils acht bis zehn kleine Schnitzel. Die füllst du in einen Fingerhut aus Metall. Auf die Öffnung des Fingerhuts ein Stückchen Alufolie legen und über den Rand herum gut festdrücken, sodass das Hütchen verschlossen ist. Nun bindest du das Ende eines etwa 15 Zentimeter langen Blumendrahtes fest um den Rand des Fingerhutes herum, verdrehst ihn und lässt das andere Ende als Halter abstehen. Pikse mit einer kleinen Nadel ein Loch in die Mitte des Foliendeckels – fertig ist der Mini-Gasgenerator.

Dann entzündest du ein Teelicht und hältst den Boden des Fingerhütchens mit einer Wäscheklammer über die Flamme: Nach kurzer Zeit entweicht aus dem Löchlein ein dünner, heller Rauchfaden. Halte es kurz an die Flamme des Teelichts: Über dem Löchlein im Deckel flackert jetzt ein kleines Flämmchen. Der Rauch enthält das brennbare Holzgas. Nun hältst du deinen „Generator“ wieder über das Teelicht, bis das Flämmchen auf dem Fingerhut erloschen ist. Warte einen Moment, entferne den Deckel und sieh hinein: Die Holzstückchen haben sich in Holzkohle verwandelt.

Durch geeignete Vorrichtungen lässt sich auch noch die Holzkohle vergasen. Apparaturen, die dies auf kleinem Raum leisten können, heißen Holzvergaser. Nach dem Zweiten Weltkrieg wurden mit solchen auf der Ladefläche befindlichen Holzvergasern Lastwagen betrieben. Das Holzgas wechselt aber in der Zusammensetzung und enthält außerdem Teer. Es schadet daher auf die Dauer dem Motor. Seit Jahrzehnten wird versucht, Holzvergaser herzustellen, die ein sauberes motorentaugliches Gas liefern. Wenn dies gelingt, kann Holz für die Stromerzeugung in kleinen Blockheizkraftwerken genutzt werden. Viele Klimaschützer warten seit langem darauf. Bisher ist die Stromherstellung aus Holz nur über den Umweg der Dampferzeugung möglich. Dies funktioniert nur in großen Anlagen mit Feuerungsleistungen über 2.000 kW.

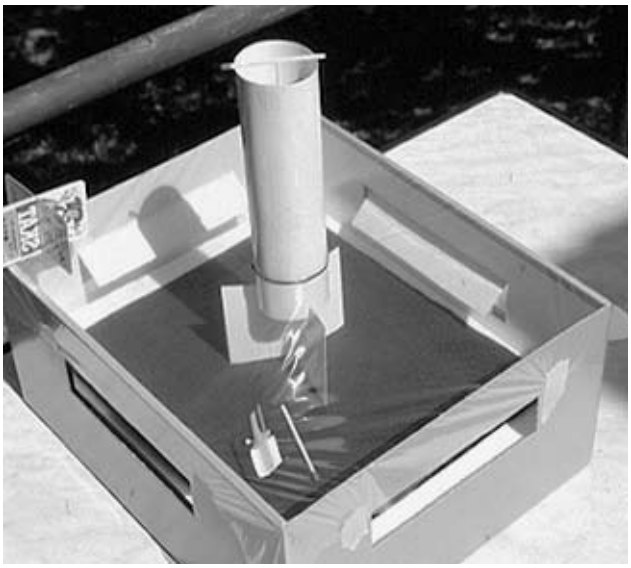
Das Bild zeigt den Mercedes-Benz 170 V. In der Version 170 VG mit Holzgas-Generator, gebaut zwischen 1939 und 1942, war er unabhängig vom Benzin. Sein Motor leistete 22 PS bei 3.200 Umdrehungen, die Höchstgeschwindigkeit betrug 80 km/h. Das Reserverad wurde aufs Dach geschnallt. Der Verbrauch: 15 Kilogramm Generatorholz auf 100 Kilometer, Reserve 30 Kilogramm.

Die von Daimler-Benz entwickelte, als sehr effizient gelobte Gas-Generatoranlage gab es auch zum nachträglichen Einbau. Sie funktionierte mit jeder Art von Kohle, Torf, Koks, Anthrazit- und Holzkohle.

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

DAS AUFWINDKRAFTWERK – AUS SONNE ENTSTEHT WIND

Energieforschung Arbeitsblatt 12/16



Wie man aus Wind Energie gewinnen kann, ist ja eigentlich ein alter Hut. Früher hat man das mit Windmühlen gemacht, heute mit Windkraftanlagen. Das funktioniert bestens, und es ist eine sehr saubere Art der Energieerzeugung. Allerdings hat der Wind auch ein paar Nachteile: Er weht nicht immer und er weht häufig unterschiedlich stark. Kluge Leute haben sich deshalb überlegt, dass man den Wind irgendwie „einfangen" müsste, damit er immer schön gleichmäßig weht.

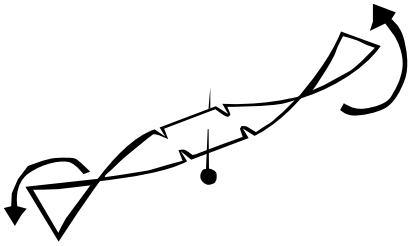
Erwärmte Luft steigt bekanntlich nach oben. Und wenn die Sonne irgendwo auf die Landschaft scheint, dann erwärmt sich dort ja auch die Luft und steigt nach oben. Aber wie kann man auf diese Weise Energie gewinnen?

Benötigte Materialien:

- schwarzes und weißes Papier oder Pappe
- Tesafilm
- Styroporplatte (wenigstens DIN A2) oder ein großes Frotteehandtuch
- Plexiglasplatte (ca. DIN A2), Lochsäge (falls nicht verfügbar: siehe Varianten)
- Stecknadel mit rundem Kopf
- langes Streichholz (7 cm) oder dünner Holzstab
- 4 Vierkanthölzer o. ä. als Abstandhalter, Kantenhöhe ca. 5 cm

Vorbereitung:

In die Plexiglasplatte wird mit einer Lochsäge ein Loch gesägt (Durchmesser ca. 6 cm). Dann rollst du ein Stück Pappe zusammen und verklebst es zu einem runden „Schornstein" (Durchmesser wie das Loch im Plexiglas, Länge ca. 20 cm). Am unteren Ende des Schornsteins bringst du einige kleine Schnitte an, so dass dort die Pappe nach außen weggeknickt werden kann und du sie mit Tesafilm leicht am Rand des Lochs in der Plexiglasplatte befestigen kannst.



Aus dünner Pappe schneidest du jetzt einen Streifen (2 cm breit, 1 cm kürzer als der Durchmesser des Schornsteins). Genau in die Mitte des Streifens stichst du ein Loch, sodass sich der Streifen leicht beweglich auf die Stecknadel stecken lässt. Der Pappstreifen soll jetzt zu einem Propeller verdreht werden. Dazu schneidest du den Streifen mit insgesamt vier 8 mm langen Schnitten ein. Jetzt kannst du die beiden Enden des Streifens leicht gegeneinander in Propellerform verdrehen. 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 nimmst du das Streichholz und steckst die Nadel in der Mitte ein. Nun legst du das Streichholz oben quer auf den Schornstein, wobei der Propeller nach unten in den Schornstein hineinhängt und sich frei drehen kann.

VERSUCH

Du legst die Styroporplatte in die Sonne und darauf das schwarze Papier. Die Kanthölzer legst du an die Ränder der Platte (mit mindestens 6 cm Platz zwischen den Hölzern) und darauf die Plexiglasplatte mit dem Schornstein. Den Propeller hängst du in den Schornstein. Nach kurzer Zeit beginnt der Propeller sich zu drehen. Werden die Vierkanthölzer so weit zusammengeschoben, dass keine Luft mehr nachgesaugt werden kann, bleibt der Propeller stehen. Was geschieht, wenn du statt des schwarzen weißes Papier auf die Styroporplatte legst? Dreht sich der Propeller schneller oder langsamer?

VARIANTEN

Die Plexiglasscheibe lässt sich durch Plastikfolie ersetzen, die über einen Pappkarton gespannt wird. In die Plastikfolie muss ein Loch geschnitten werden, dessen Durchmesser etwa 1 cm kleiner ist als der Schornstein. Die Folie gibt nach, wenn der Schornstein hindurchgeschoben wird. Zwei Spielkarten, die zur Hälfte eingeschnitten und dann kreuzweise ineinander gesteckt werden, stützen den Schornstein im Karton ab. Der Schornstein kann ruhig einige cm unterhalb der Folie enden. Auf jeder Seite des Kartons sind Luftlöcher anzubringen, die mindestens so groß wie die Öffnung des Schornsteins sein sollen.

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

EXPERIMENT: WÄRMEDÄMMUNG

Energieforschung Arbeitsblatt 13/16

Strom und Wärme für die Wohnung werden heute zum größten 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, weniger CO_2 zu produzieren.

Ein Weg ist es, Strom und Wärme mit erneuerbaren Energien zu erzeugen, also mit Hilfe von Wind, Sonne, Wasserkraft und Co. Denn dabei fällt kein zusätzliches CO_2 an, und außerdem stehen diese Energieträger in außreichendem Maße zur Verfügung.

Weil das aber noch ein langer Weg ist, muss nach weiteren, vielleicht sogar schnelleren Möglichkeiten für weniger CO_2 gesucht werden. Die schlaue Idee: Wenn weniger Energie verbraucht wird, wird auch weniger CO_2 erzeugt. Das ist logisch. Also heißt es, Energie einzusparen. 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, also dafür sorgt, dass Wasser länger warm bleibt, dann wäre der Energieverbrauch niedriger.

Wie kann also die Auskühlung von Häusern oder anderen Gegenständen möglichst lange hinausgezögert werden?

Benötigte Materialien:
- durchsichtiges Joghurtglas mit Deckel (Weißglas)
- Teelichte (Paraffin)
- beliebiges Wärmedämmmaterial

Vorbereitung:
Dieser Versuch ist als Wettbewerb in eurer Klasse besonders spannend. Bildet dazu mehrere Teams. Ziel ist es, einen heißen Gegenstand (das Joghurtglas) möglichst lange warm zu halten. Dazu bereitet jedes Team eine Wärmedämmung für ihr Joghurtglas vor (z. B. einen Wollschal, einen mit Zeitungspapier gefüllten Karton ...).

VERSUCH

In einem Topf wird Wasser zum Kochen gebracht, z. B. zwei Liter. Dann wird dazu die halbe Menge kaltes Wasser, also 1 Liter, aus dem Wasserhahn hinzugefügt. Die Mischung aus kochendem und kaltem Wasser wird dann bei etwa 70° C liegen. Jetzt füllt ihr mit diesem Wasser die Joghurtgläser der beteiligten Teams. Bevor die Deckel wieder fest auf die Gläser geschraubt werden, kommt noch in jedes Glas ein Stück Paraffin von einem Teelicht (ein Viertel von einem Licht genügt).

Anschließend wird das Glas mit dem durchsichtigen Boden nach oben (**Achtung:** unbedingt vorsichtig sein! Sicherheitshalber noch einmal überprüfen, ob der Deckel wirklich fest geschlossen ist!) in die vorbereitete Wärmedämmung eingebracht. Das weiße Paraffinstück wird nach einigen Minuten geschmolzen sein. Danach ist es vom heißen Wasser in dem Glas nicht mehr unterscheidbar.

Von Zeit zu Zeit kontrolliert jedes Team, ob sich die ersten Anzeichen zeigen, dass das Paraffin wieder fest wird (dann hat das Wasser noch eine Temperatur von ca. 54° C). Dazu muss die Wärmedämmung kurz so weit geöffnet werden, dass der Boden des Glases sichtbar wird. Wessen Paraffin bei der Kontrolle noch vollständig durchsichtig war, trägt den Namen seines Teams in eine Liste ein. Das Team, das als letztes seinen Namen in die Liste eintragen kann, hat gewonnen.

TIPP:
Zu oft nachsehen mindert die Siegeschancen. Deshalb sollten regelmäßig alle Teams gleichzeitig nachschauen.

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

WÄRMELEITFÄHIGKEITEN VERSCHIEDENER STOFFE

	Wärmeleitfähigkeit im Vergleich mit Holz	Wärmeleitfähigkeit W/(m x K)
Silber	3.800	458
Eisen	560	67
Granit, Marmor	23	2,8
Trockenes Nadelholz (quer zur Faser)	1,0	0,12
Frischer Schnee	1,1	0,11
Glas- oder Steinwolle	1/3	0,035–0,050
Polystrolschaum (Styropor)	1/4	0,025–0,040
Bettfedern	1/5	0,024
Stehende Luft (bei 0° C)	1/5	0,024
Krypton (bei 0° C, wird in hochwertigen Fenstern verwendet)	1/13	0,009
Brom	1/28	0,004

Anmerkung:
Die Unterschiede verschiedener Materialien bei der Wärmeleitung sind sehr groß. Der beste unterscheidet sich vom schlechtesten Wärmeleiter mit einem Faktor von 100.000. Stehende Luft ist ein sehr schlechter Wärmeleiter. Wärmedämmstoffe bestehen daher im Allgemeinen hauptsächlich aus Luft. Die Hauptaufgabe der festen Anteile in der Wärmedämmung ist es, dafür zu sorgen, dass die Luft im Dämmstoff nicht zirkulieren kann.

VARIANTE

Bei guter Wärmedämmung kann es bis zu zwei Stunden dauern, bis das Joghurtglas um 10° C abkühlt und das Paraffin wieder fest wird. Der Versuch kann abgekürzt werden, wenn ein passendes Thermometer vorhanden ist, mit dem z. B. nach einer halben Stunde die Temperatur in den Gläsern gemessen wird. Bei dieser Variante wird das Paraffin natürlich nicht benötigt. Das Glas sollte jetzt aufrecht gestellt werden, damit der Deckel für die Temperaturmessung leicht zugänglich ist (evtl. kann auch ein passendes Loch für das Thermometer in den Deckel gebohrt werden).

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

ENERGIEFORSCHUNG – DATEN UND FAKTEN

SO VIEL ENERGIE AUS FOSSILEN ENERGIETRÄGERN WURDE 2006 IN DEUTSCHLAND DURCH ERNEUERBARE ENERGIEN EINGESPART:

Gesamter Primärenergieverbrauch in Deutschland 2006: 14.464 PJ

Einsparung (Strom, Wärme und Kraftstoff) in TWh (1 TWh = 3,6 PJ)

Braunkohle/Steinkohle	184,6
Erdgas	70,5
Öl	40,1
Dieselkraftstoff	43,8
Ottokraftstoff	2,6
Gesamt	**341,6**

Quelle: BMU (2007)

SO VIEL CO_2-EMISSIONEN WURDEN IN DEUTSCHLAND 2006 DURCH ERNEUERBARE ENERGIEN VERMIEDEN:

Gesamte energiebedingte CO_2-Emissionen in Deutschland 2006: ca. 796 Mio. t

Minderung der CO_2-Emissionen durch Strom und Wärme aus erneuerbaren Energien (in Mio. t)

Strom	68,1
Wärme	20,7
Kraftstoffe	12,7
Gesamt	**101,5**

Quelle: BMU (2007)

VERMIEDENE CO_2-EMISSIONEN DURCH BIOGENE KRAFTSTOFFE 2006 (IN 1.000 t CO_2-ÄQUIVALENT):

Biogene Kraftstoffe	8.321

Quelle: BMU (2007)

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

DIE ERNEUERBAREN KOMMEN

Das schätzen die Expertinnen und Experten: So viel Energie könnte künftig mit erneuerbaren Energien in Deutschland erzeugt werden.

Langfristiges Nutzungspotenzial erneuerbarer Energien für die Strom- und Wärmeerzeugung sowie den Kraftstoffverbrauch in Deutschland

	Nutzung 2005 (TWh)	mögliche zukünftige Nutzung pro Jahr (TWh/a)
Stromerzeugung		
Wasserkraft	21,6	24
Windenergie		
an Land	26,5	55
auf See	–	110
Biomasse	13,4	60
Fotovoltaik	0,32	105
Geothermie	> 0,001	200
Summe	62,5	554
Anteil bezogen auf den Bruttostromverbrauch 2005	10,4 %	94 %
Wärmeerzeugung		
Biomasse	76	200
Geothermie	1,5	330
Solarthermie	3	290
Summe	80,5	820
Anteil bezogen auf den Endenergieverbrauch für Wärme 2005	5,4 %	55 %
Kraftstoffe		
Biogene Kraftstoffe		
Summe	22,4	60
Anteil bezogen auf den Kraftstoffverbrauch 2005	3,8 %	8 %
Anteil bezogen auf den Endenergieverbrauch 2005	6,6 %	56 %

Quellen: Arbeitsgemeinschaft DLR, ifeu, WI; Arbeitsgemeinschaft Öko-Institut, FhG-Umsicht, IE, ifeu, izes, TU Berlin, TU Braunschweig, TU München, BMU

MÖGLICHE CO_2-EINSPARUNG DURCH WÄRMEDÄMMUNG AN HÄUSERN IN DEUTSCHLAND BIS 2020

CO_2-Emissionen für Raumwärme und Warmwasser	1990	139 Mio. t
beim heutigen Sanierungstempo	2020	–9,3 %
bei intensiver Sanierung	2020	–21,3 %

Quelle: dena/Forschungszentrum Jülich 2003

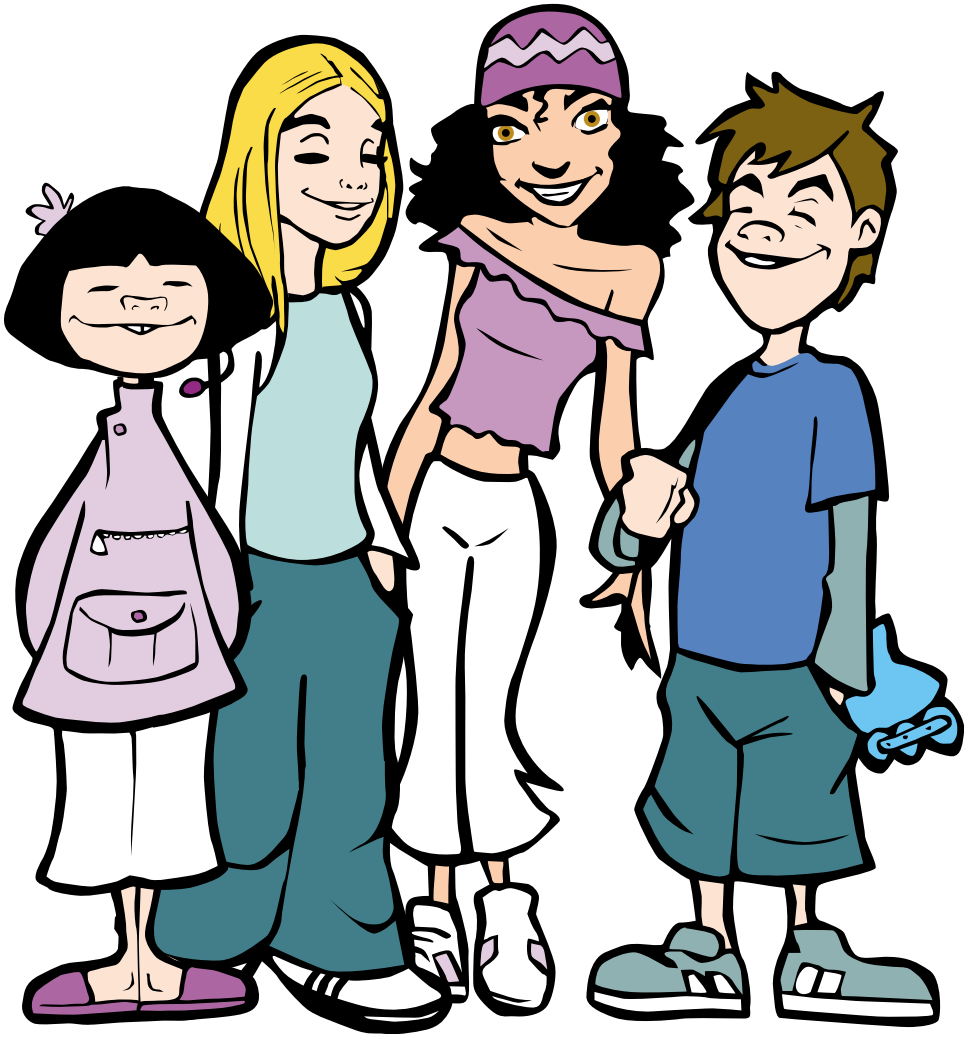
© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

WAS IST GERECHT?

LEBENSSTIL UND ENERGIEVERBRAUCH

LEBENSSTIL UND ENERGIEVERBRAUCH

Saranchimeg und Sergio leben im Jahr 2030. „Bei uns sollen sich alle für die Umwelt und das Klima verantwortlich fühlen. Das steht sogar im Gesetz!“, erklärt Saranchimeg. „Und halten sich alle dran?“, will Aysche wissen. Sergio grinst: „Na ja, man soll auch nicht zu schnell mit dem Streetsailor fahren ... Jedenfalls haben mehrere Länder bei der Uno einen Beschluss beantragt, dass jeder Mensch das gleiche Recht auf Verbrauch an fossilen Ressourcen und den Ausstoß an umweltschädlichen Gasen wie zum Beispiel dem Klimakiller CO_2 hat.“ Anerkennend pfeift Manuel durch die Zähne: „Das finde ich aber echt gerecht.“



„Ach ja?“, fragt Saranchimeg zurück. „Bei uns gibt es deswegen eine riesige weltweite Diskussion. Nicht alle halten das für eine gute Idee und finden das wirklich gerecht. Deutschland und andere europäische Länder sagen zum Beispiel, dass der CO_2-Ausstoß mit der Wirtschaftsleistung zu tun hat und deshalb nicht pro Kopf, sondern je 1.000 Dollar Bruttoinlandsprodukt berechnet werden muss.“

Sergios Augen blitzen hinter seinem Hightech-Visor: „Was meint ihr denn? Was fändet ihr denn gerecht?“

AUFGABEN

Jetzt ist eure Meinung gefragt!

1. *Ist die gegenwärtige Verteilung von Energieverbrauch und CO_2-Ausstoß weltweit gerecht?*
2. *Wie könnte weltweite Gerechtigkeit in diesem Bereich hergestellt werden?*
3. *Was könnte man selbst tun, um „gerecht“ zu leben?*

Stimmt in eurer Klasse ab, ob ihr die Uno-Resolution unterstützen würdet!
Falls nein: Macht Vorschläge, ob und wie ihr sie verändern würdet, damit sie gerecht wird!

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

DAS STUHLSPIEL

Was ist gerecht? Arbeitsblatt 2/10

Energie ist der Motor unseres Lebens. Jährlich verbrauchen die Einwohner der Bundesrepublik die gigantische Energiemenge von rund 500 Millionen Tonnen Steinkohleeinheiten (SKE). Das entspricht der Energie, die bei der Verbrennung von rund sechs Millionen Waggons voller Steinkohle entstehen würde – aneinandergereiht ein Zug von 75.000 Kilometern Länge! Ganz Europa verbraucht rund 3,5 Milliarden Tonnen Steinkohleeinheiten in einem einzigen Jahr.

Aber verbrauchen alle Menschen auf der Welt so viel Energie? Oder sogar mehr? In der folgenden Tabelle seht ihr, wie viel Energie in den einzelnen Erdteilen verbraucht wird. Ihr seht ebenfalls, wie viele Menschen in diesen Erdteilen leben.

Region	Bevölkerung in Mio.	Prozent	Personen	Energieverbrauch in Mrd. t SKE	Prozent	Stühle
Europa inkl. Russland	733			4,19		
Nord- und Mittelamerika	335			4,00		
Südamerika	569			0,76		
Afrika	944			0,46		
Asien	4.010			5,93		
Australien und Ozeanien	34			0,20		

Quellen: BP Statistical Review of World Energy June 2007, Deutsche Stiftung Weltbevölkerung (2007)

AUFGABEN

1. *Berechnet, wie viel Prozent der Weltbevölkerung in der jeweiligen Region leben!*
2. *Ermittelt, wie vielen Mitschülerinnen und Mitschülern in eurer Klasse dies entspricht und tragt die Zahl in die Spalte „Personen“ ein!*
3. *Der Energieverbrauch wird mithilfe der Stühle in der Klasse dargestellt. Berechnet jetzt, wie viel Prozent des gesamten Weltenergieverbrauchs auf die Regionen entfallen und ermittelt, wie viele Stühle diesen Anteilen jeweils entsprechen!*
4. *Alle Vertreterinnen und Vertreter der jeweiligen Erdteile setzen sich jetzt auf die ihnen zustehenden Stühle.*
5. *Beurteilt das Ergebnis: Entspricht der Energieverbrauch den Bevölkerungsanteilen?*

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

PERSÖNLICHER ENERGIEVERBRAUCH UND CO_2-BILANZ

Was ist gerecht? Arbeitsblatt 3/10

„Und wenn schon“, sagen manche, „dann verbrauchen wir eben in Europa jede Menge Energie. Ist doch unsere Angelegenheit, schließlich bezahlen wir ja auch viel Geld dafür.“ Nur gibt’s da ein Problem: Energie wird heute noch überwiegend mittels Verbrennung von Erdöl, Kohle und anderen fossilen Energieträgern erzeugt. Dabei entsteht der Klimakiller CO_2. Und der macht leider nicht an der Grenze halt, sondern schädigt das Klima überall auf der Welt.

Je mehr Energie verbraucht wird, desto mehr CO_2 wird erzeugt. Weltmeister sind die Nordamerikaner. Sie erzeugen pro Kopf 19,7 t CO_2 im Jahr. Die Europäer bringen es im Schnitt auf 9 t, die Chinesen liegen derzeit bei lediglich 3,65 t. Das kann sich allerdings rasch erhöhen, was sich durch die große Zahl der Menschen in China dramatisch auf das Klima auswirken könnte.

Die privaten Haushalte, also jeder Einzelne von uns, verbrauchen Energie und sind damit für den Ausstoß einer bestimmten Menge an CO_2 verantwortlich. Aber warum ist das so viel?

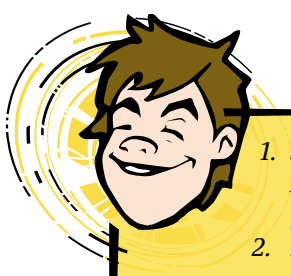
Nehmen wir doch einmal die Familie Müller. Mama, Papa, Tochter und Sohn Müller wohnen in einem Einfamilienhaus. Sie verbrauchen 2.400 Liter Heizöl im Jahr, 4.000 kWh Strom und 1.350 Liter Benzin fürs Auto. Ach ja, und den Urlaubsflug nach Teneriffa wollen wir nicht vergessen. Wie viel CO_2 haben die Müllers damit wohl verursacht? Und wie sieht es eigentlich bei uns selbst aus?

CO_2-RECHNUNG

Familie Müller Insgesamt: 16.000 kg Kohlendioxid im Jahr		**Meine Familie** Insgesamt:	
	Anteil in %	Menge CO_2	Anteil in %
1. Stromverbrauch im Haushalt	16		
2. Auto, Reisen, ÖPNV	38		
3. Heizung und Warmwasser	46		

ERLÄUTERUNGEN

1. Der Stromverbrauch ergibt sich aus der jährlichen Stromrechnung. Je kWh fallen ca. 0,6 kg CO_2 an.
2. Bei der Verbrennung von 1 Liter Benzin (9 kWh) entstehen ca. 2,3 kg CO_2. Ein Urlaubsflug auf die Kanaren schlägt für eine vierköpfige Familie mit 3 t CO_2 zu Buche.
3. In 1 Liter Heizöl oder 1 m^3 Erdgas steckt eine Energie von 10 kWh. Bei der Verbrennung dieser Menge entstehen bei Heizöl oder Diesel ca. 2,6 kg CO_2. Bei Erdgas sind es 2 kg.



AUFGABEN

1. *Schaut euch die CO_2-Rechnung der Familie Müller an. Was glaubt ihr: Sind die Anteile bei euch zu Hause ähnlich? Verbraucht ihr mehr oder weniger Energie, und erzeugt ihr damit mehr oder weniger CO_2?*
2. *Ermittelt euren persönlichen CO_2-Ausstoß! Füllt dazu die Tabelle aus und teilt das Ergebnis durch die Anzahl der Personen, die in eurem Haushalt leben!*
3. *Bei dieser Rechnung fehlen allerdings noch wichtige Bereiche. Denkt zum Beispiel einmal an die Lebensmittel oder eure Kleidung: Entsteht bei ihrer Herstellung vielleicht auch CO_2? Fallen euch noch andere Bereiche ein?*

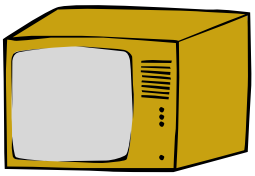
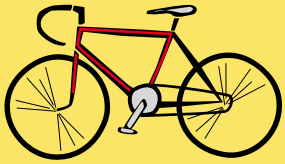
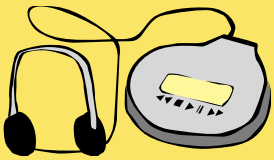
© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

SO VIEL ENERGIE VERBRAUCHE ICH DOCH GAR NICHT!

Was ist gerecht? Arbeitsblatt 4/10

Sergio aus dem Jahr 2030 will wissen, was die Freunde im Jahr 2008 so den ganzen Tag machen. Viona erzählt: „Ich lasse mich morgens von der Anlage wecken. Duschen, Haare stylen, Make-up. Klamotten raussuchen. Ein Toast und eine Tasse Tee zwischendurch. Zähne putzen nicht vergessen. Dann mit dem Rad zur Schule. Ein paar Stunden absitzen ...“ – „He he“, ruft Manuel dazwischen, „lass das mal nicht den Langweiler hören!“ –, „zwischendurch in der Pause ein Snack. Nach der Schule mit dem Rad nach Hause, umziehen, dann mit der U-Bahn zum Training. Zwei Stunden Karate, dann duschen, dann mit der U-Bahn zurück. Warmes Abendessen, Hausaufgaben am PC. Abends noch Musik hören, telefonieren, chatten, fernsehen. Am Wochenende gehe ich mit Freunden in den Club und manchmal shoppen. Den Urlaub verbringe ich noch mit meinen Eltern. Zuletzt waren wir auf Mallorca.“

DER LIFESTYLE-ENERGIECHECK

Lebensbereich	Viona	ich selbst
zu Hause 	Strom für die Stereoanlage warmes Wasser zum Duschen Strom für den Fön Strom für den Toaster heißes Wasser für den Tee	
Sport 		
Schule		
Freizeit 		

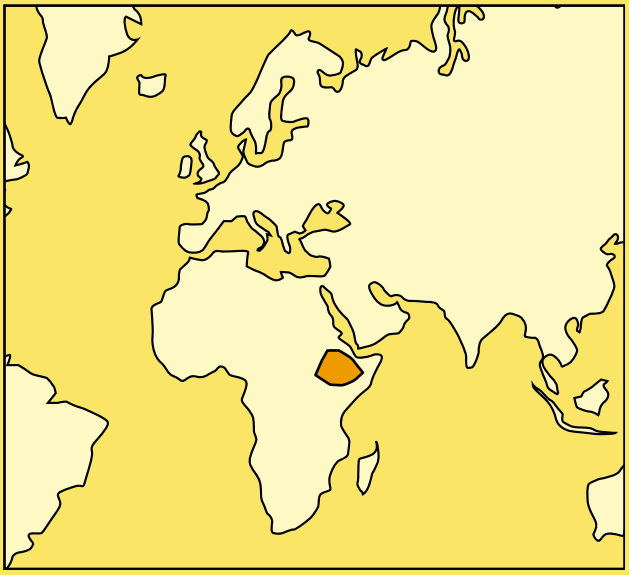
AUFGABEN

1. *Lest euch durch, wie Viona ihren Tagesablauf beschreibt! Ergänzt in der Liste, bei welchen Aktivitäten sie ebenfalls Energie verbraucht! Welche Lebensbereiche fehlen noch?*
2. *Ergänzt jetzt in der Liste eure eigenen Aktivitäten und macht den Energiecheck!*
3. *Wenn ihr Energie einsparen wollt: Auf welche Aktivitäten würdet ihr verzichten? Auf welche Aktivitäten wollt ihr auf keinen Fall verzichten? Stellt Tipps zusammen, wie man dabei trotzdem Energie einsparen könnte!*

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

ÄTHIOPIEN

Was ist gerecht? Arbeitsblatt 5/10



AUF EINEN BLICK

Fläche:
1.127.127 km²

Energieverbrauch*:
21.180

Einwohnerzahl:
76,5 Millionen

CO_2-Emissionen:**
5.070

Die Bevölkerung verdoppelt sich in 26 Jahren

Anteil der städtischen / ländlichen Bevölkerung:
16 % / 84 %

Lebenserwartung:
Frauen: 50,4 Jahre, Männer: 48,1 Jahre

Anteil der Analphabeten:
Frauen: 64,9 %, Männer: 49,7 %

Bruttoinlandsprodukt pro Kopf:
1.000 US-Dollar (geschätzt)

Rang auf der Entwicklungsliste der Uno:
169 von 177

FAMILIE GETU

Familienmitglieder:
7

Größe der Wohnung:
30 m²

Arbeitszeit pro Woche:
80 Std. (Vater), 126 Std. (Mutter)

Zahl der
Radios: 1 (Batterien leer),
Telefone: 0, **Fernsehgeräte:** 0, **Autos:** 0

Der wertvollste Besitz:
Ochsen (für Vater und Mutter)

Sehnlichster Wunsch:
mehr Nutztiere, Kleider zum Wechseln, besseres Saatgut, Ackergerät, Frieden im Land und in der Welt

BEISPIELE AUS DEM BESITZ DER FAMILIE

Korb, Mörser und Stößel, Bratpfannen (2), Kunststoffbehälter (einer für Kaffeebohnen, einer für Wasser), eiserne Bratbestecke, Dose mit Salz, Schüssel und Teller, tönerner Kochtopf, Holzkiste mit Kleidung, Kürbisstopf mit Butter, Körbe (3), Blechdosen (2, dienen als Trinkgefäße), Ochsen (2, einer mit Joch), Tisch mit Korb, flacher Servierkorb, Tontopf, Halfter (für das Pferd), Bett, Korb mit Deckel, Huhn (eins von insgesamt 8), Kaffeeservice, Teekessel, Tablett, teilweise fertig gestellter Korb, tönerner Wasserkrug, Schaf mit Lamm, Pferd (eins von 3), Rinderfell (dient als Decke), Regenschirm (hängt am Haus), Pferch mit Rindern (5)

* in tausend Tonnen Erdöleinheiten, 2004
** in tausend Tonnen CO_2, 2004

Quellen: CIA-WorldFactbook, IEA, Deutsche Stiftung Weltbevölkerung

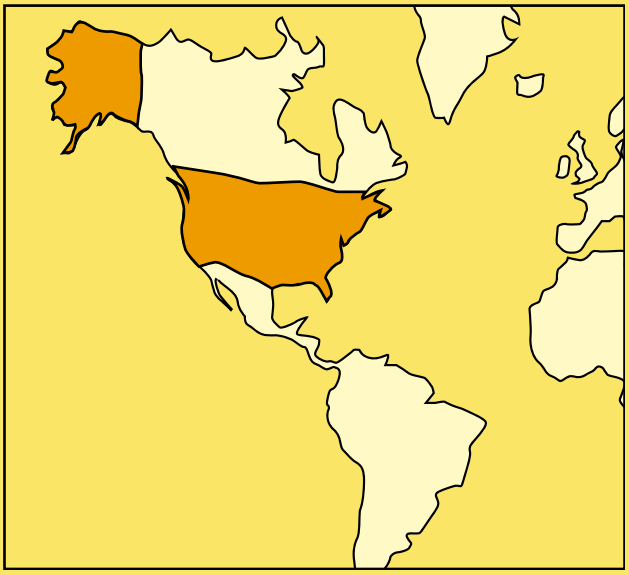
AUFGABEN

1. *Welche aktuellen Nachrichten könnt ihr in der Zeitung, im Fernsehen oder im Internet über dieses Land finden?*
2. *Was erfahrt ihr über die Lebensweise dieser Familie? Wie beurteilt ihr den Energieverbrauch dieser Familie? Begründet eure Meinung!*
3. *Vergleicht mit der Lebenssituation in Deutschland!*

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

USA

Was ist gerecht? Arbeitsblatt 6/10



AUF EINEN BLICK

Fläche:
9.529.063 km²

Energieverbrauch*:
2.325.890

Einwohnerzahl:
302,2 Millionen

CO_2-Emissionen:**
5.799.970

Die Bevölkerung verdoppelt sich in 78 Jahren

Anteil der städtischen / ländlichen Bevölkerung:
79 % / 21 %

Lebenserwartung:
Frauen: 81,0 Jahre, Männer: 75,2 Jahre

Anteil der Analphabeten:
Frauen: 4,7 %, Männer: 4,3 %

Bruttoinlandsprodukt pro Kopf:
43.800 US-Dollar

Rang auf der Entwicklungsliste der Uno:
12 von 177

FAMILIE SKEEN

Familienmitglieder:
4

Größe der Wohnung:
148,6 m²

Arbeitszeit pro Woche:
40 Std. (Vater), 20 Std. (Mutter, Hausarbeit nicht mitgerechnet)

Zahl der
Radios: 3, **Telefone:** 5, **Stereoanlagen:** 3, **Fernsehgeräte:** 2, **Videorecorder:** 1, **Computer:** 1, **Autos:** 3

Der wertvollste Besitz:
Bibel (für Vater und Mutter)

Sehnlichster Wunsch:
Werkzeug, neuer Teppich, Wohnmobil

BEISPIELE AUS DEM BESITZ DER FAMILIE

Haushund Lucky, Nähmaschine (Antiquität), Schrank mit Fernsehgerät, Tisch mit Stereoanlage, Boxen (4), Fahrräder, Computer und Computerschrank, Autos (3), Strandbuggy, Werkzeuge und Gartengeräte (in der Garage), Jagdtrophäen (2), Puppenhaus, Kühlschrank, Schreibtisch mit Stuhl, Spielzeugeisenbahn, Tisch mit Fernsehgerät, Wäschetrockner, Küchenmaschinen, Herd mit Topf und Handtüchern (2), Waschmaschine, Kaffeemaschine, Toaster, Geschirrspülmaschine, Mikrowellengerät, Bügelbrett und Bügeleisen, Klavier und Klavierbank, Nähmaschine mit Stuhl und Handarbeitskorb

* in tausend Tonnen Erdöleinheiten, 2004
** in tausend Tonnen CO_2, 2004

Quellen: CIA-WorldFactbook, IEA, Deutsche Stiftung Weltbevölkerung

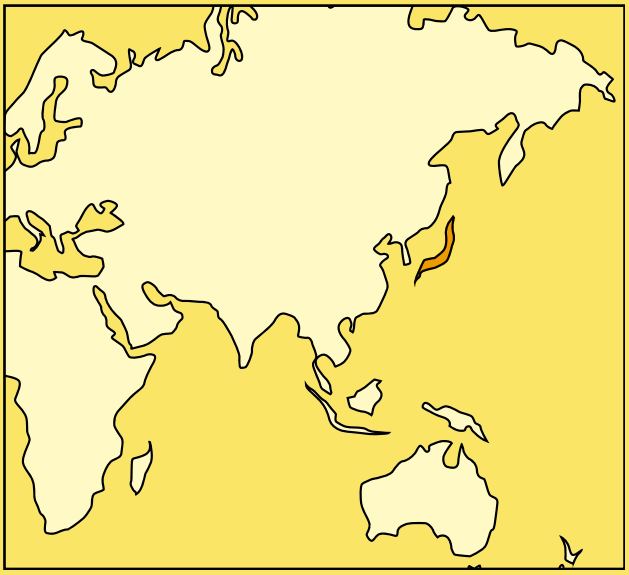
AUFGABEN

1. *Welche aktuellen Nachrichten könnt ihr in der Zeitung, im Fernsehen oder im Internet über dieses Land finden?*
2. *Was erfahrt ihr über die Lebensweise dieser Familie? Wie beurteilt ihr den Energieverbrauch dieser Familie? Begründet eure Meinung!*
3. *Vergleicht mit der Lebenssituation in Deutschland!*

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

JAPAN

Was ist gerecht? Arbeitsblatt 7/10



AUF EINEN BLICK

Fläche:
377.750 km²

Energieverbrauch*:
533.200

Einwohnerzahl:
127,4 Millionen

CO_2-Emissionen:**
1.214.990

Die Bevölkerung verdoppelt sich in 100 Jahren

Anteil der städtischen / ländlichen Bevölkerung:
79 % / 21 %

Lebenserwartung:
Frauen: 85,6 Jahre, Männer: 78,7 Jahre

Anteil der Analphabeten:
unter 5 %

Bruttoinlandsprodukt pro Kopf:
33.100 US-Dollar

Rang auf der Entwicklungsliste der Uno:
8 von 177

FAMILIE UKITA

Familienmitglieder:
4

Größe der Wohnung:
132 m²

Arbeitszeit pro Woche:
40 Std. (Vater), 60 Std. (Mutter, im Haushalt)

Zahl der
Radios: 3, **Telefone:** 1, **Fernsehgeräte:** 1, **Videorecorder:** 1, **Mikrowellengeräte:** 1, **Computer:** 1, **Fahrräder:** 3, **Autos:** 1

Der wertvollste Besitz:
ein Ring von der Großmutter (für Vater), Keramik vom Großvater (für Mutter)

Sehnlichster Wunsch:
größeres Haus und Zweitwohnung oder Haus (zum Vermieten)

BEISPIELE AUS DEM BESITZ DER FAMILIE

Einrad, Regale (3) mit Büchern, Puppen, Auto (Kleinbus), Koffer (2, auf dem Auto), Kommoden (2) mit Videospielgerät, elektrisches Klavier mit Bank und Büchern, Schuhe (27 Paar, 1 Paar Rollschuhe), Tauchermaske, Schnorchel, Kühlbox, Kühlschrank, Beistelltisch mit Thermoskanne, Reiskocher, Telefon, Fernsehgerät, Mikrowellengerät, Grill-Toaster, Flaschen, Feuerlöscher (an der Wand), Hundehütte (auf der Treppe), Hund (heißt Izumaru), Videokassetten, Spielzeug, Waschmaschine und Wäschetrockner, Wasch- und Putzmittel (im Korb vor der Waschmaschine), Skateboards (2), Fahrräder (3)

* in tausend Tonnen Erdöleinheiten, 2004

** in tausend Tonnen CO_2, 2004

Quellen: CIA-WorldFactbook, IEA, Deutsche Stiftung Weltbevölkerung

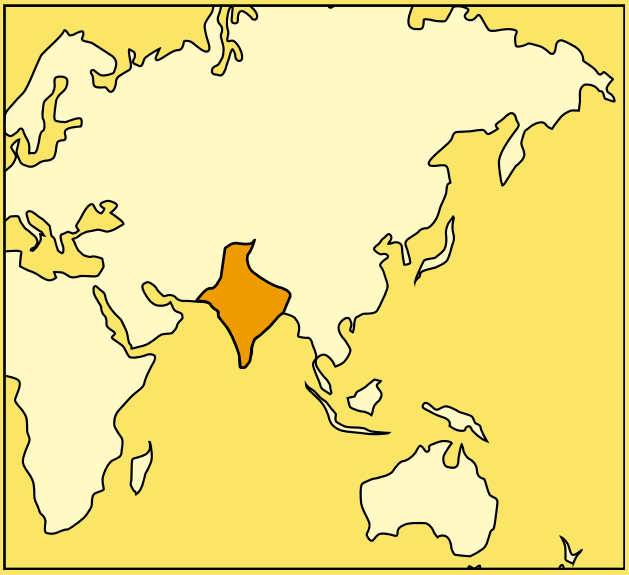
AUFGABEN

1. *Welche aktuellen Nachrichten könnt ihr in der Zeitung, im Fernsehen oder im Internet über dieses Land finden?*
2. *Was erfahrt ihr über die Lebensweise dieser Familie? Wie beurteilt ihr den Energieverbrauch dieser Familie? Begründet eure Meinung!*
3. *Vergleicht mit der Lebenssituation in Deutschland!*

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

INDIEN

Was ist gerecht? Arbeitsblatt 8 /10



AUF EINEN BLICK

Fläche:
3.165.594 km²

Energieverbrauch*:
572.850

Einwohnerzahl:
1.130 Millionen

CO_2-Emissionen:**
1.102.810

Die Bevölkerung verdoppelt sich in 44 Jahren

Anteil der städtischen / ländlichen Bevölkerung:
28 % / 72 %

Lebenserwartung:
Frauen: 71,2 Jahre, Männer: 66,3 Jahre

Anteil der Analphabeten:
Frauen: 52,2 %, Männer: 26,6 %

Bruttoinlandsprodukt pro Kopf:
3.800 US-Dollar

Rang auf der Entwicklungsliste der Uno:
128 von 177

FAMILIE YADEV

Familienmitglieder:
6

Größe der Wohnung:
32 m²

Arbeitszeit pro Woche:
56 Std. (Vater, wenn er Arbeit findet),
84 Std. (Mutter, ausschließlich im Haushalt)

Zahl der
Radios: 0, **Telefone:** 0, **Fernsehgeräte:** 0,
Videorecorder: 0, **Fahrräder:** 1, **Autos:** 0

Der wertvollste Besitz:
Farbdrucke von Hindugöttern (für Vater), Statuen von Gottheiten der Macht und Stärke, die Heim und Familie schützen (für Mutter)

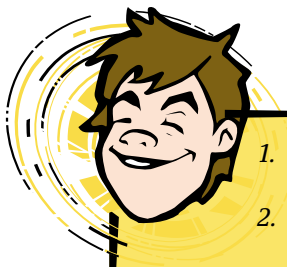
Sehnlichster Wunsch:
eine oder zwei Milchkühe

BEISPIELE AUS DEM BESITZ DER FAMILIE

Holzstuhl mit Dosen (3) für Gewürze, Metallkiste für Dokumente, Bilder und Wertgegenstände, Leiter, hölzerne Gewichte (4, werden beim Ringkampftraining benutzt), Bett (dient tagsüber als Sofa), Bilder von Hindugottheiten (3), Brennholz (rechts neben der Tür), Fahrrad (nicht funktionstüchtig), Metallgefäße (7), Kelche (2), Tabletts (4)

* in tausend Tonnen Erdöleinheiten, 2004
** in tausend Tonnen CO_2, 2004

Quellen: CIA-WorldFactbook, IEA, Deutsche Stiftung Weltbevölkerung



AUFGABEN

1. *Welche aktuellen Nachrichten könnt ihr in der Zeitung, im Fernsehen oder im Internet über dieses Land finden?*
2. *Was erfahrt ihr über die Lebensweise dieser Familie? Wie beurteilt ihr den Energieverbrauch dieser Familie? Begründet eure Meinung!*
3. *Vergleicht mit der Lebenssituation in Deutschland!*

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

MEXIKO

Was ist gerecht? Arbeitsblatt 9 /10

AUF EINEN BLICK

Fläche:
1.958.201 km²

Energieverbrauch*:
165.480

Einwohnerzahl:
108,7 Millionen

CO_2-Emissionen:**
373.680

Die Bevölkerung verdoppelt sich in 60 Jahren

Anteil der städtischen / ländlichen Bevölkerung:
75 % / 25 %

Lebenserwartung:
Frauen: 78,6 Jahre, Männer: 72,8 Jahre

Anteil der Analphabeten:
Frauen: 10,4 %, Männer: 7,6 %

Bruttoinlandsprodukt pro Kopf:
10.700 US-Dollar

Rang auf der Entwicklungsliste der Uno:
52 von 177

FAMILIE CASTILLO BALDERAS

Familienmitglieder:
6

Größe der Wohnung:
65 m²

Arbeitszeit pro Woche:
36 Std. (Vater, Gelegenheitsarbeiten nicht mitgerechnet), 60 Std. (Mutter, im Haushalt)

Zahl der
Stereoanlagen: 2, **Telefone:** 0, **Fernsehgeräte:** 1, **Videorecorder:** 1, **Autos:** 0

Der wertvollste Besitz:
Fernsehgerät (für die ganze Familie), Stereoanlage (für Vater), Bibel (für Mutter), Fahrrad (für älteren Sohn)

Sehnlichster Wunsch:
Kleinlaster

BEISPIELE AUS DEM BESITZ DER FAMILIE

Spielzeugpistole, Fernsehgerät, Schrank mit Kleidung, Topfpflanzen (10), Stereoanlage, Tisch mit künstlichen Blumen, Ventilator, Lichtbogenschweißgerät (auf der Mauer), Kühlschrank mit Schale, Mixer, Wasserflaschen (2), Waschmaschine, Stereoboxen (2), Regal mit Stereoanlage, Tonbändern und Langspielplatten, Schrank mit Geschirr, Bücherregal mit Mütze und Vase, Regal mit Musikkassetten, Wanduhren (2), Schutzmaske zum Schweißen, Herd mit Töpfen und Pfannen, Schrank mit Bügeleisen, Küchenutensilien und Vorräten, Kommode mit Kosmetikartikeln, Betten (3), Spielsachen, Wäscheleine mit Wäsche, Fahrräder (3), Hund Teri

* in tausend Tonnen Erdöleinheiten, 2004
** in tausend Tonnen CO_2, 2004

Quellen: CIA-WorldFactbook, IEA, Deutsche Stiftung Weltbevölkerung

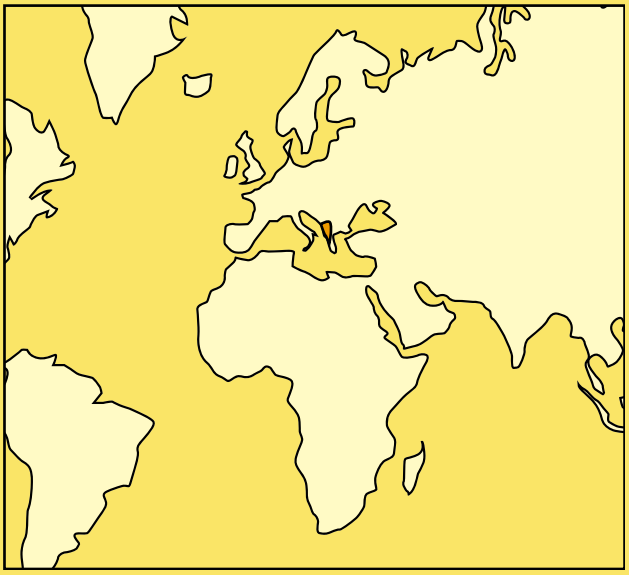
AUFGABEN

1. *Welche aktuellen Nachrichten könnt ihr in der Zeitung, im Fernsehen oder im Internet über dieses Land finden?*
2. *Was erfahrt ihr über die Lebensweise dieser Familie? Wie beurteilt ihr den Energieverbrauch dieser Familie? Begründet eure Meinung!*
3. *Vergleicht mit der Lebenssituation in Deutschland!*

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

ALBANIEN

Was ist gerecht? Arbeitsblatt 10 /10



AUF EINEN BLICK

Fläche:
28.748 km²

Energieverbrauch*:
2.370

Einwohnerzahl:
5,6 Millionen

CO_2-Emissionen:**
4.850

Die Bevölkerung verdoppelt sich in 131 Jahren

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

Lebenserwartung:
Frauen: 80,5 Jahre, Männer: 75,0 Jahre

Anteil der Analphabeten:
Frauen: 12 %, Männer: 4,5 %

Bruttoinlandsprodukt pro Kopf:
5.700 US-Dollar

Rang auf der Entwicklungsliste der Uno:
68 von 177

FAMILIE CAKONI

Familienmitglieder:
6

Größe der Wohnung:
48 m²

Arbeitszeit pro Woche:
84 Std. (Erwachsene), 21-28 Std. (Kinder)

Zahl der
Radios: 1, **Telefone:** 0, **Fernsehgeräte:** 1, **Autos:** 0

Der wertvollste Besitz:
Fernsehgerät (für Vater, Mutter, Kinder)

Sehnlichster Wunsch:
?

BEISPIELE AUS DEM BESITZ DER FAMILIE

Esel mit Sattel, Butterfässer (3), landwirtschaftliche Geräte, Tisch mit Stühlen (4), Geschirr und Pfeffermühle, Schrank mit Gemüse, Hahn, Schüssel und Bottich, Haus (von Hajdar Cakoni gebaut), Tabak (an der Hauswand), Stall für Ziegen und Hühner (hinter dem Haus), Ziegen (6), Schafe (2), Bett, Babybett, Kommode mit Fernsehgerät, Radio und Spielsachen, Mandoline, Sofa, Teppich, Kalb

* in tausend Tonnen Erdöleinheiten, 2004
** in tausend Tonnen CO_2, 2004

Quellen: CIA-WorldFactbook, IEA, Deutsche Stiftung Weltbevölkerung

AUFGABEN

1. *Welche aktuellen Nachrichten könnt ihr in der Zeitung, im Fernsehen oder im Internet über dieses Land finden?*
2. *Was erfahrt ihr über die Lebensweise dieser Familie? Wie beurteilt ihr den Energieverbrauch dieser Familie? Begründet eure Meinung!*
3. *Vergleicht mit der Lebenssituation in Deutschland!*

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

ENERGIENETZ DER ZUKUNFT

ERNEUERBARE ENERGIEN WELTWEIT

ENERGIENETZ DER ZUKUNFT

Viona, Manuel und Aysche schauen sich die Erde von oben an. Von ganz oben. Sie sind auf der Internationalen Raumstation und helfen dem Team dort, ganz neue Möglichkeiten für die Energieversorgung der Erde zu entwickeln. Denn das ist ja das Tolle an den erneuerbaren Energien wie Wind, Sonne, Wasser und Co.: Irgendwann scheint an jedem Ort der Erde mal die Sonne, und Wind gibt's auch überall. Und auch Wasser ist ziemlich viel da; fast 70 Prozent der Erdoberfläche sind davon bedeckt. Von Erdwärme und Biomasse ganz zu schweigen. Alles in allem jede Menge natürliche Energie. Okay, nicht immer und nicht überall. Aber wenn die Menschen diese Menge Energie nutzen könnten, wäre das ein Riesenfortschritt bei der Rettung des Klimas. Denn wir erzeugen heute fast die gesamte Energie für Strom und Wärme, indem wir Kohle, Öl und Erdgas verbrennen und dabei den Klimakiller CO_2 in die Luft blasen. Es ist höchste Zeit, hier etwas anders zu machen: Vor allem dürfen erst einmal die Industrieländer nicht mehr so viel Energie verbrauchen wie bisher. Und dann müsste man viel mehr aus den erneuerbaren Energien aus Wind, Sonne, Wasser und Co. machen.

Und genau deshalb lautet euer Forschungsauftrag: Wie könnte ein weltweites Energieversorgungssystem mit erneuerbaren Energien aussehen? Welche Vorteile hätte es gegenüber dem heutigen System?

Auf den folgenden Arbeitsblättern findet ihr jede Menge Satellitenaufnahmen, die unsere Freunde auf der Internationalen Raumstation gemacht haben. Mit den Superrechnern dort haben sie auch Zugriff auf Datenbanken, in denen sie Informationen gefunden haben, wie stark die erneuerbaren Energien heute genutzt werden oder in der Zukunft genutzt werden könnten.

Und jetzt seid ihr dran: Entwickelt das weltweite Energiesystem der Zukunft!

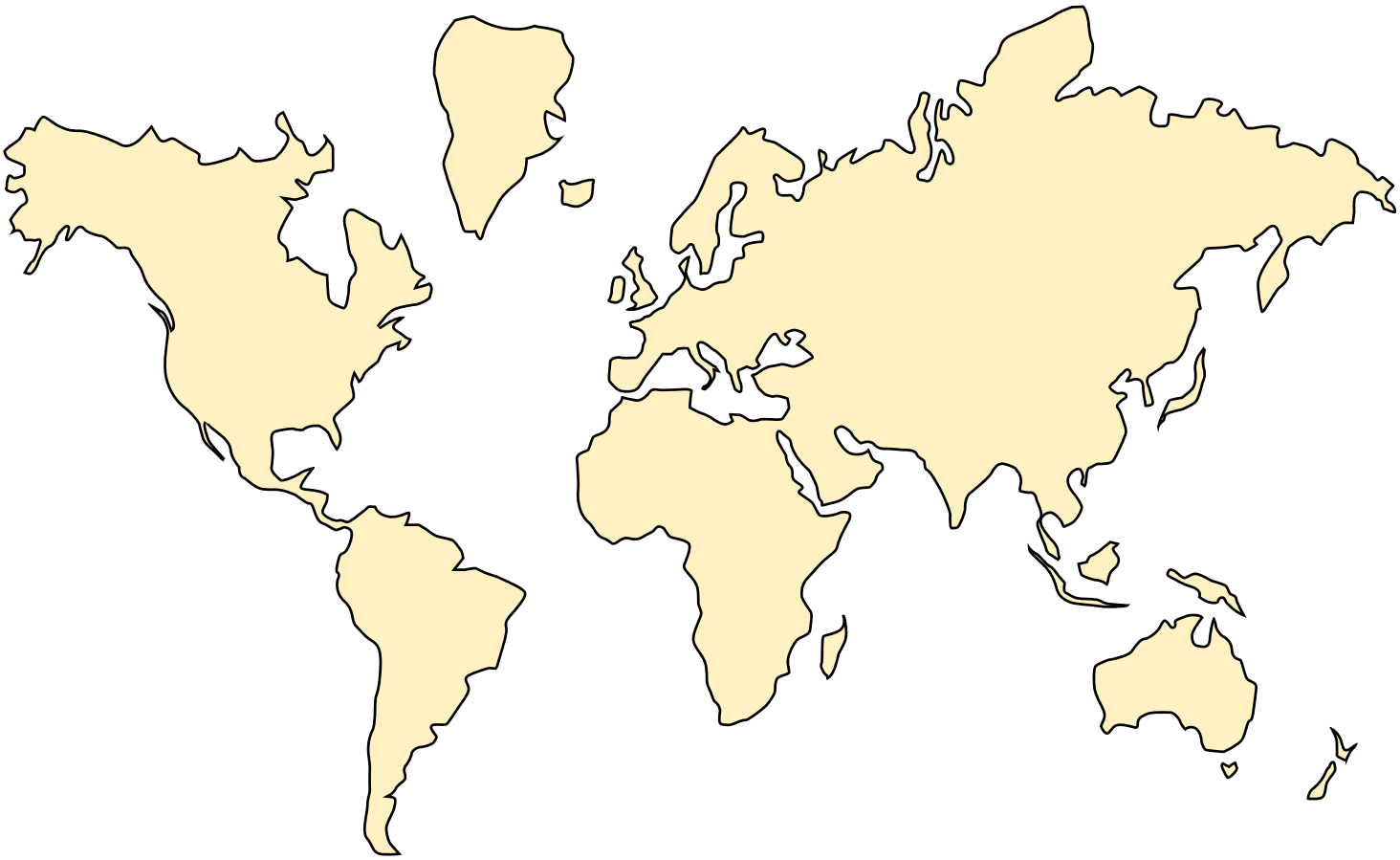
AUFGABEN

1. *Erforscht, wie die einzelnen erneuerbaren Energieträger weltweit verfügbar sind!*
2. *Findet heraus, wo auf der Erde die meiste Energie verbraucht wird!*
3. *Stellt eure Erkenntnisse zusammen und entwerft ein weltweites Versorgungsnetz für erneuerbare Energien! Welche Vorteile hätte dieses Netz gegenüber der heutigen Situation?*

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

UNSERE WELT

Energienetz der Zukunft Arbeitsblatt 2/8



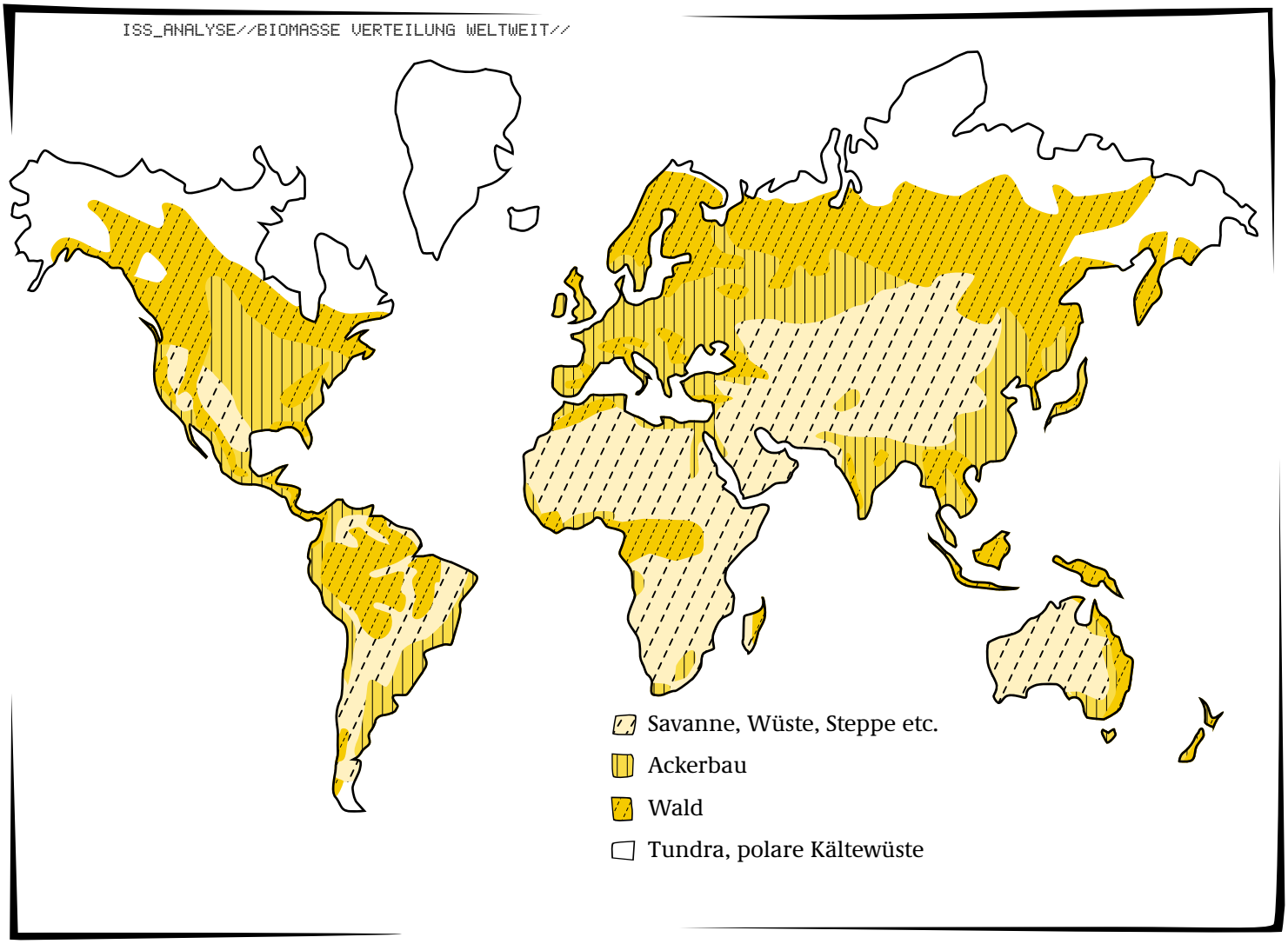
AUFGABEN

1. *Nutzt diese Karte als Vorlage für eine große Wandkarte oder tragt direkt hier ein, in welchen Gebieten der Welt die erneuerbaren Energieträger Sonne, Wind, Wasserkraft, Biomasse und Erdwärme besonders gut verfügbar sind!*
2. *Tragt ebenfalls ein, wie viel Energie damit erzeugt werden könnte!*
3. *Tragt zum Vergleich ein, wie viel Energie heute in den verschiedenen Regionen der Welt verbraucht wird!*
4. *Wo wird am meisten, wo wird am wenigsten Energie verbraucht? Woran könnte das liegen?*
5. *Entwerft ein Netzwerk, mit dem in der Zukunft die Regionen, in denen am besten erneuerbare Energien gewonnen werden, mit den Regionen verbunden werden, die die meiste Energie verbrauchen!*
6. *Welche Vorteile hätte dieses Netzwerk gegenüber dem heutigen System?*

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

BIOMASSE

Energienetz der Zukunft Arbeitsblatt 3/8



ENERGIE AUS BIOMASSE

in EJ/a	mögliche Nutzung	tatsächliche heutige Nutzung
Nordamerika	19,9	3,1
Mittel- und Südamerika	21,5	2,6
Asien mit Ozeanien	21,4	23,2
Afrika	21,4	8,3
Europa	8,9	2,0

Quelle: Kaltschmidt/Hartmann (Hrsg.): Energie aus Biomasse, Berlin 2000

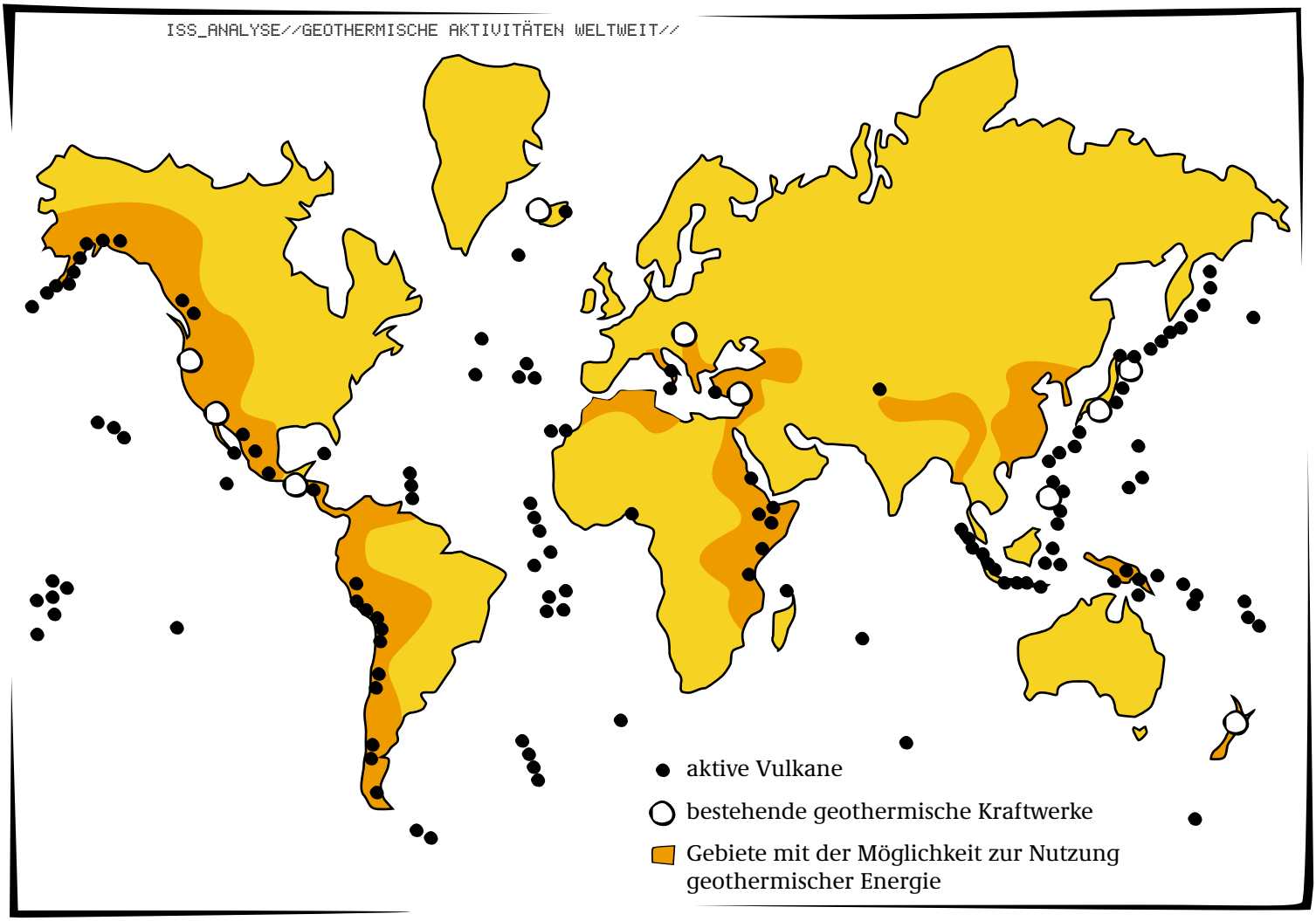
AUFGABEN

1. *Was versteht man unter Biomasse und wie kann sie zur Erzeugung von Energie genutzt werden?*
2. *Findet auf dem Satellitenbild die Regionen, in denen viel Biomasse vorhanden ist!*
3. *In der Tabelle ist angegeben, wie viel Energie in den einzelnen Regionen der Welt mit Biomasse erzeugt werden könnte. Vergleicht diese Angaben mit der tatsächlichen heutigen Energieerzeugung aus Biomasse: Wo wird das mögliche Potenzial am besten ausgenutzt? Woran könnte das liegen? Was fällt euch an den Zahlen für Asien auf? Was könnte der Grund sein?*

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

ERDWÄRME

Energienetz der Zukunft Arbeitsblatt 4/8



POWER AUS DER TIEFE: WELTWEITE NUTZUNG VON ERDWÄRME (2000)

in GWh	Stromerzeugung	Wärmenutzung
Nordamerika	21.151,0	7.012,9
Mittelamerika	2.190,9	37,6
Südamerika	0	218,1
Asien	17.509,5	24.415,2
Afrika	396,5	503,4
Europa	5.744,6	18.904,1
Ozeanien	2.268,9	2.064,7

Quelle: Geothermische Vereinigung e.V., 2003

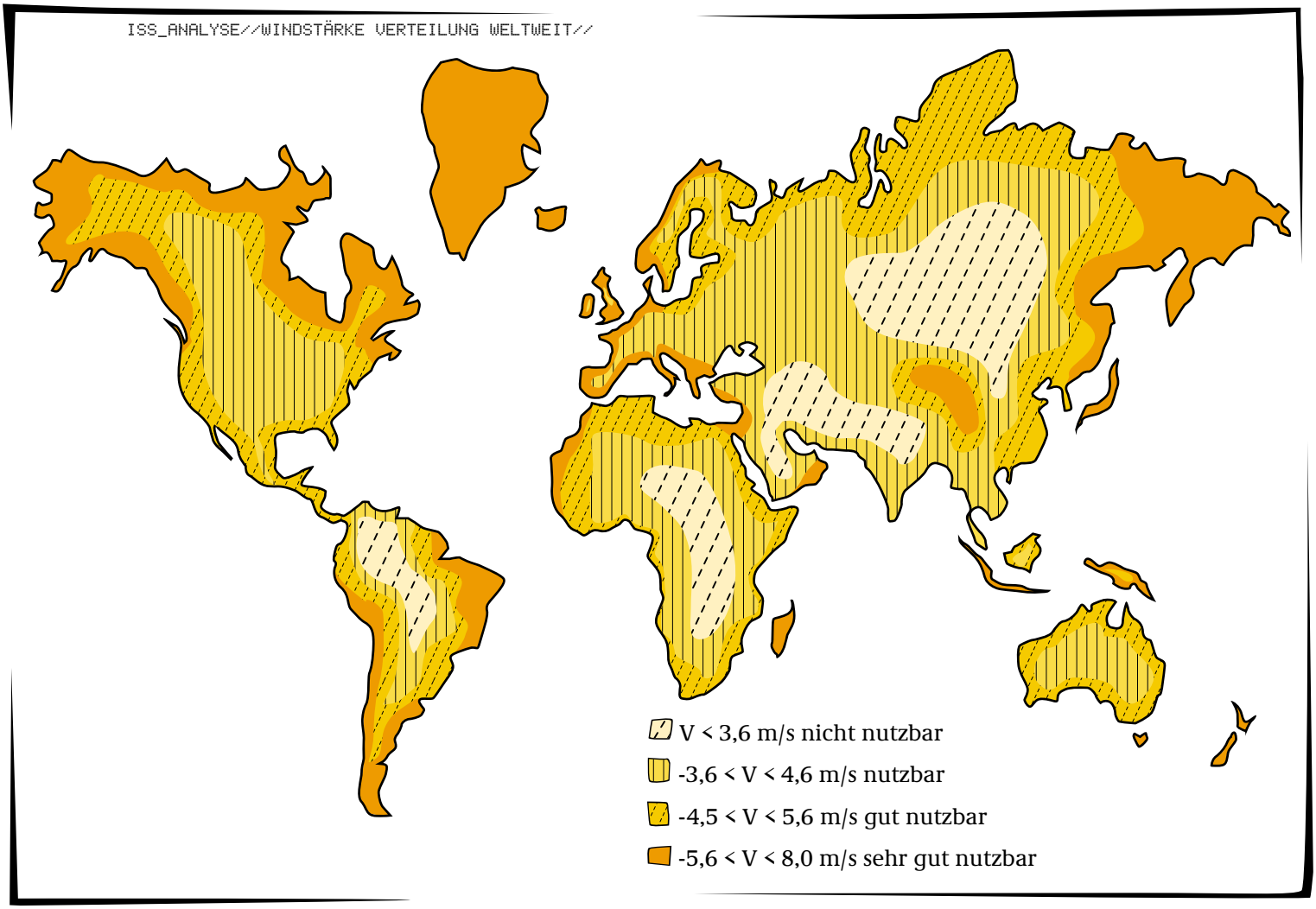
AUFGABEN

1. *Was versteht man unter Erdwärme und wie kann sie zur Erzeugung von Energie genutzt werden?*
2. *Findet auf der Karte die Regionen, in denen die Möglichkeiten zur Nutzung der Erdwärme besonders gut sind!*
3. *In der Tabelle ist angegeben, wie viel Energie in den einzelnen Regionen der Welt heute mit Erdwärme erzeugt wird. Wo wird das Potenzial noch sehr wenig genutzt? Woran könnte das liegen?*

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

WINDENERGIE

Energienetz der Zukunft Arbeitsblatt 5/8



VOLL DURCHDREHEN: WELTWEITE STROMERZEUGUNG AUS WINDENERGIE 1999 IN GWh

in GWh	tatsächliche Nutzung
Nordamerika	4.771
Mittel- und Südamerika	110
Asien mit Ozeanien	2.866
Afrika	31
Europa	17.176

Quelle: DLR, ZSW, 2000

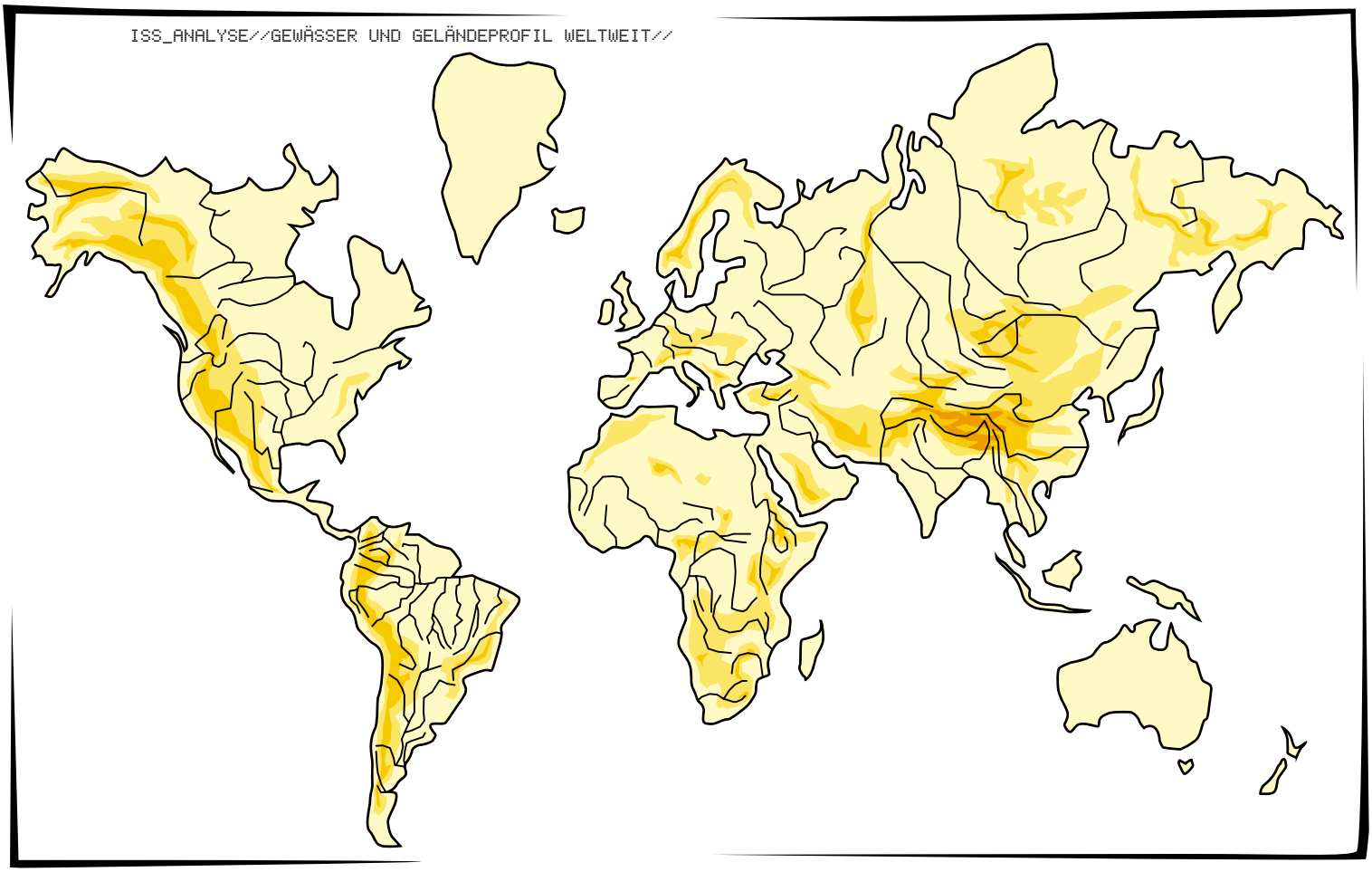
AUFGABEN

1. *Was versteht man unter Windkraft und wie kann sie zur Erzeugung von Energie genutzt werden?*
2. *Findet auf der Karte die Regionen, in denen die Möglichkeiten zur Nutzung der Windkraft besonders gut sind!*
3. *In der Tabelle ist angegeben, wie viel Energie in den einzelnen Regionen der Welt heute mit Windkraft erzeugt wird. Wo wird die Windenergie am wenigsten genutzt? Was könnte der Grund sein?*

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

WASSERKRAFT

Energienetz der Zukunft Arbeitsblatt 6/8



ENERGIE IM (ÜBER-)FLUSS: WASSERKRAFTPOTENZIAL WELTWEIT

in GWa/a	mögliche Nutzung	tatsächliche Nutzung
Nordamerika	354	65
Mittel- und Südamerika	434	28
Asien	605	26
Afrika	354	8
Westeuropa	160	57
Osteuropa	251	39
Ozeanien	46	5
Grönland	76	0

Quelle: DLR, ZSW, 2000

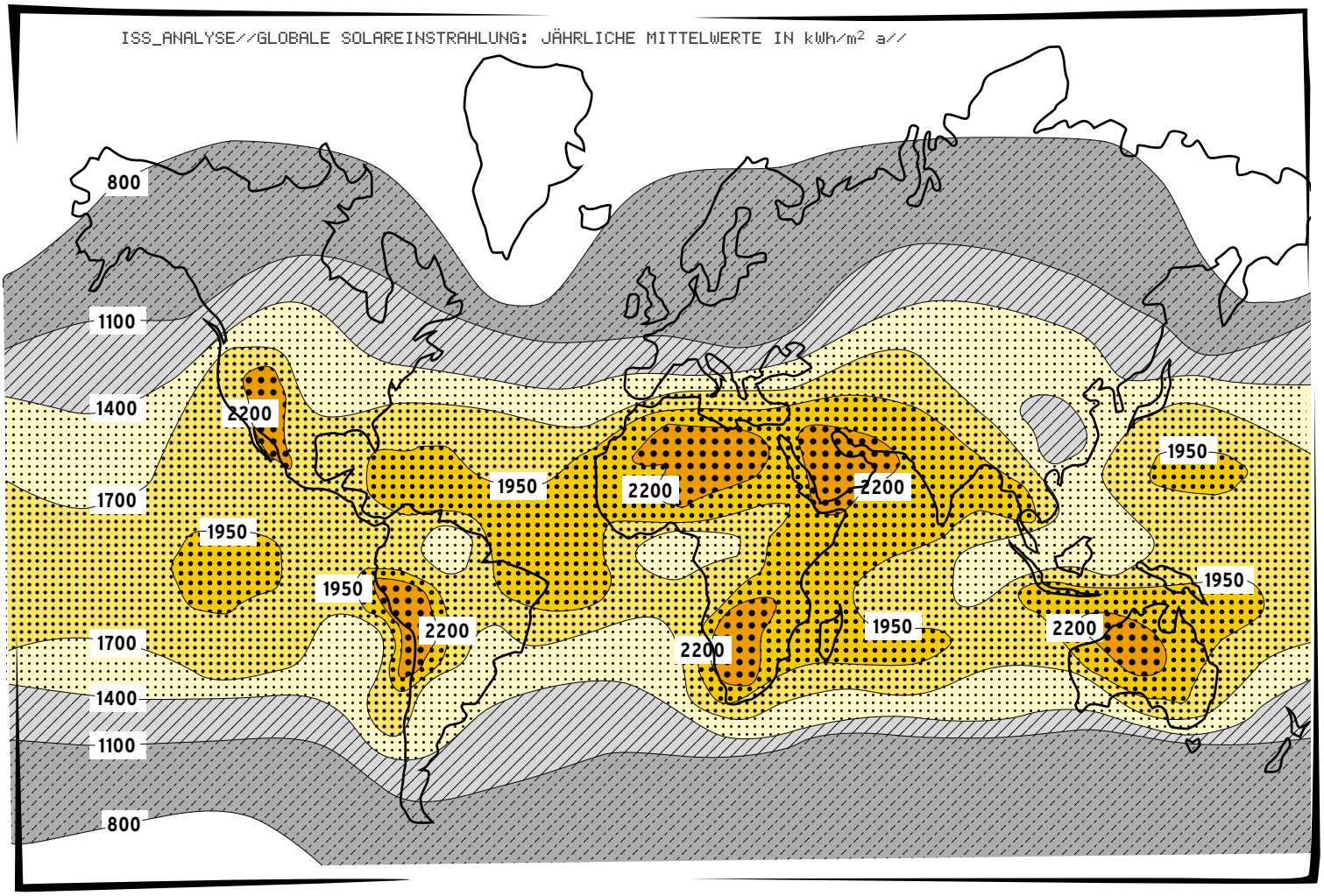
AUFGABEN

1. *Was versteht man unter Wasserkraft und wie kann sie zur Erzeugung von Energie genutzt werden?*
2. *Findet auf der Karte die Regionen, in denen die Möglichkeiten zur Nutzung der Wasserkraft besonders gut sind!*
3. *In der Tabelle ist angegeben, wie viel Energie in den einzelnen Regionen der Welt heute mit Wasserkraft erzeugt wird. Wo werden die Möglichkeiten am wenigsten ausgeschöpft? Woran könnte das liegen?*

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

SOLARTHERMIE

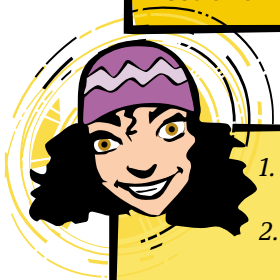
Energienetz der Zukunft Arbeitsblatt 7/8



STROM AUS DER SONNE: FOTOVOLTAIKANLAGEN WELTWEIT

in kWp	1999	2001
USA	117.300	167.800
Mexiko	12.992	14.972
Argentinien	5.000	k. A.
Westeuropa	145.979	305.959
Marokko	3.000	k. A.
Indien	44.000	k. A.
Japan	208.600	452.230
Australien	25.320	33.580

Quelle: IEA, 2002



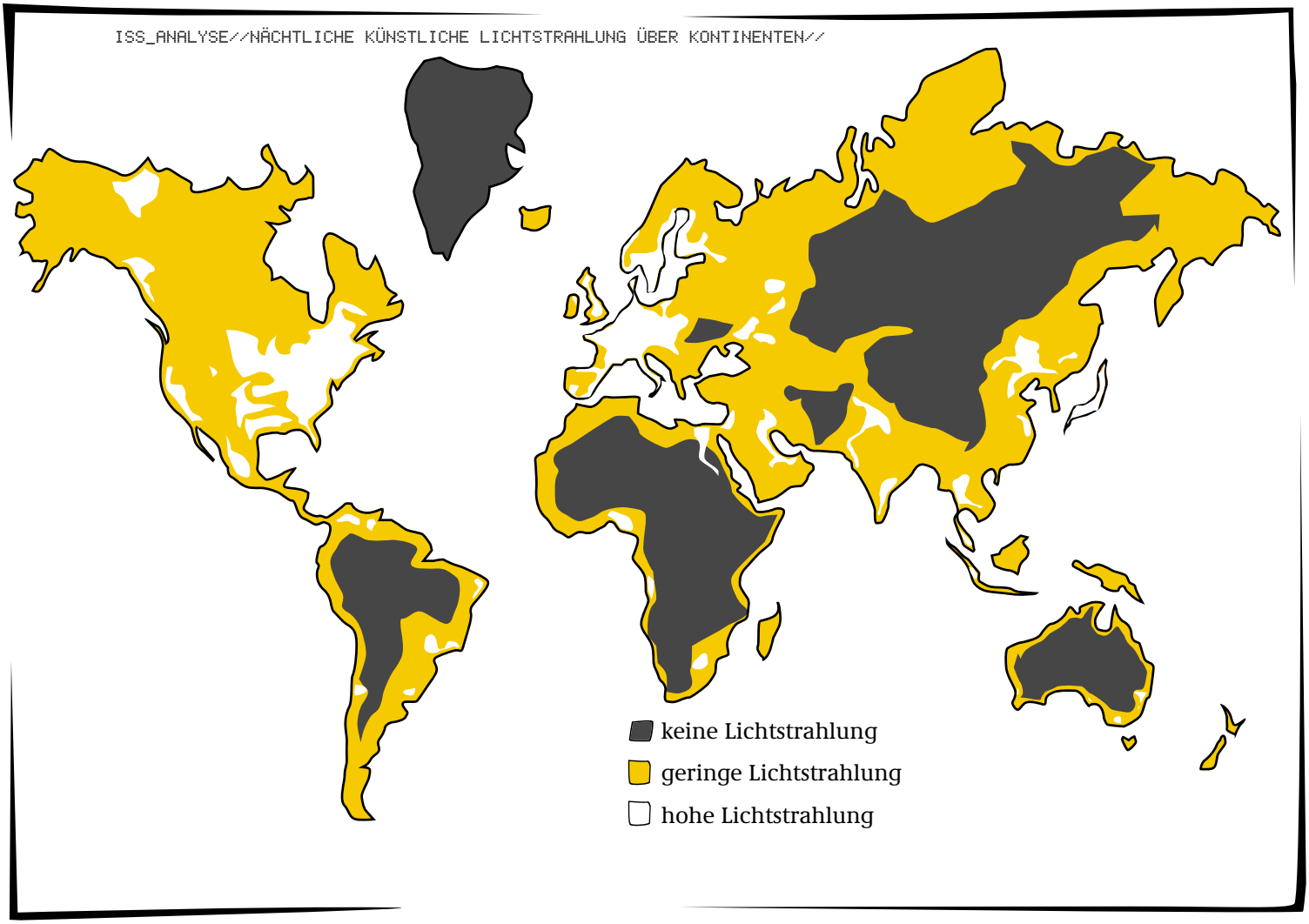
AUFGABEN

1. *Was versteht man unter Sonnenenergie und wie kann sie in elektrische oder Wärmeenergie umgewandelt werden?*
2. *Findet auf der Karte die Regionen, die zur Nutzung der Sonnenenergie (durch Fotovoltaikanlagen) besonders gut geeignet sind!*
3. *In der Tabelle ist angegeben, wie viel Leistung in einzelnen Ländern der Welt heute installiert ist, um mit Hilfe von Fotovoltaikanlagen Strom zu erzeugen. Markiert die Länder auf der Weltkarte! Was stellt ihr fest? Wo wird die Sonnenenergie am besten, wo am wenigsten genutzt? Was könnten die Gründe sein?*

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

ENERGIEVERBRAUCH

Energienetz der Zukunft Arbeitsblatt 8/8



ENERGIEHUNGER: SO VIEL ENERGIE WURDE 2001 WELTWEIT VERBRAUCHT

in EJ	Energieverbrauch
Nordamerika	102,4
Mittel- und Südamerika	13,3
Asien und Australien	97,8
Afrika	10,7
Europa	71,8
Naher Osten	15,2
ehemalige Sowjetunion	34,7

Quelle: BMWA 2001

AUFGABEN

1. *Benennt auf der Karte die Regionen, in denen besonders viel und besonders wenig Licht abgestrahlt wird! Versucht, die Regionen den Kategorien „Industrieländer“ und „Entwicklungsländer“ zuzuordnen!*
2. *Vergleicht mit den Angaben in der Tabelle: Gibt es einen Zusammenhang zwischen Lichterzeugung und Energieverbrauch?*
3. *Wo könnte zukünftig der Energieverbrauch noch zunehmen?*

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

DIE SUPERSTARS DER ERNEUERBAREN ENERGIEN

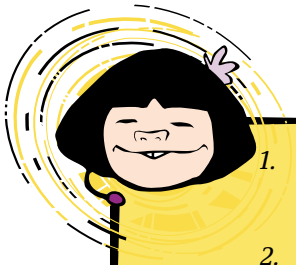
WER HAT DIE VISIONEN FÜR DIE ZUKUNFT?

DIE SUPERSTARS DER ERNEUERBAREN ENERGIEN

Saranchimeg und Sergio zeigen ihren neuen Freunden ihre Schule im Jahr 2030. Viona, Manuel und Aysche fällt auf, dass in den Fußboden große Sterne eingelassen sind, die zu leuchten beginnen, wenn man darüber geht. „Das ist unser ‚Walk of Fame' der erneuerbaren Energien", erklärt Saranchimeg. „Hier kriegen die Superstars unserer Energie-AG einen Stern – so ähnlich wie die Filmstars in Hollywood." „Moment mal", sagt Sergio, „einige von denen müsstet ihr doch kennen! Die haben ihre Superleistungen doch genau in eurer Zeit vollbracht!" „Ja, genau", ergänzt Saranchimeg. „Bitte erzählt uns etwas über sie!"

„Tja, also …", stottert Manuel. „Sagt bloß, ihr kennt sie nicht?!", wundert sich Sergio.

Könnt ihr den Freunden helfen und etwas über Menschen herausfinden, die in unserer Zeit etwas Tolles für die erneuerbaren Energien geleistet haben?



AUFGABEN

1. *Sucht euch einen Superstar der erneuerbaren Energien und stellt ihn bzw. sie eurer Klasse vor. Versucht, im Internet noch mehr über sie bzw. ihn zu erfahren, z. B. indem ihr in einer Suchmaschine (z. B. www.google.de) den Namen eintippt!*
2. *Gibt es auch in eurer Stadt oder Gemeinde solche Superstars? Erforscht, wer bei euch zuerst erneuerbare Energien genutzt oder die erneuerbaren Energien besonders unterstützt hat! Wenn ihr mehrere „Kandidaten" gefunden habt: Diskutiert in eurer Klasse, wer „Superstar" der erneuerbaren Energien werden soll und warum!*
3. *Wendet euch an eine Zeitung oder einen Radiosender in eurer Stadt oder Gemeinde und bittet sie, über euren „Superstar" zu berichten!*

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

GEORG SALVAMOSER

Georg Salvamoser ist davon überzeugt, dass sich Investitionen in die Umwelt lohnen: für die Umwelt und den Investor. Der Bayer, der jetzt in Baden-Württemberg lebt, ist Gründer und Chef einer ganzen Reihe von Unternehmen, die Solarmodule zur Gewinnung von Solarstrom herstellen, installieren, Flächen für die Installation bereitstellen und mit Strom aus Sonne, Wasser und CO_2 handeln.

Aber eines ist Georg Salvamoser nicht: ein „Öko-Freak“, der den Verzicht predigt und sich des schlechten Gewissens wegen jegliche Annehmlichkeit versagt. „Das Leben muss Spaß machen“, findet er, „nur darf der Spaß nicht auf Kosten der nachfolgenden Generationen gehen.“ Er fährt zum Beispiel gerne Auto, „und auch noch gerne schnell“.

Salvamosers Erfolgsgeschichte beginnt 1983, als er sich auf das Dach seines Privathauses eine Fotovoltaikanlage montieren lässt. „Da puffte und krachte nichts, und wir bekamen kostenlos elektrische Energie geliefert“, erinnert er sich. Die Solarenergie lässt ihn von da an nicht mehr los. Aber es gibt noch keinen funktionierenden Markt für Solaranlagen, es fehlen die Anbieter. Salvamoser denkt nach, rechnet, diskutiert mit seiner Frau und blickt voraus: „Irgendeiner müsste doch ...“ Acht Jahre später ist in ihm der Entschluss gereift: „Ich mache es selbst“. Er kündigt seinen Job, verkauft sein Haus und gründet die Solar-Energie-Systeme (SES). Seine Kollegen sind um ihn besorgt. Sie halten ihn für verrückt und geben ihm den Rat, erst einmal zum Arzt zu gehen. Salvamoser lehnt dankend ab und geht nach Freiburg, in eine der „Solar-Hauptstädte“ Deutschlands, wo er die besten Chancen für seine Firma sieht.

1995 schreibt SES erstmals schwarze Zahlen, und Salvamoser investiert erneut: in die Solarfabrik. Freunde und Experten aus der Öko-Szene raten dem Unternehmer von der Investition ab: zu großes Risiko, zu geringe Gewinnchancen. Salvamoser teilt die Besorgnis seiner Mitmenschen nicht. In jenem Jahr kam die Solarfabrik, die inzwischen 30 Mitarbeiter beschäftigt, in die Gewinnzone. Ebenso erfolgreich gründete er Anfang 1998 die SAG Solarstrom AG. Im selben Jahr erhielt er den Deutschen Umweltpreis.

Salvamoser hält es für möglich, dass ein Mix aus Sonne, Wasser, Wind und Biomasse eines Tages den gesamten Energiebedarf Deutschlands deckt. In 30 Jahren, sagt er, „wird der Energieverbrauch in China oder Indien so hoch sein, dass man über eines nur lachen wird: dass man nämlich glaubte, unseren Energiebedarf mit Erdöl, Kohle und Gas decken zu können“. Und die Atomkraft? „Ich befürchte, dass wir noch Unfälle erleben werden, und dann werden wir uns vorwerfen lassen müssen, dass wir die Atomkraftwerke nicht früher abgeschaltet haben“.

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

BERNHARD ALOYSIUS WOBBEN

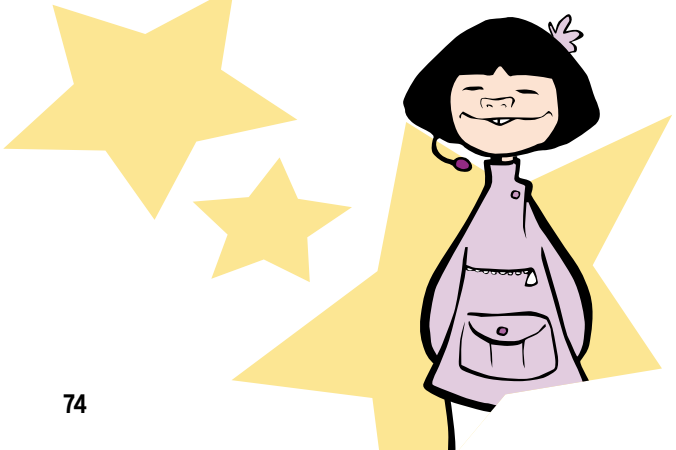
Manche nennen Aloysius Wobben den Bill Gates von Ostfriesland: einen genialen Techniker, einen Ausnahme-Geschäftsmann, einen unumschränkten Herrscher eines Windmühlenimperiums. Doch Branchenkenner sind sich einig: Ohne Wobben wäre die Windkraft heute nicht so weit, wie sie ist.

Nach einer Ausbildung zum Elektromaschinenbauer und einem Studium der Elektrotechnik an der Fachhochschule Osnabrück gründete Wobben Mitte der 80er-Jahre die Firma ENERCON. Zu dieser Zeit war nicht nur die Technik der Windenergie in Deutschland noch völlig unausgereift; es gab überhaupt keinen funktionierenden Windenergiemarkt in Deutschland. Nüchtern gesehen bestanden keine günstigen Aussichten auf unternehmerischen Erfolg. Dennoch sah Wobben das Entwicklungspotenzial dieser Technologie visionär voraus.

Seine ersten Anlagen baute er unter bescheidenen Umständen in einem ehemaligen Möbellager. Einzige Angestellte war eine Teilzeitsekretärin. Heute ist Enercon deutscher Marktführer bei Windkraftanlagen und besitzt Zweigwerke in mehreren Ländern der Welt.

1983, noch zu seiner Zeit als technischer Assistent an der Technischen Universität Braunschweig, entwickelte Wobben das erfolgreiche Konzept einer getriebelosen Windenergieanlage, das zehn Jahre später zu einer der weltweit meistverkauften Windenergieanlagen wurde. Da Hydraulik- oder Getriebeöle nicht mehr nötig sind, kann es jetzt durch unsachgemäße Handhabung auch nicht mehr zu Umweltbelastungen kommen. Auch andere umweltrelevante Aspekte der Windenergienutzung wie etwa die Verringerung der Geräuschentwicklung wurden von Aloysius Wobben früh berücksichtigt.

So ist zum Beispiel die moderne E-66-Windenergieanlage in Zusammenarbeit mit einem international renommierten Industriedesigner entwickelt worden, um ein optimales Einpassen in das Landschaftsbild zu gewährleisten.



© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

ARNO STREHLER

Arno Strehler ist ein „Biomasse-Pionier“ in Deutschland. Bereits 1974, im Jahr der ersten Ölkrise, hat er mit dem Aufbau dieses Tätigkeitsschwerpunktes begonnen. Die Ölkrise und ihre wirtschaftlichen Folgen haben ihn bewogen, frühzeitig über Alternativen zu fossilen Energieträgern nachzudenken. Die Energiegewinnung aus nachwachsenden Rohstoffen, also aus Biomasse, hatte es ihm dabei besonders angetan. Er ist heute in Deutschland und vielen Ländern Europas der Mann mit der längsten Erfahrung auf diesem Gebiet.

Seine Verdienste sind vor allem in der praktischen Umsetzung zu sehen. Er verbesserte die Kessel und Anlagen zur Verbrennung von Biomasse und führte moderne Regelungstechnik in diesen Kleinanlagen ein. Da er auf seinem landwirtschaftlichen Betrieb selbst Betreiber vieler verschiedener Anlagen war bzw. ist, hat er in engem Kontakt mit den Herstellern der Anlagen einen großen Einfluss auf die Bauart genommen.

Und es ging ihm immer auch darum, möglichst viele Menschen über die Vorteile der Bioenergie zu informieren. Um die Beratung in diesem Bereich besser zu organisieren, rief er bereits 1992 eine kostenlose wöchentliche Schulungs- und Informationsveranstaltung ins Leben, an der derzeit jährlich zwischen 2.500 und 4.000 Personen teilnehmen.

Seine Erfahrung als Landwirt (Biobetrieb) mit angegliederter Forstwirtschaft macht ihn auch kompetent für die Belange der Energieträgerproduktion einschließlich Brennholz- und Hackschnitzelproduktion. Hier werden landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Kompetenz vereinigt; nicht zuletzt ist das auch der Grund für seine Glaubwürdigkeit in der Praxis.

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

1. WOLFGANG DOTZLER IN AMBERG

Das Neubau-Einfamilienhaus von Judith und Wolfgang Dotzler ist ein sogenanntes Plusenergiehaus. Die Energieerzeugung erfolgt zu 100 Prozent aus erneuerbaren Energien.

Dies wird durch den Einsatz folgender Energietechnik erreicht: 20 qm Fassadenluftkollektoren, eine kontrollierte Be- und Entlüftung, einen Luft-Wasser-Wärmetauscher zur solaren Warmwasserbereitung, eine 2,7-kW_P-Fotovoltaikanlage und ein Rapsöl-Mini-Blockheizkraftwerk (BHKW).

Der Primärenergiebedarf für Heizung und Lüftung von 11.800 kWh/Jahr wird zu ca. 42 Prozent solar und zu ca. 58 Prozent durch das Blockheizkraftwerk gedeckt. Der Primärenergiebedarf für Warmwasser von 3.500 kWh/Jahr wird zu ca. 71 Prozent solar und zu ca. 29 Prozent durch das BHKW gedeckt.

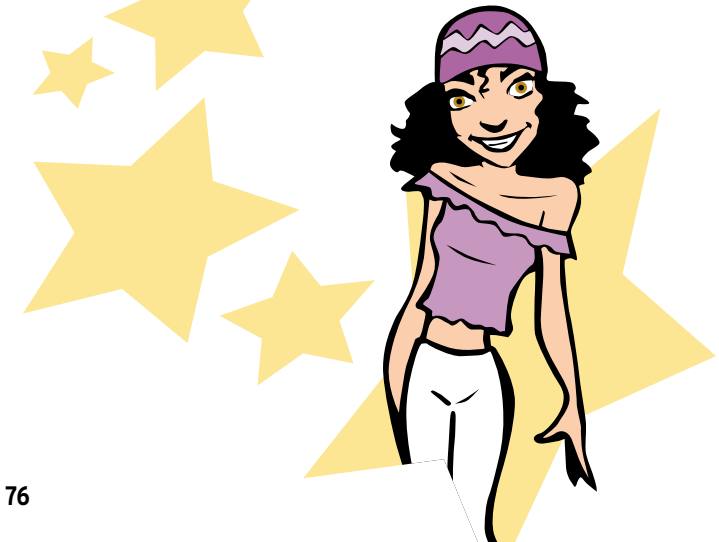
Der Stromverbrauch des gesamten Hauses beläuft sich auf ungefähr 3.500 kWh/Jahr und wird zu ca. 70 Prozent durch die Fotovoltaikanlage gedeckt. Bei einer Stromproduktion des Blockheizkraftwerks von 4.000 kWh errechnet sich ein Überschuss von 2.950 KWh/Jahr.

2. USCHI MCCREADY UND PETER WESTERMAYR IN BONN

Das Haus von Uschi McCready und Dipl.-Ing. (FH) Peter Westermayr ist in Passivbauweise gebaut. Durch Orientierung und Öffnung zur Sonne, eine lückenlose und wärmebrückenfreie hochgedämmte Gebäudehülle, 3-fach verglaste Fenster und eine kontrollierte Be- und Entlüftung werden nur 14 kWh/m^2 Heizenergie pro Jahr benötigt.

Beheizung und Kühlung erfolgen durch eine elektrisch betriebene Wärmepumpe, die sowohl eine Erdsonde als auch den Solarspeicher eines Sonnenkollektors nutzt. Der Vakuumkollektor versorgt Wand- und Fußbodenheizungen und liefert den Großteil des Warmwasserbedarfs. Das vom Dach gesammelte Regenwasser wird für Toiletten, Waschmaschine und Gartenbewässerung verwendet.

Die gesamte Dachfläche ist mit einer Fotovoltaikanlage (Energiedach) bedeckt, die ihre gesamte Leistung von 15 kW_P (ca. 10.000 kWh/Jahr) ins Netz einspeist. Für die Gesamtenergiebilanz ergibt sich ein zu erwartender Überschuss von 6.000 kWh/Jahr.



© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

URSULA UND MICHAEL SLADEK IN SCHÖNAU

Die Erfolgsgeschichte der Elektrizitätswerke Schönau (EWS) ist untrennbar mit dem Ehepaar Ursula und Michael Sladek verbunden. Sie bildeten den Kern einer Bürgerbewegung, die sich eine kernkraftfreie Stromversorgung ihrer Kommune zum Ziel gesetzt hat.

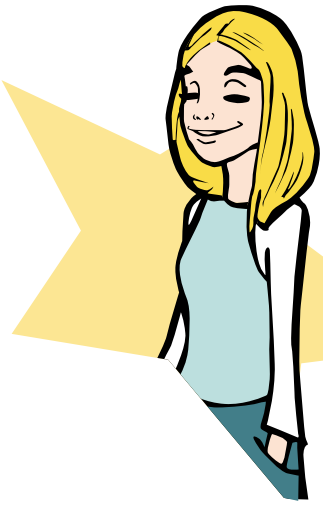
Sie waren die treibende Kraft einer politischen Kampagne, die mithilfe von zwei Bürgerentscheiden und dem finanziellen Einsatz vieler Bürger – eine deutschlandweite Spendenaktion wurde ins Leben gerufen – den Rückkauf des Schönauer Stromnetzes vom überregionalen Betreiber ermöglichte.

Als Geschäftsführerin bestimmt Ursula Sladek die Energiestrategie der EWS maßgeblich mit. Das kommunale Unternehmen setzt sich für Stromeinsparung, effiziente Energienutzung und die Förderung solarer Energien ein. Darüber hinaus verkauft die EWS keinen Atom- oder Kohlestrom an ihre 66.000 Stromkunden, weder im eigenen Netz noch bundesweit.

Das Förderprogramm „Rebellenkraftwerke“ treibt den Aufbau einer dezentralen, flexiblen und ökologischen Energieerzeugungsstruktur voran. Das Programm trägt jeder EWS-Kunde mit dem „Sonnencent“ im Stromtarif mit, der direkt in die Entstehung von umweltfreundlichen Neuanlagen fließt. Durch das Förderprogramm konnten von Ende 1999 bis Mitte 2003 deutschlandweit 624 dezentrale Neuanlagen (Fotovoltaik, Kraft-Wärme-Kopplung, Wasser, Biogas) in Bürgerhand realisiert werden.

Die EWS bezahlt in ihrem Netzgebiet zudem eine höhere Einspeisevergütung als im EEG vorgeschrieben, um einen größeren Anreiz zur Installation von Fotovoltaikanlagen zu gewährleisten, und stellt Einspeisezähler kostenfrei zur Verfügung. Als Resultat haben die Schönauer mittlerweile mit 254 kW die höchste Fotovoltaik-Leistung pro Kopf in einem abgeschlossenen Versorgungsgebiet installiert.

Das unermüdliche persönliche Engagement von Ursula und Michael Sladek zeigt auf mustergültige Weise auf, wie aus der Vision einer atomkraftfreien Energieversorgung Wirklichkeit werden konnte.



© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

JE FRÜHER, DESTO BESSER

Die Superstars Infoblatt 7/7

DIE UMWELT-AG DES GYMNASIUMS ERFTSTADT-LECHENICH

„Es sollte noch viel mehr in Sachen Umwelt getan werden“, meint die zehnjährige Katharina Teuber, und der elfjährige Florian Becker stimmt ihr zu: „Deshalb interessiere ich mich auch sehr für die Umwelt.“

Die beiden sind die jüngsten Teilnehmer der insgesamt 30-köpfigen Gruppe der Umwelt-AG des Gymnasiums Erftstadt-Lechenich, die den ersten Platz beim „Kleinen Umweltpreis“ belegten. Bürgermeister Ernst Dieter Bösche überreichte ihnen den Preis im Rathaus. Ausschlaggebend war die an die Wetterstation des Gymnasiums gekoppelte Fotovoltaikanlage für Solarstrom. Sie wurde von einer Schüler-Arbeitsgruppe geplant und gemeinsam mit einer Fachfirma installiert. Damit werden jedes Jahr etwa 1.200 Kilowattstunden abgas- und schadstofffreier Strom produziert. Aus den Daten der Wetterstation können Aufgaben für die Mathematik, Informatik, Geografie oder Physik entwickelt werden, damit der Unterricht für die Schüler praxisnäher wird.

Doch nicht nur für die umweltfreundliche Erzeugung von Strom wurde die Umwelt-AG, die Mitglieder von der fünften bis zur 13. Klasse hat, ausgezeichnet. Das Kiss-Projekt („Kids sparen Strom“) brachte der Schule insgesamt rund 25.000 Euro ein. „Aus diesen Einsparungen können wir dann wiederum Schülerübungsgeräte kaufen oder Ausflüge in Umweltzentren organisieren“, freut sich Peter Bastgen, Lehrer am Gymnasium Erftstadt-Lechenich. In jeder Klasse gibt es zwei Energie-Beauftragte, die sich um Licht, Heizung oder die Belüftung der Räume kümmern. „Die Kleinen wachsen über sich hinaus. Es gibt mehr Wünsche, Energieberater zu werden, als wir Plätze haben“, berichtet Peter Bastgen stolz. Denn es lohne sich für die kleinen Experten. Sie hätten eine angesehene Sonderstellung und dürften an den Besprechungen auch dann teilnehmen, wenn die anderen Unterricht haben. Zudem gibt es Fahrten, wie kürzlich zum Umweltzentrum in Leverkusen.

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

GRÜNER STROM

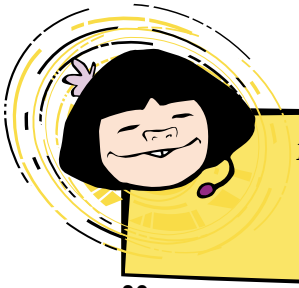
ÖKOPOWER AUS DER STECKDOSE

GRÜNER STROM

Aysche, Viona und Manuel treffen im Jahr 2030 in ihrer Schule auf Saranchimeg und Sergio von der Energie-AG. Die beiden erzählen unseren drei verblüfften Helden aus der Vergangenheit, dass ihre Schule in der Zukunft eigenen Strom produzieren kann – und zwar sogar so viel, dass der Rest gegen bares Geld verkauft werden kann. Das Zauberwort dazu heißt Geothermie: Wärme, die aus dem extrem heißen Innern der Erde an die Oberfläche gepumpt wird und sich dann in Energie verwandelt. Mit dieser Power aus der Tiefe versorgt sich die Schule 2030 also selbst mit Strom.

Hört sich an wie ein Märchen? Von wegen! Zwar hat heutzutage noch nicht jede Schule ihr eigenes Geothermie-Kraftwerk, aber viele haben bereits heute Sonnenkollektoren auf dem Dach. Fakt ist jedoch: Strom aus erneuerbaren Energien wie der Geothermie, der Wind- und Wasserkraft oder aus Biomasse ist keine Zukunftsmusik und wird schon von vielen Menschen genutzt. Und weil dieser Strom aus umweltfreundlichen Quellen kommt und keine zusätzlichen CO_2-Emissionen auf dem Gewissen hat, nennt man ihn auch „grünen Strom“ oder „Ökostrom“.

Doch schützt es überhaupt die Umwelt, „grünen Strom“ zu kaufen? Ist das nicht bloß ein Tropfen auf den heißen Stein? Und woher weiß ich, ob der Strom aus meiner Steckdose wirklich „grün“ ist oder nicht? Fragen, die sich vielleicht auch schon mal eure Freunde gestellt haben.



AUFGABE

1. *Organisiert eine Redaktion und erstellt einen praktischen Ratgeber für eure Mitschülerinnen und Mitschüler zum Thema „Grüner Strom“! Auf den nächsten Seiten findet ihr nützliche Tipps und Anregungen für einen solchen Ratgeber.*

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

GIB CO_2 KEINE CHANCE!

Grüner Strom Arbeitsblatt 2/8

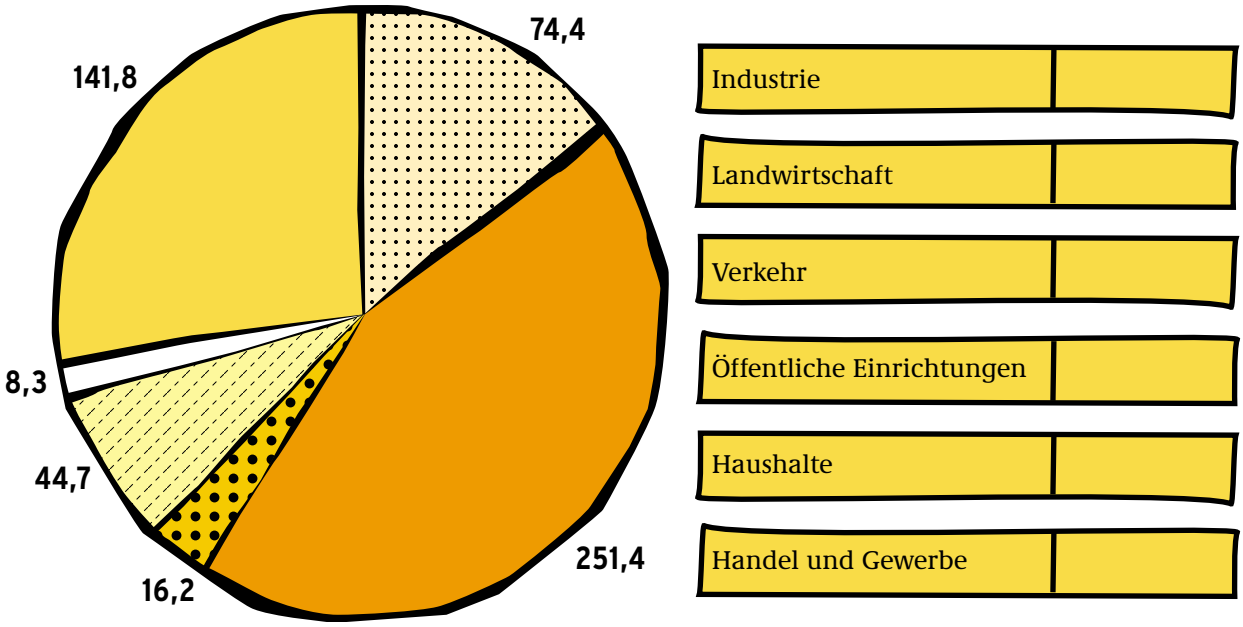
Damit der Fernseher läuft, das Handy funktioniert und der PC-Bildschirm nicht schwarz bleibt, ist eine ganz schöne Menge Energie nötig. Energie, die heute vor allem aus dem Verbrennen von Kohle und Erdöl – den sogenannten fossilen Energieträgern – oder in Atomkraftwerken entsteht und die Umwelt schädigt.

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 Atomkraftwerken bleibt hoch gefährlicher Atommüll zurück, der auf Jahrtausende radioaktiv verseucht ist. Ganz zu schweigen von der Unfallgefahr – Stichwort Tschernobyl.

Beim Herstellen von Strom aus erneuerbaren Energien, also Wind, Wasser, Sonne, Biomasse und Wärme aus dem Erdinnern (das heißt dann Geothermie), entsteht jedoch kein zusätzliches CO_2, und die Natur kann sich darum auch nicht beschweren! Deshalb heißt dieser Strom auch „grüner Strom“ oder „Ökostrom“.

Eigentlich wäre es doch eine tolle Idee, wenn jeder Haushalt in Deutschland auf „grünen Strom“ umsteigt und damit etwas gegen den Klimawandel tut! Oder wäre das egal, weil doch die Industrie und der Verkehr die großen Stromfresser sind?

WER VERBRAUCHTE 2005 DEN MEISTEN STROM IN DEUTSCHLAND (IN MILLIARDEN KILOWATTSTUNDEN)?



Quelle: VDEW (2006)

AUFGABEN

1. *Ordnet die einzelnen Gruppen dem Kreisdiagramm zu. Recherchiert dafür im Internet (z. B. unter www.strom.de > Fakten > Daten > Bereich & Themen > Stromversorger > Tabellen).*
2. *Bei der Herstellung von 1 Kilowattstunde Strom entstehen durchschnittlich 0,56 Kilogramm Kohlendioxid. Rechnet aus, wie viel CO_2 eingespart würde, wenn alle Haushalte nur noch „grünen Strom“ nutzen würden.*
3. *Macht eine Umfrage bei euren Eltern, Bekannten oder in der Fußgängerzone: Wissen sie, was „grüner Strom“ ist und wie er hergestellt wird? Sind einige vielleicht zu Hause von normalem auf „grünen Strom“ umgestiegen? Aus welchem Grund?*

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

WIE GRÜN IST GRÜN WIRKLICH?

Grüner Strom Arbeitsblatt 3/8

Ist „grüner Strom“ wirklich aus erneuerbaren Energien gemacht? Oder kommt er doch aus einem Kohlekraftwerk? Für uns Stromverbraucher ist das gar nicht so leicht zu beantworten. Schließlich sieht man es der neuen Stereoanlage ja nicht an, ob ein Windrad oder ein fossiles Kraftwerk für guten Sound sorgt. Und auch die monatliche Stromrechnung kann da nicht weiterhelfen. „Schuld“ daran ist die Art und Weise, wie in Deutschland Strom hergestellt und dann an uns, die Verbraucher, verteilt wird.

Das Ganze muss man sich 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 dann der „normale“ mit dem „grünen“ Strom, weil es aus physikalischen Gründen leider nicht möglich ist, die beiden Stromarten zu trennen. Alle Verbraucher zapfen dann aus dem großen See ihren Strom für Kühlschrank und Co. ab.

Aber Moment mal: Woher weiß ich dann, ob wirklich „grüner Strom“ hergestellt wurde und sich mein Strom nicht nur grün verkleidet hat? Die Antwort heißt: Stromzertifikate. Verschiedene Organisationen in Deutschland schauen sich genau an, was mit dem Geld passiert, das die Energiehersteller für ihren Strom aus Wind und Wasser einkassieren. Produzieren die Firmen genauso viel „Ökostrom“, wie sie tatsächlich auch verkaufen? Was passiert mit den Einnahmen aus dem „grünen Strom“? Denn wenn ihr einen weiteren Anstieg der Treibhausgase vermeiden wollt, solltet ihr darauf achten, dass die Stromhersteller dieses Geld in den Ausbau von Anlagen stecken, mit denen erneuerbare Energien genutzt werden. Eine Pflicht, ein solches Stromzertifikat zu haben, besteht jedoch nicht in Deutschland.

DIE STROMZERTIFIKATE

Was ist das für eine Organisation?

Welche Kriterien müssen Stromhersteller erfüllen, um das Zertifikat zu bekommen?

EnergieVision e. V.:
www.ok-power.de

Was ist das für eine Organisation?

Welche Kriterien müssen Stromhersteller erfüllen, um das Zertifikat zu bekommen?

Grüner Strom Label in Silber (oben) und in Gold (unten)
Grüner Strom Label e. V.:
www.gruenerstromlabel.de

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

WIE GRÜN IST GRÜN WIRKLICH?

Grüner Strom Arbeitsblatt 4/8

Landesgewerbeanstalt Bayern:
www.lga.de

Was ist das für eine Organisation?

Welche Kriterien müssen Stromhersteller erfüllen, um das Zertifikat zu bekommen?

TÜV Deutschland, vergibt mehrere Labels:
www.tuev-nord.de

Was ist das für eine Organisation?

Welche Kriterien müssen Stromhersteller erfüllen, um das Zertifikat zu bekommen?

AUFGABEN

1. *Erkundigt euch auf den angegebenen Internetseiten über die Zertifikate und benennt kurz die Ökostrom-Kriterien. Fallen euch Unterschiede zwischen den Zertifikaten auf? Wenn ja, welche? Stellt eine Übersicht in einer Tabelle zusammen und übertragt sie in euren Ratgeber.*
2. *Begründet, warum es wichtig ist, dass ein Teil des Stroms aus* **neuen** *Erneuerbare-Energien-Anlagen kommt.*
3. *Schaut nach, ob der Stromanbieter in eurer Region Ökostrom anbietet und ob er eines dieser Zertifikate benutzt. Begründung?*
4. *Überprüft, ob es finanziell einen Unterschied machen würde, wenn eure Familie auf Ökostrom umsteigt. Unter www.strom-magazin.de findet ihr einen Tarifrechner, der euch zeigt, ob sich ein Herstellerwechsel lohnt.*

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

DEN STROMGÜRTEL ENGER SCHNALLEN

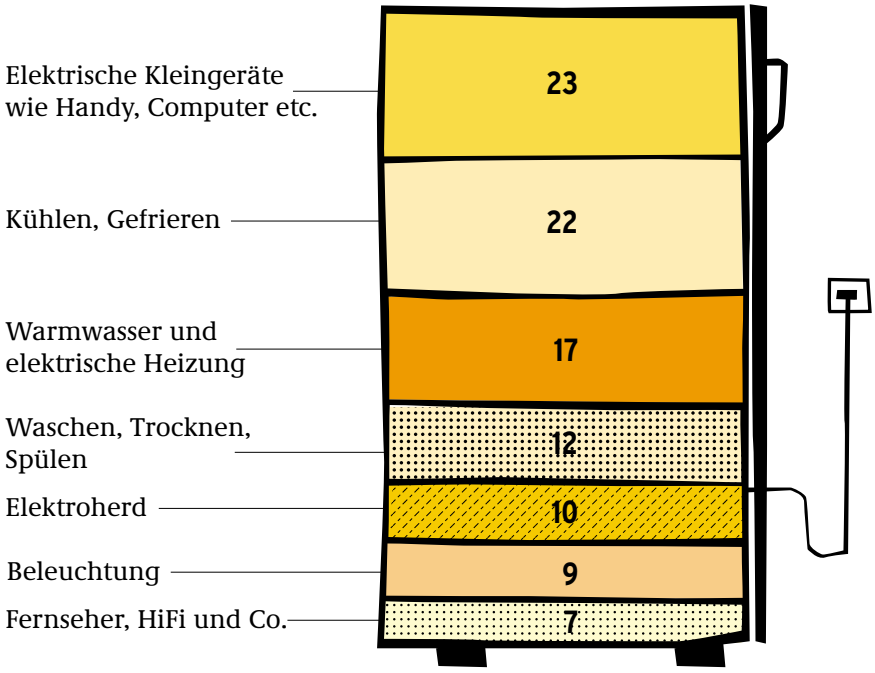
Grüner Strom Arbeitsblatt 5/8

„Grünen Strom“ zu benutzen ist gut für die Umwelt. Der beste Strom ist aber der eingesparte! Zu Hause und in der Schule weniger Energie verbrauchen ist clever, denn das bringt dem Klima was und auch dem Geldbeutel. Knapp ein Drittel der privaten Stromkosten gehen für Haushaltsgeräte wie Kühlschrank und Kaffeemaschine drauf, wie ihr in der Grafik seht. Und wie sieht euer persönlicher Verbrauch aus?

STROMVERBRAUCHER

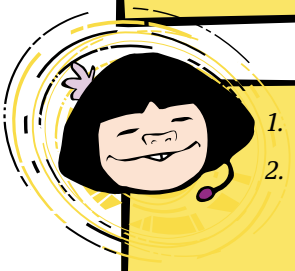
Jährlicher Stromverbrauch der privaten Haushalte:
142 Milliarden Kilowattstunden

Quelle: VDEW, 2004



DIE ENERGIE-CHECKLISTE:

Gerät	Habt ihr das heute genutzt? Wie lange?	Wie kann man dabei Strom sparen?
Heizung		
Fernseher		
Spülmaschine		
Kühlschrank		
Kaffeemaschine		
Toaster		
Stereoanlage		
PC, Spielkonsole		
Radio		
Handy, MP3-Player		
Lampen		
...		



AUFGABEN

1. *Kreuzt an, welche Geräte ihr heute benutzt habt, und schreibt auf, wie lange.*
2. *Erkundigt euch, wie ihr ohne viel Aufwand Strom sparen könnt. Praktische Tipps gibt’s z. B. bei der Deutschen Energieagentur (dena) im Internet unter www.thema-energie.de oder www.initiative-energieeffizienz.de. Tragt die Sparvorschläge, die ihr für sinnvoll haltet, in die Tabelle ein. Und ihr könnt die Checkliste ja auch im Ratgeber veröffentlichen.*
3. *Manche Energieunternehmen leihen auch Geräte aus, mit denen man den Stromverbrauch ganz einfach messen kann. Welche Geräte auf eurer Liste fressen den meisten Strom?*

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz un torsich

ÖKOSTROM-QUIZ

Grüner Strom Arbeitsblatt 6/8

Bestimmt seid ihr nach euren Recherchen bereits Ökostrom-Experten! Aber wie sieht's mit euren Mitschülerinnen und Mitschülern aus? Haben sie den Durchblick bei Strom aus Sonne, Wasser und Co.? Macht mit ihnen das Ökostrom-Quiz:

1. Welche dieser Energiequellen gehört nicht zu den erneuerbaren?

a) Wasserkraft ☐
b) Uran ☐
c) Sonnenstrahlen ☐

2. Wer verbrauchte im Jahr 2005 den meisten Strom?

a) Industrie ☐
b) private Haushalte ☐
c) Verkehr ☐

3. Welche dieser Organisationen ist Träger beim „Grüner Strom Label e.V."?

a) Greenpeace ☐
b) BUND ☐
c) WWF ☐

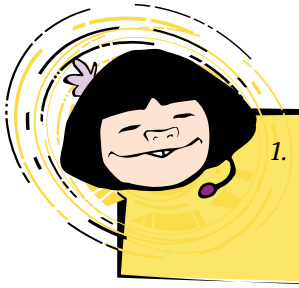
4. Wie kann man zu Hause sinnvoll Strom sparen?

a) Stand-by-Funktion ausschalten ☐
b) Energiesparlampen benutzen ☐
c) Heizung aufdrehen ☐

5. Wofür steht die Bezeichnung CO_2?

a) Kohlenwasserstoff ☐
b) Kohlenmonoxid ☐
c) Kohlendioxid ☐

Richtige Antworten: 1. Uran; 2. Industrie; 3. BUND
4. Stand-by-Funktion ausschalten und Energiesparlampen benutzen;
5. Kohlendioxid



AUFGABE

1. *Nehmt die Fragen als Anregung für euren Ratgeber und denkt euch weitere aus. Vielleicht könnt ihr ja auch ein Preisausschreiben an eurer Schule organisieren, bei dem die besten Einsendungen einen kleinen Preis gewinnen?*

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

SO NAH DAS ENDE

Für einen Fortschritt beim Klimaschutz stehen bislang alleine die Europäer. Sie haben als Erste das plumpe Eigeninteresse abgelegt. Die Schwellenländer China, Brasilien, Indien sind gefolgt. Die Abwesenheit der USA aber können sie alle nicht ausgleichen. Amerika hat die Klimakonferenz nah ans Scheitern gebracht.

Es steht nur eine Fußnote dort, wo eigentlich ein Bekenntnis zum Klimaschutz hingehört hätte. Wer nach all der wissenschaftlichen Erkenntnis dieses Jahres, nach Aufrufen aller möglichen Staats- und Regierungschefs im September in New York, nach der Verleihung des Friedensnobelpreises an Al Gore und den Weltklimarat einen Durchbruch im Kampf gegen die Erderwärmung erwartet hat, bleibt enttäuscht zurück. Die Klimakonferenz auf Bali war ein Treffen der Semantiker, nicht der Weltretter.

Das Ergebnis von Bali, der Aufbruch in neue Klimaverhandlungen, lässt sich aber auch freundlicher interpretieren. Globale Klimapolitik ist eine komplexe, mitunter recht sensible Angelegenheit. Gemessen an den Diskussionen, die die Staaten noch vor einem Jahr in Nairobi geführt haben, hat sich auf Bali eine Menge getan.

Die Tatsache, dass sich knapp 190 Staaten überhaupt darauf verständigen konnten, neue Verhandlungen aufzunehmen, dass sie sich erste Ziele bis 2020 gegeben haben – das ist ein gewaltiger Fortschritt, selbst wenn er nur in einer Fußnote versteckt ist. Auch das Kalkül von Heiligendamm ist aufgegangen: Die USA haben sich, nicht ohne Dramatik, auf den Weg zurück in ein Klimaabkommen gemacht.

Quelle: www.sueddeutsche.de, 16.12.2007

IN POTSDAM MACHEN BRENNSTOFFZELLEN UND BIOGAS EINEN GANZEN STADTTEIL CO_2-NEUTRAL

Unter dem Namen „Speicherstadt“ wird eine alte Industriebrache zum Vorzeige-Stadtteil. Die noch bestehenden Altbauten im Potsdamer Viertel werden saniert und der Stadtteil nachverdichtet. Die „rechnerische“ vollständige Energieversorgung übernehmen 10 Biogasanlagen, die Biostrom gleichzeitig für den Projektträger im nahen Umland neu errichten. Mangels direkter Leitungsanbindung werden die Hochtemperatur-Brennstoffzellen, die den Stadtteil mit Strom und Wärme versorgen, noch mit der äquivalenten Menge von fossilem Methan (Erdgas) betrieben. Ab nächstem Jahr will unter anderen der Berliner Erdgasversorger GASAG beginnen, Biogas auf Erdgasqualität aufzubereiten und direkt in das Netz einzuspeisen.

Quelle: Michael Brake in: Telepolis.de, 23.12.2007

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

GRÜNER STROM – PRESSESPIEGEL

Grüner Strom Infoblatt 8/8

SPINAT ERZEUGT STROM

Proteine aus Spinatpflanzen bilden das Kernstück eines neu entwickelten Solarzellentyps. Erste Prototypen wandeln immerhin zwölf Prozent des Lichts in elektrische Energie um – schon bald könnten es 20 Prozent wie bei Siliziumzellen sein.

Die Kraft aus Spinat könnte in Zukunft für Laptops und andere elektrische Geräte nutzbar sein. Die von US-Forschern entwickelten Solarzellen aus Proteinen der Pflanze lieferten bis zu drei Wochen lang Strom, berichtet der Wissenschaftsdienst „Nature Science Update“. Das Entwicklerteam um Marc Baldo vom Massachusetts Institute of Technology (MIT) ist jedoch zuversichtlich, die Lebensdauer und die Effizienz der grünen Solarzellen noch verbessern zu können. (...)

Quelle: SPIEGEL Online, 28.06.2004

SPANIEN WILL ERNEUERBARE ENERGIEN STATT ATOMKRAFT AUSBAUEN

Madrid (AFP) — Spanien will statt auf Atomenergie auf den Ausbau erneuerbarer Energien setzen. „Es wäre einfacher zu sagen, dass wir Atomenergie ausbauen“, sagte Ministerpräsident José Luis Rodriguez Zapatero bei einem Wirtschaftsforum in Madrid. Besser sei es jedoch, „die schwierige und anspruchsvolle Herausforderung anzunehmen“, die die Weiterentwicklung erneuerbarer Energien darstelle. (...)

Quelle: AFP, 09.01.2008

WENN DAS DACH ZUM MINI-KRAFTWERK WIRD

Weltweit wurden 2006 mit 17 Gigawatt thermischer Energie rund 24 Prozent mehr Solarkollektoren installiert als im Vorjahr – drei Viertel davon übrigens in China. Der europäische Solarwärmemarkt entwickelte sich ebenfalls sehr positiv.

Quelle: Welt Online, 09.01.2008

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

KANN MAN SONNE TANKEN?

KRAFTSTOFFE DER ZUKUNFT

SONNE IM TANK – KRAFTSTOFFE DER ZUKUNFT

Kann man Sonne tanken? Arbeitsblatt 1/8

Auf ihrer Reise ins Jahr 2030 konnten Aysche, Viona und Manuel kennenlernen, wie Verkehr und Mobilität in der Zukunft aussehen werden. Wird man dann mit Raketen verreisen oder nach Afrika gebeamt? Hat jede Familie einen eigenen Helikopter? Oder surfen alle Kids mit Antigrav-Boards um die Häuser?

So spektakulär wird es in 20 Jahren auf unseren Straßen wohl nicht zugehen. Und trotzdem wird vieles anders sein als heute. Klar, dass die Fahrzeuge anders aussehen werden. Man muss sich ja nur einmal Autos, Busse und Straßenbahnen von vor 20 Jahren ansehen – so altertümlich werden den Leuten in der Zukunft unsere heutigen Fahrzeuge wohl auch vorkommen. Aber entscheidende Veränderungen werden wohl unter der Motorhaube stattfinden – stattfinden müssen!

Denn die weltweite Zunahme des Verkehrs wird aller Wahrscheinlichkeit nach nicht aufzuhalten sein – Stichwort China, Stichwort Indien –, während die Erdölreserven endlich sind. Und ohnehin würde das Weltklima ein „Weiter so!“ nicht vertragen, weil im Verkehr heute enorme Mengen des Klimakillers CO_2 entstehen.

Das Ziel ist klar: weniger CO_2 und andere Schadstoffe im Verkehr. Aber wie kann man es erreichen? Soll man in China und Indien das Autofahren verbieten? Das wird wohl nicht klappen. Also bleibt nur, mehr Bus und Bahn zu fahren, unnötige Fahrten zu vermeiden und weniger Sprit aus Erdöl zu verbrauchen.

Findet heraus, welche Möglichkeiten es dafür gibt!

AUFGABEN

1. *Bildet Arbeitsgruppen und ermittelt, welche vielversprechenden Wege zur Einsparung von fossilen Treibstoffen es gibt!*
2. *Führt dann eine Anhörung durch und stellt der gesamten Klasse eure Forschungsergebnisse vor!*
3. *Diskutiert die Vor- und Nachteile der vorgeschlagenen Methoden!*
4. *Stimmt ab, welchen Weg ihr bevorzugt!*

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

VOLL TANKEN – ABER BITTE SAUBER!

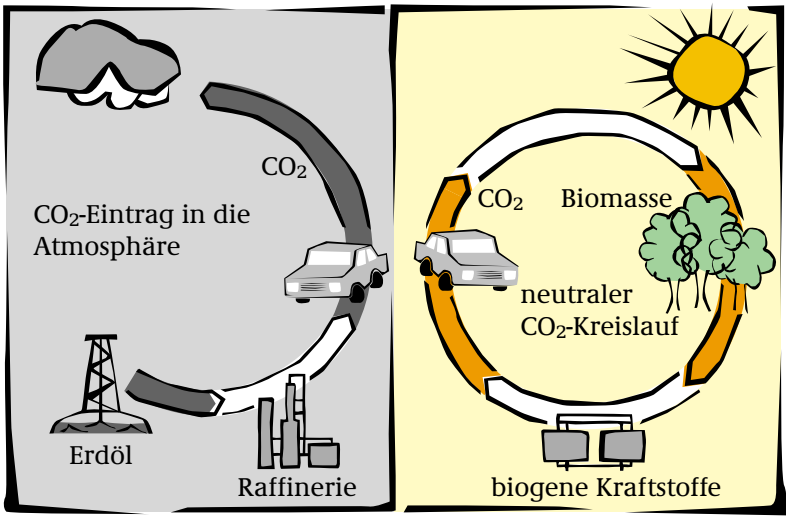
Kann man Sonne tanken? Arbeitsblatt 2/8

Das Auto, so heißt es, ist der Deutschen liebstes Kind. Der Nachteil: Autos brauchen viel Benzin oder Diesel. Diese endlichen und wertvollen fossilen Rohstoffe werden einfach verbrannt, die Umwelt durch Abgase belastet, das Kohlendioxid aus dem Auspuff verstärkt den Treibhauseffekt. Verstärkt wird deshalb geforscht, ob man den Sprit für den Motor vielleicht aus anderen Rohstoffen herstellen könnte. Am besten aus solchen, die sich immer wieder erneuern. In unseren Breiten ist das zum Beispiel die sogenannte Biomasse: Holz, Gräser, Schilf, Pflanzen jeder Art. Aber kann man daraus wirklich Treibstoff machen?

Und ob! Bisher bekannt und auch schon genutzt wird der Biodiesel, hergestellt aus Raps, Sonnenblumen, Ölpalmen und anderen ölhaltigen Pflanzen.

Der Vorteil:
Kein zusätzliches CO_2, denn es wird nur ungefähr so viel freigesetzt, wie die Pflanzen vorher der Atmosphäre entnommen haben, klimaneutral und erneuerbar.

Der Nachteil:
Ölhaltige Pflanzen sind Lebensmittel und eigentlich zu schade zum Verbrennen. Dazu kommt, dass für den Anbau große landwirtschaftliche Flächen gebraucht werden, die dann häufig auch gedüngt und gespritzt werden. Nicht ganz unproblematisch.



Quelle: DaimlerChrysler

Doch jetzt werden neue Verfahren entwickelt. Für die sogenannten synthetischen Biokraftstoffe werden alle Arten von Pflanzenstoffen – Holzabfälle, Laub, Stroh, Schilf, und zwar die ganze Pflanze, von der Wurzel bis zur Spitze, nicht nur die wertvollen ölhaltigen Samen – mit Hilfe von Wärme oder Enzymen in hochklassigen Sprit verwandelt. Sogar ein Abfallstoff wie Klärschlamm kann genutzt werden! Im Prinzip wird das nachgemacht, wofür die Natur Millionen von Jahren gebraucht hat – die Verwandlung von Pflanzenmaterial in energiereiche Kohlenwasserstoffe; und das in nur wenigen Stunden.

Der dabei produzierte Treibstoff wird zum Beispiel Sundiesel oder Biotrol genannt. Alle Arten von Dieselfahrzeugen können ihn ohne Probleme nutzen. Tests von VW und Mercedes-Benz haben ergeben, dass der Biosprit dem herkömmlichen Diesel in der Qualität nicht nachsteht, teilweise sogar besser ist.

Und noch ein Vorteil: Da der neue Biosprit von normalen Fahrzeugen getankt wird, muss man keine besonderen oder neuen Tankanlagen bauen!

Die Herstellungsverfahren für diesen neuen Biokraftstoff sind schon weit entwickelt. Es bleibt aber noch einiges zu tun, bis der neue Kraftstoff an der Tankstelle angeboten werden kann. Die Forschung jedenfalls läuft auf Hochtouren – und zwar sogar bei Automobilherstellern und Mineralölfirmen.

AUFGABEN

1. *Erläutert, welche Vorteile Biotreibstoffe gegenüber konventionellen Treibstoffen besitzen!*
2. *Erläutert, warum Treibstoffe aus Biomasse klimafreundlicher sind!*
3. *Welche Nachteile gibt es?*

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

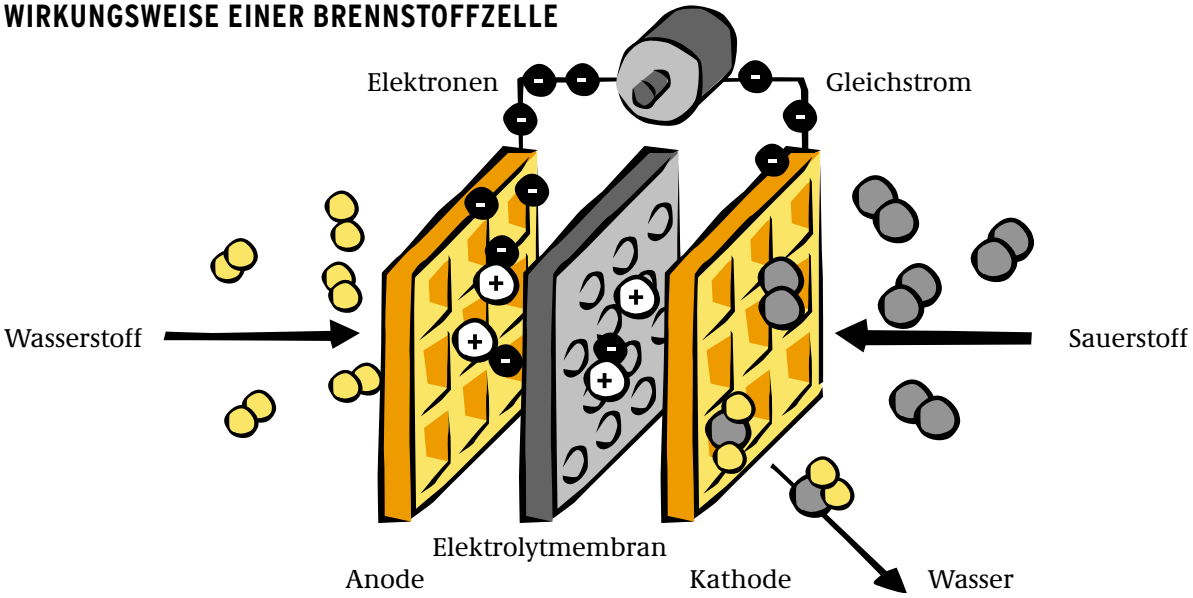
WASSERSTOFF IM TANK

Kann man Sonne tanken? Arbeitsblatt 3/8

Als Alternative zum Verbrennungsmotor wird seit langem der Elektromotor genutzt. Auch Elektroautos gibt es schon heute, sie sind leise, antriebsstark und erzeugen keine Abgase. Der Nachteil: Sie brauchen große und schwere Batterien, die meist nicht lange genug Strom liefern. Das Problem ist nämlich, dass sich elektrischer Strom bisher nur mit sehr hohem Aufwand, hohen Kosten und in relativ geringen Mengen speichern lässt. Bei der Suche nach neuen Speichermöglichkeiten rückt auch Wasserstoff in den Blick. Er bietet eine Reihe von Vorteilen: Er lässt sich abgasfrei in Strom umwandeln, lässt sich in Tanks speichern und ist dann praktisch universell anwendbar.

Wasserstoff ist die Basis für eine hoch effiziente Zukunftstechnologie: die Brennstoffzelle. Brennstoffzellen können Wasserstoff und Sauerstoff zu Wasser verbinden, wobei elektrische Energie entsteht, mit der künftig zum Beispiel Fahrzeuge angetrieben werden könnten. Alle führenden Autohersteller führen zum Teil seit Jahren Forschungsprojekte zu Brennstoffzellenfahrzeugen durch. Denn es klingt sehr gut: Man nehme Wasserstoff, dazu Sauerstoff aus der Luft, führe beides in der Brennstoffzelle zusammen – und erhält unter Freisetzung von Wärme elektrischen Strom. Als „Verbrennungsprodukt“ entsteht lediglich Wasser.

WIRKUNGSWEISE EINER BRENNSTOFFZELLE



Die entscheidende Frage lautet: Woher kommt der Wasserstoff? Hier gibt es im Prinzip zwei Wege. Entweder muss der Wasserstoff mithilfe von elektrischem Strom vorher erzeugt werden, oder er wird aus entsprechenden Gasen, zum Beispiel aus Erdgas, erzeugt. Das ist nicht sehr effizient und auch teuer, da Erdgas auch direkt als Treibstoff genutzt werden kann. Hinzu kommt, dass Brennstoffzellen mit der gewünschten Leistung bislang noch außerordentlich teuer sind. Bis zum massenhaften Einsatz von Brennstoffzellenfahrzeugen werden deshalb noch Jahre vergehen.

Für den Klimaschutz muss der genutzte Wasserstoff jedoch eine wichtige Bedingung erfüllen: Er muss mittels erneuerbarer Energien direkt aus Wasser hergestellt werden. Damit würde eine Art Kreislaufprozess möglich. Durch den Strom aus Fotovoltaikanlagen oder anderen erneuerbaren Energien kann Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt werden. Mit Sauerstoff aus der Umgebungsluft kann dieser Wasserstoff später in einer Brennstoffzelle an einem beliebigen Ort wieder zur Energiegewinnung zusammengeführt werden.

In einigen europäischen und asiatischen Städten werden Stadtbusse mit Brennstoffzellenantrieb bereits im täglichen Einsatz erprobt. Der dabei genutzte Wasserstoff wird zum Teil bereits vor Ort mit regenerativen Energien oder „grünem“ Strom aus Wasser hergestellt. Eine flächendeckende Infrastruktur für die Versorgung mit Wasserstoff müsste natürlich erst aufgebaut werden.

AUFGABEN

1. *Erläutert, wie die Brennstoffzelle funktioniert!*
2. *Erläutert die Vorteile dieser Technologie gegenüber herkömmlichen Treibstoffen!*
3. *Welche Nachteile gibt es?*

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

BEWERTUNG VON ALTERNATIVEN

Kann man Sonne tanken? Arbeitsblatt 4/8

KONVENTIONELLE KRAFTSTOFFE

	Konventionelle Kraftstoffe	Bewertung +/-
Ausgangsmaterial (ohne Bewertung)		
Abhängigkeit von knappen Rohstoffen		
Infrastruktur		
Verfügbarkeit jetzt		
Verfügbarkeit zukünftig		
Preis jetzt		
Preis zukünftig		
Schadstoffemission am Fahrzeug		
CO_2-Bilanz		
...		
Gesamtbewertung:		

BIOTREIBSTOFFE

	Biotreibstoffe	Bewertung +/-
Ausgangsmaterial (ohne Bewertung)		
Abhängigkeit von knappen Rohstoffen		
Infrastruktur		
Verfügbarkeit jetzt		
Verfügbarkeit zukünftig		
Preis jetzt		
Preis zukünftig		
Schadstoffemission am Fahrzeug		
CO_2-Bilanz		
...		
Gesamtbewertung:		

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

BEWERTUNG VON ALTERNATIVEN

Kann man Sonne tanken? Arbeitsblatt 5/8

WASSERSTOFFTECHNOLOGIE/BRENNSTOFFZELLE

	Wasserstoff (Brennstoffzelle)	Bewertung +/-
Ausgangsmaterial (ohne Bewertung)		
Abhängigkeit von knappen Rohstoffen		
Infrastruktur		
Verfügbarkeit jetzt		
Verfügbarkeit zukünftig		
Preis jetzt		
Preis zukünftig		
Schadstoffemission am Fahrzeug		
CO_2-Bilanz		
...		
Gesamtbewertung:		

AUFGABEN

1. *Füllt die Tabellen aus und bewertet die angegebenen Treibstoffe bzw. Antriebsmöglichkeiten!*
2. *Welche Kriterien könnten noch zur Bewertung herangezogen werden?*
3. *Welche der drei Technologien bevorzugst du und warum?*

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

WELTÖLBEDARF

	2006	2030
davon für	**84 Mio. Barrel/Tag**	**116 Mio. Barrel/Tag**
Verkehr	55 %	64 %
Industrie	19 %	16 %
andere	16 %	14 %
Energieerzeugung	10 %	6 %

Quelle: IEA (2007)

BIOTREIBSTOFF-RENNWAGEN ERSTMALS BEI LE-MANS-RENNEN

Le Mans (12. Juni 2004) – Ein Rennwagen, der ausschließlich mit Ethanol fährt, wird erstmals beim 24-Stunden-Rennen von Le Mans teilnehmen, das heute beginnt. Das Team Nasamax will damit beweisen, dass Motoren mit umweltfreundlichen Kraftstoffen auch Höchstleistungen erreichen. Experten sehen in Ethanol eine echte Alternative, da die Emissionen weitaus geringer sind als bei herkömmlichen fossilen Treibstoffen. Darüber hinaus wird Ethanol aus Pflanzen hergestellt. Reine Ethanol-Fahrzeuge haben praktisch keine Emissionen. Außerdem ist Ethanol CO_2-neutral, da es aus Biomasse wie Zuckerrohr, Getreide, Weizen oder Kartoffeln gewonnen wird. Allerdings sind auch Experten der Meinung, dass Ethanol nicht weltweit als Substitut für fossile Treibstoffe in Frage kommt, da zu viel Farmland für die Herstellung der Biomasse erforderlich wäre. Aus drei Tonnen Weizen kann gerade einmal eine Tonne Ethanol gewonnen werden. Die großen Auto-Hersteller Ford, DaimlerChrysler und General Electric produzieren heute schon Motoren, die mit einem Ethanol-Benzin-Gemisch im Verhältnis 85 zu 15 fahren können. Bei einer Beimengung von 22 bis 25 Prozent Ethanol zu Fahrzeugbenzin sind nicht einmal Änderungen am Motor notwendig.

Quelle: Pressemeldung Infineon

WASSERSTOFF-AUTO IST ERST DER ANFANG

In Japan sollen bis 2020 fünf Millionen Wasserstoffautos über die Straßen rollen. Das Land will sich damit nicht nur als Hochtechnologievorreiter profilieren, sondern schlicht auch die Abhängigkeit vom Öl verringern.

TOKIO. Testfahrt auf der Rennstrecke Motegi nördlich von Tokio: Das tief liegende Wasserstoffauto von Honda zischt und schnurrt nur sanft, wenn der Fahrer aufs Gas tritt. Doch die Insassen drückt es in die Sitze – der Elektromotor an der Vorderachse beschleunigt stärker als ein Benzinmotor. Schauveranstaltungen wie diese finden derzeit in Japan regelmäßig statt. Das Land glaubt an die Brennstoffzellen-Zukunft und investiert kräftig in die einzelnen Teile des Puzzles, aus denen einmal das Gesamtbild eines sauberen Straßenverkehrs hervorgehen soll. Bei der Entwicklung von Brennstoffzellen-Fahrzeugen sind die Japaner schon relativ weit. Mit Toyota, Nissan, Honda, Hino, Suzuki und Mazda haben sechs Firmen Wasserstoffwagen auf die Straße gebracht – auch wenn sich die Hersteller einig sind, dass es noch mindestens zehn Jahre dauern wird, bis die Fahrzeuge aus der Nische kommen. Toyota nutzt dabei die ausgereifte Technik aus dem erfolgreichen Hybridauto Prius. Mazda hat einen Wagen entwickelt, der sowohl Benzin als auch Wasserstoff verbrennen kann. Und Honda schickt mit dem FCX den Prototyp eines speziell für den Wasserstoffeinsatz entwickelten Autos ins Rennen, das schon 2008 in geringer Stückzahl in Produktion gehen soll. Die Wagen haben üblicherweise mehr als 120 PS und fahren über 150 Kilometer pro Stunde schnell. Die Reichweite liegt bisher nur bei rund 350 Kilometern, doch hier versprechen die Entwickler Fortschritte.

Quelle: Handelsblatt, 30.04.2007

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

AKTUELLE MELDUNGEN

Kann man Sonne tanken? Arbeitsblatt 7/8

SCHWÄBISCHE SPEZIALITÄTEN

Gelenkbusse mit umweltfreundlichen Euro-5-Motoren ausgestattet.

Am 5. Dezember 2007 hat die 100%ige Abellio-Tochter Werner GmbH & Co. KG in Rossdorf einen von insgesamt 13 für das südhessische Unternehmen bestimmten Citaro-Niederflur-Gelenkbussen offiziell in Betrieb genommen. (...)
Die Citaro-Gelenkbusse zeichnen sich insbesondere durch ihre umweltfreundlichen Euro-5-Motoren aus. Obwohl der gesetzlich geforderte Grenzwert nach der EU-Abgasrichtlinie Euro 5 erst im Jahr 2009 Pflicht wird, hat Abellio alle Mercedes-Benz-Omnibusse mit diesen Motoren ausgestattet.

Quelle: Mercedes-Benz

ERSTER CO_2-NEUTRALER DESIGNER-DIESELKRAFTSTOFF DER WELT VORGESTELLT

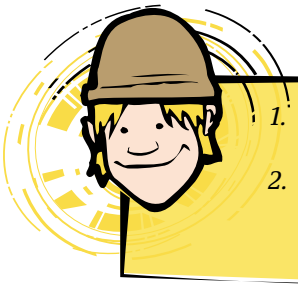
Stuttgart – Die DaimlerChrysler AG hat im Juni 2003 in Stuttgart im Rahmen ihrer Umwelt-Pressekonferenz den weltweit ersten synthetischen Diesel-Kraftstoff vorgestellt, der beim Autofahren die CO_2-Bilanz in der Atmosphäre nicht belastet. Dieser Kraftstoff wird durch vollständige Verwertung von organischen Substanzen hergestellt. Das bei der Verbrennung im Motor entstehende Kohlendioxid ist beim Wachsen der Pflanzen der Luft entnommen worden. Damit entfällt die seit der Geburtsstunde des Automobils gegebene Situation von zusätzlichem Eintrag von Kohlendioxid in die Atmosphäre durch den aus Erdöl hergestellten Kraftstoff beim Autofahren. Noch steht der Kraftstoff nur in kleinen Mengen zur Verfügung. Die Produktionsanlage der Firma Choren ist ein Pilotprojekt, das aber bald durch eine zweite Anlage mit einer höheren Herstellungskapazität und weiter entwickelter Technik ergänzt werden soll.

Quelle: DaimlerChrysler

INFINEON-CHIPS ERMÖGLICHEN EIN-LITER-AUTO

München (05. Juli 2002) – Der Chiphersteller Infineon entwickelt zurzeit zusammen mit Automobilherstellern Chips für die Motoren- und Getriebesteuerung; dies soll den Kraftstoffverbrauch und Schadstoffausstoß von Autos weiter senken. In einem durchschnittlichen Fahrzeug kommen bereits etwa 100 Chips für verschiedene Funktionen zum Einsatz. Neben der Motor- und Getriebesteuerung finden Computerchips in Airbags, ABS und Stabilitätskontrolle (ESP), in elektrischen Fensterhebern, Licht- und Klimaanlagen sowie in Kommunikations- und Navigationssystemen Verwendung.

Quelle: Pressemeldung Infineon



AUFGABEN

1. *Sucht in Zeitschriften und Tageszeitungen nach weiteren Meldungen, die sich mit Alternativen zum herkömmlichen Benzin- oder Dieselmotor beschäftigen!*
2. *Versucht einzuschätzen, wie lange es noch dauern könnte, bis die genannten Technologien in ganz normalen Fahrzeugen zum Einsatz kommen!*

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

LINKSAMMLUNG

Kann man Sonne tanken? Infoblatt 8/8

1. KONVENTIONELL BETRIEBENE AUTOS

www.sparsprit.info
Der Naturschutzbund (NABU) zeigt auf dieser Internetseite, wie Autofahrer mit einfachen Mitteln die Umwelt schonen können – inklusive praktischem Spritsparrechner.

www.bund.net > Suche: Spritspartipps
Der Umweltverband BUND hat ebenfalls Tipps zur Sprit sparenden Fahrweise gesammelt.

2. BIOTREIBSTOFFE

www.umweltbundesamt.at/umwelt/verkehr/kraftstoffe/biokraftstoff/
Das österreichische Umweltbundesamt gibt einen kompakten Überblick über die Verwendung von Biotreibstoffen, bietet Material zum Download an und verweist auf weitere Websites zum Thema.

www.bmu.de > PDF-Datei: broschuere_ee_zahlen.pdf

www.choren.de
Website der Firma Choren aus Freiberg in Sachsen, Hersteller des sogenannten Sundiesels, ein Kraftstoff rein aus pflanzlichen Reststoffen. Choren arbeitet mit VW und Daimler zusammen.

www.ufop.de
Die Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e. V. (UFOP) präsentiert auf ihren Seiten zahlreiche Hintergrundinformationen, Broschüren und Neuigkeiten rund um den Einsatz von Biokraftstoffen z. B. im Verkehr.

www.fnr.de
Die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. informiert auf ihrer Homepage über nachwachsende Rohstoffe und deren Verwendung.

3. BRENNSTOFFZELLE UND AUTOMOBIL

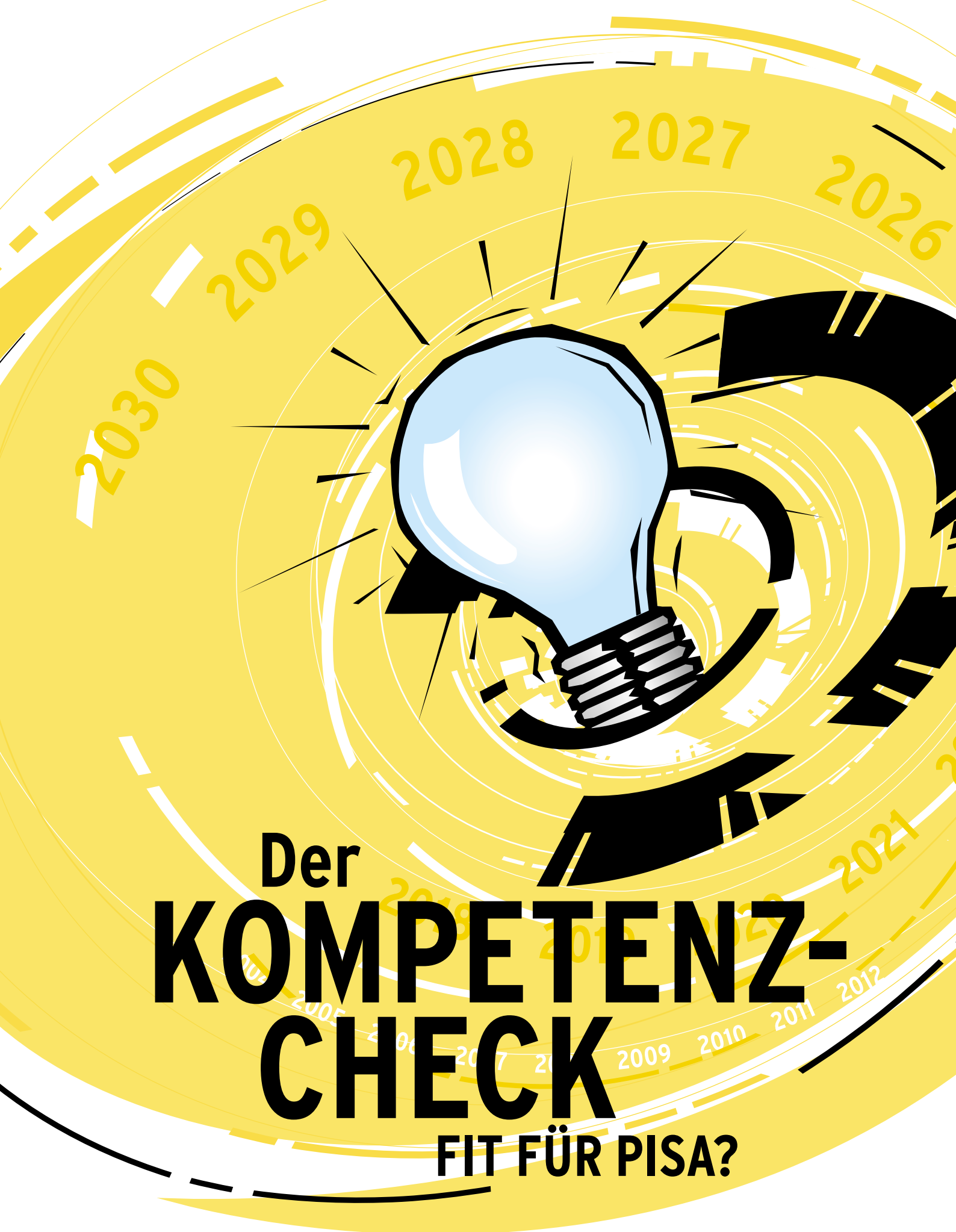
www.initiative-brennstoffzelle.de
Die Initiative Brennstoffzelle wurde von Unternehmen aus der Energiebranche ins Leben gerufen. Auf ihren Seiten informiert sie über die verschiedenen Einsatzgebiete der Brennstoffzelle, u. a. im Verkehr.

www.forum-brennstoffzelle.de
Website der ForschungsAllianz BrennstoffZellen, einer wissenschaftlichen Einrichtung in Baden-Württemberg. Hier gibt es umfassende Informationen über Anwendungsgebiete, Brennstoffzellentypen und weiterführende Links zum Thema.

www.bmu.de/pressemitteilungen/aktuelle_pressemitteilungen/pm/38866.php

Zum Thema „Probleme beim Einsatz der Wasserstofftechnologie“ finden sich Hinweise im Internet unter:
www.seilnacht.com/Lexikon/Solar.htm

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit



Der KOMPETENZ-CHECK

FIT FÜR PISA?

THEMENKOMPLEX ERNEUERBARE ENERGIEN

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit hat eine Broschüre über erneuerbare Energien und nachhaltige Entwicklung herausgebracht. Darin ist zu lesen:

> Praktisch alles Leben auf der Erde bezieht seine Energie aus der Kraft der Sonne. Pflanzen wachsen in der Sonnenstrahlung und bauen so Biomasse auf. Tier und Mensch nutzen diese Biomasse als Nahrung und verwerten so die in ihr gespeicherte Solarenergie. Gleiches gilt, wenn Biomasse technisch genutzt wird. Das dabei freigesetzte Kohlendioxid wird im Kreislauf geführt, da es von den nachwachsenden Pflanzen wieder aufgenommen wird. Die Sonne treibt auch das Wetter an, sorgt für Wind und Niederschläge und schafft so die Voraussetzung für Wind- und Wasserkraft. Sonnenkollektoren, solarthermische Kraftwerke und Solarzellen nutzen die Sonnenstrahlung direkt und ohne den Umweg über ein anderes Medium. Wärmepumpen können unter Einsatz von weiterer Energie die Umgebungswärme nutzen. Schließlich kann man auch die Erdwärme anzapfen. (...) Um die Wärme aus dem Untergrund gewinnen zu können, braucht man gewöhnlich ein Transportmittel.

FRAGE 1:

Welche Arten erneuerbarer Energien werden in dem Text genannt?

_____

_____

FRAGE 2:

Im Text des Ministeriums ist auch von der Wasserkraft die Rede.

Welche der Antworten ist richtig?

- ☐ Je größer das Gefälle, desto schneller fließt ein Fluss, desto mehr Energie kann gewonnen werden.
- ☐ Je langsamer ein Fluss fließt, desto mehr Wasser ist vorhanden, desto mehr Energie kann gewonnen werden.
- ☐ Die meisten Binnenseen befinden sich im Nordosten von Deutschland. Daher sind dort die größten Möglichkeiten für Wasserkraftanlagen zu finden.
- ☐ Wasserkraftanlagen sind deshalb ökologisch sinnvoll, weil sie nur einen geringen Eingriff in die Ökologie eines Gewässers darstellen.

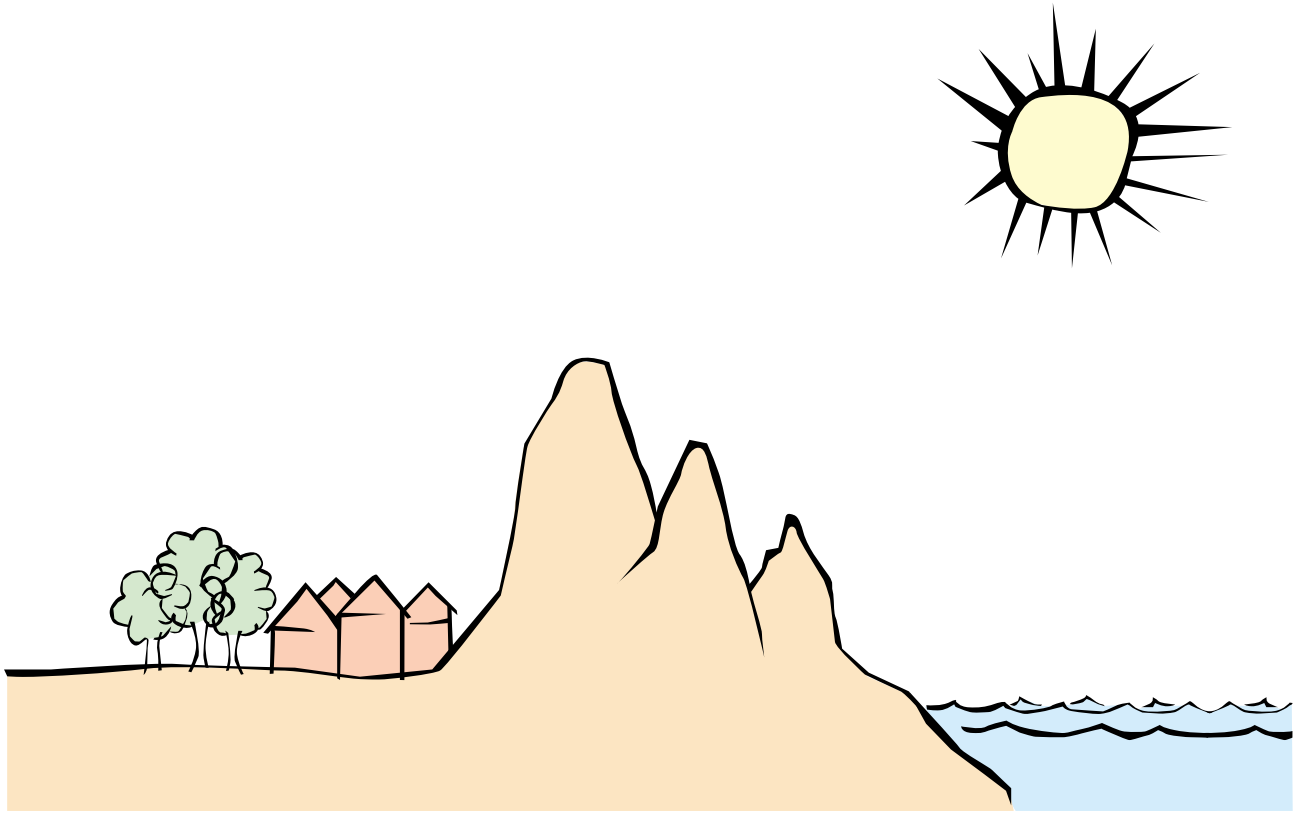
© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

FRAGE 3:

„Die Sonne treibt das Wetter an und sorgt so für Wind“, heißt es im Text des Ministeriums.

Erstens: Was genau ist die Ursache für das Entstehen von Wind?

Zeichne **zweitens** im Schaubild ein, wie Wind entsteht.



Mache **drittens** im Schaubild dort Kreuze, wo sich die günstigen Standorte für eine Windkraftanlage befinden!

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

FRAGE 4:

Nicht nur du hast den Text des Ministeriums gelesen, sondern auch eine Schulklasse am Rand eines kleinen Ortes im Norden Deutschlands, in Schleswig-Holstein. Die setzt nun folgende Frage ins Internet:

Wir überlegen, ob wir einen Teil des für die Schule benötigten Stroms aus Windkraft auf dem Schulgelände gewinnen können. Könnt ihr uns einige Tipps geben, was wir beachten sollten, wenn wir hier im Ort eine Windkraftanlage aufstellen wollen, und welche Probleme auftauchen können?

Was antwortest du?

FRAGE 5:

Der Bürgermeister aus einer kleinen Stadt in Mecklenburg-Vorpommern klagt, dass die Heizkosten für das Wasser im Hallenbad sehr hoch sind. Er hat den oben abgedruckten Teil aus der Broschüre des Ministeriums gelesen und denkt, dass man mit Erdwärme das Schwimmbad beheizen könnte.

Schreibe dem Bürgermeister **erstens**, welche Transportmittel es gibt, um Wärme aus dem Untergrund zu gewinnen.

Teile dem Bürgermeister **zweitens** mit, welche Untersuchungen man durchführen muss, um sagen zu können, ob das Schwimmbad sinnvollerweise mit Erdwärme beheizt werden kann.

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

WIE FIT SIND IHRE SCHÜLERINNEN UND SCHÜLER FÜR PISA?

Die Themen des Bildungsservice sind bewusst im Bereich naturwissenschaftlicher, erdkundlicher und gesellschaftlicher Fragestellungen angesiedelt. Damit sollen moderne naturwissenschaftliche Kompetenzen vermittelt werden mit dem Ziel, eine ebenso verantwortungsvolle wie verständige Teilnahme am heutigen und künftigen gesellschaftlichen Leben zu ermöglichen. Diese entsprechen auch den Kompetenzen, die im Rahmen der Pisa-Tests international überprüft werden. In Anlehnung daran wurden für den Bildungsservice Testaufgaben entwickelt, die es Lehrkräften ermöglichen, das erreichte Kompetenzniveau ihrer Schülerinnen und Schüler einzuschätzen.

Die Kompetenzen, die erworben werden sollen, sind ebenso vielfältig wie anspruchsvoll. In den Materialien zu diesem Thema wird der Ansatz der Gestaltungskompetenz verfolgt (siehe dazu www.blk.de/Inforundgang/Gestaltungskompetenz.php). Heutige Vorstellungen von einer anspruchsvollen, anwendungsorientierten, situations- und problemgerechten naturwissenschaftlichen Grundbildung (scientific literacy) unterscheiden generell folgende Bereiche, denen die Kompetenzen zugeordnet werden können (PISA 2000, S. 195):

- naturwissenschaftliche Begriffe und Prinzipien (...)
- naturwissenschaftliche Untersuchungsmethoden und Denkweisen (...)
- Vorstellungen über die Besonderheiten der Naturwissenschaften (...)
- Vorstellungen über die Beziehungen zwischen Naturwissenschaft, Technik und Gesellschaft (Verständnis des „Unternehmens Naturwissenschaft“ im sozialen, ökonomischen und ökologischen Kontext)
- Einstellungen und Wertentscheidungen zur Anwendung von Naturwissenschaften wie zur Natur als Teil der Lebenswelt

Zentrale Facetten der scientific literacy sind:

Naturwissenschaftliche Prozesse – das sind die Denk- und Arbeitsweisen der Naturwissenschaften (z. B. erkennen, dass man ein Problem naturwissenschaftlich bearbeiten kann, aus Daten und Befunden angemessene Schlussfolgerungen ziehen, anderen naturwissenschaftlich argumentierend etwas erklären können, auf der Basis von Daten, Zusammenhängen und Ereignissen Vorhersagen treffen können).

Naturwissenschaftliche Konzepte und Inhalte – das sind die Themen- und Anwendungsfelder, zu denen Naturwissenschaften Aussagen bieten und Erkenntnisse offerieren (z. B. Kraft und Bewegung, Evolution, Immunsystem).

Anwendungsbereiche haben im modernen Verständnis von Naturwissenschaften eine sehr hohe Bedeutung. Denn schließlich soll das erworbene Wissen in Lebenssituationen außerhalb der Schule genutzt werden können. Man unterscheidet dabei zwischen persönlicher, lokaler bzw. kommunaler und globaler Bedeutung.

Es wird zwischen fünf Kompetenzstufen unterschieden (vgl. PISA 2000, S. 203ff):

Kompetenzstufe I: Nominelle naturwissenschaftliche Grundbildung

Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, auf der Basis naturwissenschaftlichen Alltagswissens Schlussfolgerungen zu ziehen und können einfaches Faktenwissen wiedergeben.

Kompetenzstufe II: Funktionale naturwissenschaftliche Grundbildung auf der Basis von Alltagswissen

Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, naturwissenschaftliches Alltagswissen anzuwenden, um Prognosen zu machen oder Erklärungen zu bieten. Sie können mit Verweis auf naturwissenschaftliche Informationen Schlussfolgerungen ziehen und diese bewerten.

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Kompetenzstufe III: Funktionale naturwissenschaftliche Grundbildung unter Anwendung von naturwissenschaftlichem Wissen

Auf dieser Stufe sind die Schülerinnen und Schüler in der Lage, naturwissenschaftliche Konzepte dazu zu nutzen, Erklärungen zu geben und Vorhersagen zu machen. Sie sind in der Lage zu beantworten, welche Fragen man naturwissenschaftlich untersuchen kann.

Kompetenzstufe IV: Konzeptuelle und prozedurale naturwissenschaftliche Grundbildung

Die Schülerinnen und Schüler können Informationen ausmachen und formulieren, die sie zusätzlich benötigen, um gültige Schlussfolgerungen ziehen zu können. Sie können entsprechende Daten für Argumentationsketten nutzen und diese kommunizieren. Sie können elaborierte naturwissenschaftliche Konzepte bei der Formulierung von Vorhersagen und für Erklärungen nutzen.

Kompetenzstufe V: Konzeptuelle und prozedurale naturwissenschaftliche Grundbildung auf hohem Niveau

Die Schülerinnen und Schüler können mit konzeptuellen Modellen arbeiten und Untersuchungen systematisch analysieren. Sie können mehrere Perspektiven berücksichtigen und können zielgruppenspezifisch argumentieren.

Kompetenzstufe IV und V unterscheiden sich in Bezug auf die Komplexität, Präzision und Systematik, die zur Beantwortung erforderlich sind.

Beim PISA-Test 2000 zur naturwissenschaftlichen Grundbildung wurden zu 60 Prozent Multiple-Choice-Aufgaben und zu 40 Prozent Aufgaben im offenen Format zugrunde gelegt. Diese Relation wurde hier nicht gewählt, da Multiple-Choice-Aufgaben recht einfach zu formulieren und gängige Praxis sind. Daher wurde der Anteil der Fragen im offenen Format stark erweitert.

Für jeden Themenkomplex des Bildungsservice werden Fragen entwickelt und den oben genannten Kompetenzstufen zugeordnet. Diese Zuordnungen basieren auf Plausibilitätsannahmen und stellen keinerlei Eichung dar. Es handelt sich vielmehr um Vorschläge, die Lehrkräfte anhand eigener Erfahrungen anpassen können und sollen. Dies betrifft auch den Schwierigkeitsgrad der Aufgaben und bei manchen Fragen die Anzahl der möglichen Antworten. Im Verlauf der weiteren Arbeit am Bildungsservice ist vorgesehen, die konkreten Rückmeldungen von Lehrkräften in den Fragenkomplexen zu berücksichtigen.

Angemerkt sei noch,

1. dass im Test PISA 2000 die 15-Jährigen in Deutschland im Durchschnitt (also über alle Schulformen hinweg) im obersten Feld der Kompetenzstufe II angesiedelt waren. Nur 3,4 % erreichten die Kompetenzstufe V, rund 26 % erreichten nur Kompetenzstufe I (26 % Kompetenzstufe II, 20 % Kompetenzstufe III und 24 % Kompetenzstufe IV);

2. dass nicht alle Aspekte der naturwissenschaftlichen Grundbildung in einem Aufgabenkomplex untergebracht sein können. Dazu sind jeweils mehrere Aufgaben erforderlich;

3. dass die Aufgaben in ihren einzelnen Fragen auch Anforderungen enthalten, die nicht mit dem Material zu den erneuerbaren Energien abgedeckt sind. Dies ist bei der Erfassung von Kompetenzen üblich und notwendig, um einen zu engen Bezug zum Curriculum zu vermeiden.

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

THEMENKOMPLEX ERNEUERBARE ENERGIEN

FRAGE 1

Absicht der Frage:

Informationen heraussuchen, einfaches, im Text enthaltenes Faktenwissen wiedergeben – dies entspricht der Kompetenzstufe I.

Vollständig gelöst:

1. Solarenergie
2. Biomasse
3. Windkraft
4. Wasserkraft
5. Erdwärme

Je mehr richtige Antworten gegeben werden können, desto mehr Punkte erhält die Schülerin bzw. der Schüler.

Wenn Sonnenkollektoren, solarthermische Kraftwerke, Wärmepumpen und Solarzellen als Quellen genannt werden, so ist dieses sachlich falsch.

Wenn diese Techniken als Unterpunkt von Solarenergie genannt werden (z. B.: „Solarenergie wird mit Hilfe von Solarzellen gewonnen“), dann können Zusatzpunkte vergeben werden.

Werden nur Worte wie „Wind, Wasser, Sonne“ genutzt, so sind diese nur als Teilantworten zu werten und deuten auf ein unpräzises Fachvokabular hin.

FRAGE 2

Absicht der Frage:

Es soll geprüft werden, ob naturwissenschaftliches, geografisches und ökologisches Grundwissen vorhanden ist, das auch ausschließendes Wissen ist (Antwortmöglichkeit 2). Dementsprechend ist das Niveau dieser Fragestellung in der Kompetenzstufe II anzusiedeln.

Vollständige Lösung:

Nur die erste Antwort ist richtig.

FRAGE 3

Absicht der Frage:

Die Schüler müssen hier naturwissenschaftliche Konzepte nutzen, um Erklärungen abgeben und Vorhersagen machen zu können. Das entspricht der Kompetenzstufe III für die Teilfragen 1 und 2.

Die Teilfrage 3 kann auf der Basis naturwissenschaftlichen Alltagswissens beantwortet werden. Das entspricht Kompetenzstufe I.

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Vollständige Lösung:

Teilfrage 1:

Es sollte eine Beschreibung erfolgen, in der die Termini Druckunterschied und Luftbewegung benutzt werden. Richtig ist auch eine Beschreibung, die besagt, dass warme Luft aufsteigt und so ein Hochdruckgebiet entsteht, womit gleichzeitig am Boden ein Tiefdruckgebiet entsteht. Die Luft kühlt sich ab und bewegt sich wieder zur Erdoberfläche usw.

Teilfrage 2:

Es sollte der Tief-Hoch-Tief-Hoch-Kreislauf eingezeichnet werden. Wird dieses mit Pfeilen in richtiger Richtung versehen (vom Hoch zum Tief zum Hoch usw.), so ist diese Aufgabe vollständig gelöst, ansonsten wird eine Teillösung erreicht.

Teilfrage 3:

Es sind drei Standorte möglich: auf dem Berg, am Strand und im Wasser. Alle anderen Lösungen sind falsch.

Je mehr richtige Antworten bei Teilfrage 3 gegeben werden, desto mehr Punkte gibt es.

Wichtiger Hinweis: Obwohl ein Standort auf dem Berg physikalisch gesehen ideal wäre, ist er aus dem Blickwinkel des Landschafts- und Naturschutzes nicht zu präferieren. Es empfiehlt sich, bei der Auswertung auf diese Problematik hinzuweisen, die ja auch bei Frage 4 eine wichtige Rolle spielt.

FRAGE 4

Absicht der Frage:

Die Schüler müssen hier naturwissenschaftliche Erkenntnisse, aber auch gesellschaftliche Argumente und Einsichten anführen. Es ist eine höhere Kompetenzstufe erforderlich als bei der Benennung von Begriffen oder Fakten. Um zu vollständigen Lösungen zu kommen, müssen mehrere Perspektiven eingenommen werden (Naturschützer, Anwohner, Kommune mit ihren Bauvorschriften usw.). Daher wird mit einer vollständigen Antwort die Kompetenzstufe V erreicht.

Lösungen:

Physikalisch-technische Aspekte

- Die Windverhältnisse am Standort sind zentral für das Aufstellen einer Windkraftanlage. Die Schülerinnen und Schüler sollen für den vorgesehenen Standort ein Gutachten einholen (z. B. vom Deutschen Wetterdienst).
- Je höher das Windkraftrad, desto gleichmäßiger strömt der Wind (keine Ablenkung durch die Bodenfläche).
- Es muss geklärt werden, wie viel Strom mit der Anlage erzeugt werden soll.
- Es muss beachtet werden, dass auch andere Stromquellen zur Verfügung stehen, wenn zu geringe Windgeschwindigkeiten herrschen.

Rechtliche und kommunale Aspekte

- Örtliche Bauvorschriften müssen beachtet werden.
- Die örtliche Genehmigung des Standortes ist wichtig.
- Die Anwohner sind zu informieren und für das Projekt zu gewinnen.

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Soziale, politische und ökologische Aspekte

- Windräder verursachen Geräusche, die stören könnten.
- Windräder können das Landschaftsbild verändern.
- Manchmal haben Naturschützer Vorbehalte gegen Windräder, weil sie denken, insbesondere Vögel würden in ihrem Zug- und Brutverhalten beeinträchtigt.

Als vollständig gelöst sollte die Aufgabe gelten, wenn jeweils mindestens zwei Antworten unter den drei Aspekten genannt werden. Weniger Antworten führen zu Teillösungen.

Je mehr richtige Antworten, desto mehr Punkte gibt es.

FRAGE 5

Absicht der Frage:

In der Teilfrage 2 wird die Kompetenzstufe IV angesprochen: Die Schülerinnen und Schüler sollen formulieren, welche naturwissenschaftlichen Informationen sie für eine Entscheidung benötigen und welche Techniken angewendet werden müssen.

Antworten für die Teilfrage 1 liegen zwischen den Kompetenzstufen II und III: Naturwissenschaftliches Alltagswissen (warmes Wasser nach oben pumpen) lässt sich hier mit naturwissenschaftlich-technischem Grundwissen (kaltes Wasser in die Tiefe pumpen, es erhitzt sich und kann als warmes Wasser wieder nach oben befördert werden) verbinden.

Vollständige Lösung:

Teilfrage 1

a) Es kann Dampf oder heißes Wasser im Untergrund vorhanden sein, das an die Oberfläche befördert werden kann (Fördersonde). Wenn es abgekühlt ist, wird es in der Regel wieder in den Untergrund zurückgepumpt werden (Injektionssonde).

b) Es wird kaltes Wasser in die Tiefe gepumpt (Injektionssonde), dort erwärmt es sich und es wird an anderer Stelle wieder hochgepumpt (Fördersonde).

Teilfrage 2

- Es muss sich um ein Gebiet mit hydrothermalen Energieressourcen handeln. Dieses ist in Norddeutschland in der Regel gegeben.
- Es muss eine Tiefbohrung vorgenommen werden.
- Man benötigt zumindest eine Temperatur von 40 Grad Celsius.
- Man benötigt bei positiver Bewertung der Nutzungsmöglichkeit in der Regel eine zweite Bohrung, um das Wasser (wieder) in die Tiefe zu bringen (Ausgleich der Wasserbilanz in der Förderschicht; Achtung: Hier gibt es auch Ausnahmen: In wenigen Regionen fließt so viel Wasser nach, dass ein Ausgleich nicht nötig ist und das abgekühlte Wasser als Trinkwasser genutzt werden kann).
- Es muss eine Kosten-Nutzen-Analyse erstellt werden.

Als vollständig gelöst sollte die Aufgabe gelten, wenn mindestens drei Antworten unter den fünf Aspekten genannt werden. Der Terminus „hydrothermale Energieressourcen“ muss dabei nicht genutzt werden. Umschreibungen sind gültig. Weniger Antworten führen zu Teillösungen.

Je mehr richtige Antworten, desto mehr Punkte gibt es.

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

HANDREICHUNG FÜR LEHRKRÄFTE

INFORMATIONEN FÜR LEHRKRÄFTE

Die Titelgeschichte dient zur Einführung und als Rahmenhandlung für die Unterrichtseinheiten zum Themenfeld erneuerbare Energien. Hierfür wurden vier Identifikationsfiguren entwickelt, um die Schülerinnen und Schüler anzuregen, sich fantasievoll mit den Themen Energie, Energieerzeugung und erneuerbare Energien zu beschäftigen.

Die Schülerinnen und Schüler gehen mit den vier jugendlichen Helden auf eine Reise in das Jahr 2030 und entdecken dort die Zukunft der Energieerzeugung. Sie müssen erkennen, dass auch die Zukunft kein Schlaraffenland bereithält und Energie immer noch wertvoll und teuer ist. Sie wird aufwendig mithilfe erneuerbarer Energieträger erzeugt, auch Energie sparen ist nach wie vor ein wichtiges Thema.

Darüber hinaus begleiten die vier Helden weitere Themen der Bildungsmaterialien, wie zum Beispiel Klimaschutz und Klimapolitik sowie Umwelt und Gesundheit mit den Unterthemen Lärm und Lärmschutz, Schutz von Badegewässern und Qualität der Innenraumluft.

DIE GESCHICHTE

Felix darf mit seiner Mutter ins Jahr 2030 reisen. Als er seinen Freunden Viona, Manuel und Aysche per SMS einen Hilferuf aus der Zukunft schickt, reisen die drei natürlich sofort hinterher. Dort treffen sie zum Beispiel auf Saranchimeg und Sergio, aber auch auf Professor Technikgeil, der sie auf die Internationale Raumstation mitnimmt. Ihre Suche nach Felix führt sie in ein hypermodernes Haus und in eine europäische Energiemanagementzentrale. Sie hören von Solarzeppelinen, Streetsailorn und SunZeros. Vieles kommt ihnen aber auch vertraut vor, und so finden sie sich ziemlich schnell in der Zukunft zurecht. Ob sie am Ende Felix und seiner Mutter helfen können?

VERLAUFSVORSCHLAG

Lassen Sie Ihre Schülerinnen und Schüler die Geschichte als Vorbereitung auf die Behandlung des Themas erneuerbare Energien lesen. Sie können die einzelnen Kapitel der Titelgeschichte auch als Verbindung zu den entsprechenden Unterrichtseinheiten nutzen. Oder ziehen Sie die Geschichte als Vorlage heran, für die Entwicklung eines Szenarios zur zukünftigen Energieversorgung durch Ihre Schülerinnen und Schüler. Auch eine Diskussionsrunde in Ihrer Klasse zu den in der Geschichte angesprochenen Zukunftstechniken ist möglich.

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

INFORMATIONEN FÜR LEHRKRÄFTE

Der konkreten Nutzung erneuerbarer Energien vorgelagert ist das Verständnis, dass in der Natur Energieströme existieren, die sich erneuern und die, teilweise bereits seit Jahrtausenden, zur Energiegewinnung genutzt werden. In dieser Unterrichtseinheit geht es darum, den Schülerinnen und Schülern das Erkennen solcher Energieströme zu erleichtern und daraus abzuleiten, dass diese zur Lösung von Umwelt- und Energieproblemen der Zukunft beitragen.

LEHRPLANANBINDUNG

- Solarenergie und ihre Grundlagen
- Fast alle Energie stammt von der Sonne: Entstehung der Primärenergieträger (Kohle, Erdöl, Erdgas), regenerative Energiequellen (Biomasse, Wind, Wasser, Licht)
- Energieträger: regenerative Energieträger
- Produktion im ökologischen Kreislauf: Einsatzmöglichkeiten regenerativer Energien
- Erneuerbare und fossile Energieträger
- Pflanzen als Energie- und Rohstofflieferanten der Zukunft
- Regenerative Energiequellen: Wärme und Licht, Nutzung des Sonnenlichts zur Wärme- und Stromerzeugung, Energiegewinnung durch Wind und Wasser
- Einblick in die Energietechnik: regenerative Energiequellen

VERLAUFSVORSCHLAG

Folgende Frage ist vorab zu klären:

- Was versteht man unter „erneuerbaren Energien“ und was ist der Unterschied zu fossilen Energien?
- Brainstorming und Erstellung einer Mindmap: natürliche Energieströme
- Danach teilt sich die Klasse in Arbeitsgruppen. Die Arbeitsgruppen bearbeiten die natürlichen Energieformen und die Möglichkeiten zu ihrer Nutzung.
- Die Infoblätter können von den Arbeitsgruppen ebenfalls genutzt werden.
- Im anschließenden Plenum trägt jede Arbeitsgruppe ihr Ergebnis vor. Es werden Ergänzungen der Mitschüler einbezogen.
- Das Dossier wird mit Bildern und Beispielen aus der Praxis ergänzt und mit einer Stellungnahme der Klasse versehen.
- Gemeinsam erarbeitet die Klasse ein Zukunftsszenario: Wie werden natürliche Energieströme im Jahr 2030 genutzt?
- Das Dossier könnte z. B. als Wandzeitung o. ä. präsentiert werden.

MATERIAL

Arbeitsblätter

- Sonnenwärme
- Fotovoltaik
- Wind
- Wasser
- Biomasse
- Erdwärme

Ergänzende Informationen

- Infoblätter
- Pressespiegel

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

LÖSUNGEN UND HINWEISE ZU DEN AUFGABEN AUF DEN ARBEITSBLÄTTERN

Arbeitsblatt 1: Energie aus der Zukunft

1. Sonnenwärme, Windkraft, Wasserkraft, Biomasse, Erdwärme
2. Fotovoltaik, Solarthermie, Windkraftanlage, Wasserkraftwerk, Biomasseheizkraftwerk, Erdwärmekraftwerk

Arbeitsblatt 2: Sonnenwärme

1. Der Hohlspiegel muss schräg unter dem Wasserrohr so platziert werden, dass sein Fokus direkt auf dem Rohr liegt. Dann lassen sich aus den Strahlen mehrere Wärmepunkte gewinnen.
2. Solche hohen Temperaturen braucht man, um richtig heißes Wasser oder sogar Dampf zu erzeugen.
3. Diese Technik wird zum Beispiel bei Solarkochern genutzt, mit denen man sogar in unseren Breiten Tee kochen oder Würste grillen kann. Aber auch das Parabolrinnenkraftwerk nutzt diese Technik

Arbeitsblatt 3: Strom aus der Sonne

1. Beim Platzieren der Blitze die Straßenlaternen nicht vergessen!
2. Solar-Panels können sehr gut auf den Dächern, aber auch auf dem Lärmschutzwall platziert werden.
3. Da diese Flächen nicht ausreichen: Sollten Solar-Panels auch auf der Wiese am Fluss aufgestellt werden? Sollte man auf landwirtschaftliche Nutzung verzichten?

Arbeitsblatt 4: Windenergie

1. Der Wind weht immer vom Hoch zum Tief.
2. Die Windkraftanlage wird am besten an der Küste platziert, da dort ein stetiger Wind weht.

Arbeitsblatt 5: Windenergie

1. Die Ballons werden entsprechend der Windrichtung von Hoch zu Tief getrieben; d. h. der jeweils ganz rechte und linke Ballon bewegen sich vertikal. Der Ballon in der Mitte bewegt sich kaum. Der Ballon mit den Punkten wird sich vermutlich sehr schnell bewegen; er wird von den am Berg aufsteigenden Winden emporgetragen und wird links außerhalb des Bildes landen. Der oberste Ballon wird zunächst nach rechts getrieben und steigt dann sogar noch weiter empor – er wird wohl am weitesten fliegen.
3. Das Windrad könnte am besten auf der rechten Seite des Berges platziert werden. Zwar würde es auch zwischen Wald und Siedlung arbeiten können, jedoch würde es dort möglicherweise zu Nutzungskonflikten kommen.

Arbeitsblatt 6: Wasserkraft

1. Für den vollständigen Kreislauf fehlt die Verdunstung vom Wasser in Richtung Wolke.

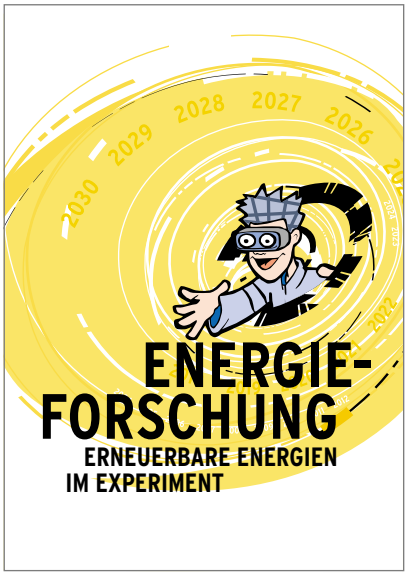
Arbeitsblatt 7: Wasserkraft

1. Die richtigen Begriffe von oben nach unten: Niederschlag – Verdunstung – Wasserfall – Quelle – Sickerwasser – Grundwasser
2. Wasserkraft lässt sich am Wasserfall nutzen, aber auch am Fluss – der hier jedoch angestaut werden müsste.
3. Das Wasser erhält immer wieder neu seine Energie von der Sonne.

Arbeitsblatt 8: Biomasse

1. Rapsöl kann man tanken – Wasser wird nicht heiß in Schilfrohren – Bienen sorgen für Kerzenwachs – Aus feuchtem Holz lässt sich kein Strom gewinnen – Aus Kuhmist lässt sich Biogas gewinnen, das zur Stromerzeugung dient.

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit



Experimente mit Formen der erneuerbaren Energien haben den großen Vorteil, dass sich ihr Zweck auch jüngeren Schülerinnen und Schülern leicht erschließt. Die Nutzung der Energie von Sonne, Wind und Biomasse sowie der Nutzen von Wärmedämmung weisen viele Bezüge zur Lebenswelt und -erfahrung auch von Jugendlichen auf. Nicht zuletzt sind praktische Anwendungen dieser Energienutzung heute auch im Alltag von Jugendlichen stärker präsent als je zuvor.

Die ausgewählten Experimente zeichnen sich dadurch aus, dass sie mit vergleichsweise einfachen Mitteln zu realisieren sind. Gleichwohl sind sie nicht trivial, sondern eignen sich zugleich als Vorbereitung zum einfachen wissenschaftlichen Arbeiten, zur Hypothesenbildung etc.

Unter diesen Gesichtspunkten eignen sich Experimente mit Erdwärme und Wasserkraft nicht für das vorliegende Material und wurden deshalb bewusst ausgespart. Für diese Formen der erneuerbaren Energien muss auf Betriebsbesichtigungen verwiesen werden. Unternehmen aus diesem Sektor, die sich zur Zusammenarbeit mit Schulen bereit erklärt haben, finden Sie zum Beispiel unter http://dokumente.unendlicheenergie.de/mitmachen_projektpartner.php4.

Die methodische Inszenierung sieht vor, dass die Klasse als Forschungsgruppe folgende Fragen beantworten soll:
- Welche erneuerbaren Energien gibt es und wie können sie praktisch genutzt werden?
- Wie viel Energie wird damit in Deutschland heute bereits erzeugt und wie viel CO_2 wird damit eingespart?
- Kann man Wärme länger speichern und damit Energie und noch mehr CO_2 einsparen?

LEHRPLANANBINDUNG

- Erzeugung und Speicherung von elektrischer Energie: Solarzellen ...
- Solarenergie: Solartechnik (Kollektoren ...)
- Wärmeenergie: Solarzelle, Solarkollektor ...
- Produktion im ökologischen Kreislauf: Einsatzmöglichkeiten regenerativer Energien
- Pflanzen als Energie- und Rohstofflieferanten der Zukunft
- Regenerative Energiequellen: Wärme und Licht, Nutzung des Sonnenlichts zur Wärme- und Stromerzeugung, Energiegewinnung durch Wind
- Experimentelle Untersuchungen am Sonnenkollektor
- Solarzelle, Fotovoltaik als regenerative Energiegewinnung
- Stromerzeugung aus Sonnenwärme, erneuerbare Energien
- Bauen und Wohnen: Energiekosten
- Rationelle Verwendung von Energie
- Wärmetransport: Beispiele aus Umwelt und Technik unter Beachtung rationaler Nutzung der Wärmeenergie
- Bauen und Wohnen: energiesparende Technologie
- Wärmedämmung: Beispiele

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

VERLAUFSVORSCHLAG

- Vorab mit der Klasse einen Überblick über die erneuerbaren Energien erarbeiten und im Anschluss erläutern, dass sich die folgenden Experimente auf Solarthermie, Fotovoltaik, Biomasse und Windenergie beziehen. Generelle Einsparung von Energie als wichtigen Beitrag zur CO_2-Reduktion erarbeiten und Wärmedämmung als eine Möglichkeit dazu entwickeln. Siehe dazu auch weitere Kapitel des Bildungsservice des BMU, besonders „Energie aus der Zukunft“ das grundlegende Fragen zum Vorhandensein natürlicher Energieströme und deren Nutzung behandelt.

- **HINWEIS:**
  Experimente mit Erdwärme und Wasserkraft sind mit einfachen Mitteln und begrenztem Zeitumfang nicht realisierbar. Dies sollte bei der folgenden Aufteilung der Klasse in Arbeitsgruppen berücksichtigt werden. Es besteht jedoch die Möglichkeit, dennoch Gruppen für diese Energieformen einzuteilen und ihnen Rechercheaufträge zu „ihren“ Energien zuzuweisen. Während die anderen Gruppen experimentieren, würden diese Gruppen dann z. B. im Internet recherchieren und ihre Ergebnisse dann ebenfalls vortragen.

- Die Klasse wird in Gruppen aufgeteilt, es folgt Stationenlernen mit Experimenten zu einzelnen Formen erneuerbarer Energien.

  Tipp:
  Hinweise zum Stationenlernen und zu anderen kooperativen Lernformen finden Sie auf den Internetseiten des BLK-Programms „21“ – Bildung für eine nachhaltige Entwicklung (www.blk21.de).

- Da die Experimente mit vergleichsweise einfachen Mitteln durchgeführt werden können, bietet es sich an, Boxen (z. B. aus Schuhkartons o. ä.) vorzubereiten. Darin finden die Schülerinnen und Schüler alle benötigten Materialien sowie die Experimentieranleitungen.

  Tipp 1:
  Selbstverständlich können die Boxen auch von den Schülern selbst vorbereitet werden, z. B. als Hausaufgabe.

  Tipp 2:
  Sollten die benötigten Materialien nicht vorrätig sein, finden Sie bei den Versuchsbeschreibungen gegebenenfalls Hinweise, wo Sie diese beschaffen können.

- Die Stationen werden in Gruppen bearbeitet.
- Die Gruppen tragen ihre Arbeitsergebnisse im Plenum vor.
- Die Arbeitsergebnisse werden dokumentiert und z. B. auf einer Wandzeitung dargestellt.

MATERIALIEN

1. Experimentiersets bestehen jeweils aus:
- Materialliste
- Experimentiervorschlägen
- Aufgabenstellungen

Es gibt sieben Sets zu folgenden Themen:
- Solarthermie 1 (Absorption)
- Solarthermie 2 (Solarkocher)
- Fotovoltaik
- Biomasse 1 (Brennbarkeit von Holz)
- Biomasse 2 (Holzvergasung)
- Windkraft
- Wärmedämmung

2. Erläuterungen zu den Experimenten

3. Daten und Fakten

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

1. SOLARTHERMIE – ABSORPTION

Vorteile:
- Es wird kein Messinstrument benötigt.
- Der Versuchsaufbau aus allgemein verfügbaren Materialien ist sehr übersichtlich.

Lernziele:
1. Schwarze Oberflächen absorbieren das Sonnenlicht stärker als blanke (oder weiße) Flächen und erhitzen sich in der Sonne daher stärker.
2. Zusätzlich zu den Wärmeverlusten durch Leitung oder Konvektion gibt es die Verluste durch Wärmestrahlung. Schwarze Oberflächen strahlen mehr Wärme ab als metallisch blanke Flächen. In Vakuumkollektoren gibt es fast nur noch diese Art des Wärmeverlustes.
3. Ein idealer Kollektorabsorber absorbiert die Solarstrahlung gut, strahlt aber auch, wenn er heiß ist, nur wenig Wärme ab. Es gibt Materialien, welche die für den Kollektor günstigen Eigenschaften des geschwärzten (hohe Absorption) und des metallisch blanken Blechs (geringe Abstrahlung) vereinigen. Die Oberflächen heutiger Kollektorabsorber bestehen aus diesem Material, den sogenannten selektiven Schichten.

2. SOLARTHERMIE – SOLARKOCHER

Besonderheiten:
- Die Methode zur Erzeugung von Heißwasser mittels Sonnenenergie wird in drei Schritten immer weiter verbessert.
- Wenn mehrere Schüler beteiligt sind, können alle drei Versuchsteile parallel durchgeführt werden.
- Es kann ein Wettbewerb durchgeführt werden, wer am schnellsten hohe Temperaturen erreicht.

Lernziele:
1. Schwarze Gegenstände absorbieren das Sonnenlicht stärker als transparente Körper.
2. Höhere Temperaturen führen zu höheren Wärmeverlusten. Um diese zu verringern, ist eine Wärmedämmung nötig. Auch die transparente Abdeckung des Solarkollektors wirkt als Wärmedämmung.
3. Durch Spiegel und Reflektoren kann die Intensität der Sonneneinstrahlung verstärkt werden. Aber nur dann, wenn die Spiegel der Sonne nachgeführt werden.

3. FOTOVOLTAIK

Vorteile:
- Für den ersten Teil des Experiments werden keine Messinstrumente benötigt.

Teil 1: Leistung und Leistungsanpassung von Solarzellen
Lernziele:
1. Solarzellen wandeln Sonnenlicht in Strom um.
2. Zwei Solarzellen können doppelt so viel Leistung abgeben wie eine Zelle, egal wie sie verschaltet werden.
3. Die Solarzelle (bzw. die Solarmodule, welche sich aus vielen Solarzellen zusammensetzen) muss zu dem Stromverbraucher passen, damit sie ihre maximal mögliche Leistung erbringen kann.

Teil 2: Die Strom-Spannungs-Kennlinie der Solarzelle (I-U-Kennlinie)
Lernziele:
1. Der Kurzschlussstrom IKS einer Solarzelle ist proportional zur Einstrahlung.
2. Die Leerlaufspannung U_0 einer Solarzelle ist nur geringfügig abhängig von der Einstrahlung.
3. Mithilfe der I-U-Kennlinien können die Strom- und Spannungswerte bestimmt werden, bei welchen Solarzellen (oder Schaltungen aus Solarzellen) ihre maximale Leistung abgeben. Näherungsweise liegt dieser Punkt bei 75 % des Wertes für U_0. An diesen Punkt müssen die angeschlossenen Geräte angepasst werden. Bei schlechter Anpassung wird beispielsweise ein Elektromotor kaum arbeiten oder ein Widerstand in einem Wasserkocher nicht heiß werden.

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

TEILWEISE ABSCHATTUNG VON FOTOVOLTAIK-ANLAGEN

Lernziele:

1. In der einen Richtung ist der Strom durch die FV-Zelle durch die solare Einstrahlung begrenzt. Im Dunkeln ist er praktisch null, auch dann, wenn von außen eine Spannung angelegt wird (z. B. durch eine noch unverschattete Solarzelle). Die Solarzelle wirkt dann wie ein nahezu unendlich großer Widerstand für diese Stromrichtung. Die Abschattung von nur einer Zelle in einer Reihenschaltung macht daher die Leistung aller anderen Zellen zunichte.
2. In der Gegenrichtung kann nahezu beliebig viel Strom durch die Zelle fließen, vorausgesetzt, dass die Spannung, die angelegt wird, größer als die von der momentanen Einstrahlung abhängige Leerlaufspannung ist. Für diese Stromrichtung wirkt die Solarzelle im Dunkeln wie ein sehr kleiner Widerstand. In einer Parallelschaltung wirkt die Abschattung nur einer Zelle wie ein Kurzschluss, durch den der Solarstrom aus den übrigen Zellen nutzlos abgeleitet wird.
3. Im Dunkeln verhält sich eine Solarzelle wie das elektronische Bauteil Diode: In der einen Richtung wird Strom durchgelassen, in der anderen Richtung gesperrt.
4. Ein paradox erscheinendes Ergebnis des Versuchs ist: Die Erweiterung einer Solaranlage durch eine zusätzliche, aber ungünstig platzierte Zelle ist möglicherweise nicht nur nutzlos, sondern sogar schädlich. In FV-Anlagen, bei denen eine größere Anzahl von Zellen sowohl in Reihe als auch parallel geschaltet sind, muss durch geeignete Maßnahmen (Einbau von Dioden) verhindert werden, dass aufgrund von Verschattung einzelner Zellen (z. B. durch Schornsteine, Bäume etc.) die Leistung der Gesamtanlage zu stark beeinträchtigt wird.

4. BIOMASSE I: HOLZ ENTWÄSSERN

Lernziele:

1. Frisches Holz enthält viel Wasser, Nadelholz bis 60 %, Laubholz bis 50 %.
2. Der Heizwert von trockenem Holz ist höher als von frischem.

5. BIOMASSE II: HOLZVERGASER

Lernziele:

1. Wenn Holz erhitzt wird, entstehen brennbare Gase.
2. Nachdem das Gas entwichen ist, verbleibt Holzkohle. Sie wurde früher von den Köhlern für die Schmiede hergestellt, da sie mit sehr hoher Temperatur verbrannt werden kann.

6. DAS AUFWINDKRAFTWERK – AUS SONNE ENTSTEHT WIND

Lernziele:

1. Von der Sonne erwärmte Luft steigt auf. Was im Versuch im Schornstein geschieht, geschieht in der Natur in sogenannten Thermikschläuchen. Die Quellbewölkung (Kumuluswolken) entsteht aus solchen Thermikschläuchen. Bei Gewitterwolken reichen sie bis in sehr große Höhen.
2 Am Boden (sowohl im Versuch als auch in der Natur) wird von der aufsteigenden Luft nachströmende Luft angesaugt. Dies macht sich in der Natur als Wind bemerkbar. In Gewitternähe frischt er böig auf. Im globalen Maßstab steigt am Äquator wärmere Luft auf und an den Polen kalte Luft ab. Die von den kühlen Gebieten zum heißen Äquator nachströmende Luft sorgt für die überregionalen Winde.
3. In Aufwindkraftwerken kann Strom gewonnen werden, indem von der Windturbine im Aufwindturm ein Generator angetrieben wird.

7. EXPERIMENT: WÄRMEDÄMMUNG

Vorteile:

- Es wird kein Messinstrument benötigt.
- Die benötigten Materialien sind einfach zu beschaffen.

Lernziele:

Eine gute Wärmedämmung hat folgende Eigenschaften:

1. Das verwendete Wärmedämmmaterial leitet die Wärme schlecht (siehe Tabelle). Es ist typischerweise sehr leicht.
2. Es dürfen keine Wärmebrücken vorhanden sein. (Das sind Stellen, an denen, meist aus konstruktiven Gründen, die Wärmedämmung schlechter ist als an den übrigen Stellen.)
3. Je dicker eine wärmebrückenfreie Wärmedämmung ist, desto besser isoliert sie.

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

LEBENSSTIL, ENERGIEVERBRAUCH UND GERECHTIGKEIT

Die Bedeutung der erneuerbaren Energien für die nachhaltige Entwicklung der gesamten Weltgemeinschaft wird besonders deutlich, wenn man sich bewusst macht, wie ungleich Energieverbrauch und CO_2-Ausstoß derzeit auf der Welt verteilt sind. Die Industriestaaten der Triade Nordamerika-Japan-Europa mit 20 Prozent der Weltbevölkerung verbrauchen mehr als 70 Prozent der kommerziellen Energieträger.

Längst ist klar, dass dieses heutige System nicht zukunftsfähig ist. Allein mit Indien und China treten Industrienationen auf den Plan, die einen enormen Energiehunger haben und bereits heute die Weltenergiemärkte massiv beeinflussen. Sollten diese Länder den gleichen Weg gehen wie die „alten" Industriestaaten bisher, sind die Folgen für die Energieversorgung und für das Klima kaum absehbar.

Die folgenden Materialien sollen dazu dienen, den Schülerinnen und Schülern diese Relationen bewusst zu machen. Sie sollen ihre eigene Lebensweise mit der von Familien in anderen Ländern vergleichen und gemeinsam über Fragen der Gerechtigkeit reflektieren. Abschließend gilt es, diese Erkenntnisse in konkrete Tipps für das persönliche Handeln umzusetzen.

LEHRPLANANBINDUNG

- Fossile Brenn- und Rohstoffe: allgemeine Rohstoff- und Energiesituation/Werten der Nutzung
- Ökologische Konsequenzen der Nutzung fossiler Brennstoffe
- Energieträger: Umweltproblematik; Art und Ausmaß von Umweltbelastungen (lokale bis weltweite Auswirkungen menschlicher Eingriffe auf Luft, Wasser, Boden, Klima usw., Einzelwirkungen, Wirkungszusammenhänge)
- Umweltaspekte der Nutzung von Elektroenergie
- Umweltbelastung durch Gewinnung und Transport, Verarbeitung und Verbrauch fossiler Energie
- Entwicklung des Energiebedarfs der Bundesrepublik Deutschland und der Weltgemeinschaft; weltweite Energievorräte
- Energieträger und die Auswirkungen ihrer Verwendung auf die Umwelt
- Rohstoffwirtschaft und ihre ökologischen Auswirkungen am Beispiel der Energierohstoffe: Abbau, Welthandel und ökologische Aspekte bei der Nutzung von Erdöl/ökologische Aspekte bei Nutzung von Kohle; Rekultivierung/Weltenergieverbrauch; Energiesituation in Deutschland
- Umweltprobleme durch Erdöl und seine Produkte; Maßnahmen zu ihrer Bewältigung, u. a. umweltbewusstes Autofahren
- Probleme infolge der Energienutzung; CO_2-Problematik bei fossilen Energieträgern; Risiken bei der Kernenergie; Verfügbarkeit regenerativer Energien
- Arbeitsentlastung und Energieverbrauch durch Haushaltsgeräte
- Wirtschaften im Haushalt: Ökologie: Langlebigkeit von Produkten; Energiebilanz; umweltverträgliche Produktion, Nutzung und Entsorgung
- Wege zur mündigen Verbraucherin bzw. zum mündigen Verbraucher: Energieaufwand bei Herstellung und Transport von Waren
- Globale und regionale Energieszenarien: Entwicklung des Weltenergieverbrauchs, Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch
- Bauen und Wohnen: Energiekosten
- USA: ökologische Fragestellungen: Folgen der Überproduktion und des wachsenden Energiebedarfs

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

- Energieumsatz der Bundesrepublik Deutschland; Rolle der verschiedenen Energieträger
- Rationelle Verwendung von Energie
- Möglichkeiten und Grenzen der Technik im Umweltschutz; Energieeinsparung und umweltschonende Energieversorgung als Forschungs- und Entwicklungsaufgabe; Vermeidung von Umweltproblemen durch vorausschauendes Planen und Forschen
- Verteilung des Energieverbrauchs (Energiebedarf von Verbrauchergruppen, Weltenergieverbrauch), Energiesparmaßnahmen (Energiereserven)
- Energieeinsparung; Möglichkeiten eigenen Handelns; Anknüpfen an die Erfahrungswelt der Schüler und Schülerinnen, z. B. Umgang mit Haushaltsgeräten

VERLAUFSVORSCHLAG

1. Einführung in die Problematik Bevölkerungsdichte und Energieverbrauch weltweit. Zuerst erarbeiten die Schülerinnen und Schüler die Relationen. Dazu eignet sich das Stuhlspiel. Die Schülerinnen und Schüler ermitteln mithilfe einer Tabelle, welcher Anzahl von Schülerinnen und Schülern in der Klasse die Bevölkerungszahl der einzelnen Kontinente entspricht. Sie stellen dann fest, dass z. B. nur zwei Mitschüler Europa repräsentieren, jedoch mehr als zwölf Asien etc. Anschließend werden die Relationen beim Energieverbrauch anhand der in der Klasse vorhandenen Stühle dargestellt. Sehr sinnfällig wird deutlich, dass die „Nordamerikaner“ es sich auf mehreren Stühlen bequem machen können, die vielen „Asiaten“ hingegen mit vergleichsweise wenigen Stühlen auskommen müssen.
2. Einführung von Gerechtigkeitsmodellen durch Berücksichtigung von Kultur, Klima- und Wohnsituation. Dazu stellen die Schülerinnen und Schüler Familien aus verschiedenen Erdteilen vor. Sie vergleichen die unterschiedlichen Bedürfnisse an Wohnung, Besitz, Energieeinsatz, Verkehr, Lebensmitteln. Sie berücksichtigen aber auch Produktivität und Leistung in diesen Ländern. Aus diesen Vergleichen versuchen sie unterschiedliche Modelle von Gerechtigkeit (Leistungs-, Verteilungs- und Zugangsgerechtigkeit) zu entwickeln.
3. Im nächsten Schritt errechnen die Schüler ihre persönlichen Werte von Energieverbrauch und CO_2-Ausstoß anhand einer Tabelle. Sie stellen fest, dass ihre Werte sehr hoch liegen und somit eigentlich „ungerecht“ sind.
4. Nun geht es darum, wie jeder persönlich Gerechtigkeit herstellen könnte. Anhand eines beispielhaften Tagesablaufs wird deutlich, dass in praktisch allen persönlichen Lebensbereichen Energie verbraucht wird. Durch Diskussion werden Lebensbereiche definiert (Haushalt, Verkehr, Freizeit, Urlaub, Ernährung, Konsum, Schule, Arbeit etc.). Die Klasse teilt sich in Arbeitsgruppen auf. Jede Arbeitsgruppe erarbeitet für die einzelnen Lebensbereiche Vorschläge und Strategien zur Verminderung von Energieverbrauch und CO_2-Ausstoß.
   Tipp: Falls die Klasse nicht von selbst darauf kommt: Der gesamte Bereich Konsum und Konsumprodukte bietet viele Ansätze für Energieeinsparung wie zum Beispiel die Langlebigkeit von Produkten, ihre umweltverträgliche Herstellung, das Thema Entsorgung usw. Ein weiterer wichtiger Bereich sind zum Beispiel die Heizkosten und ihre Relation zur Wohnfläche.
5. Abschließend werden die Vorschläge in der Klasse diskutiert, abgestimmt und beispielsweise zu einem Ratgeber für Jugendliche: „50 Tipps: KlimaGerechtLeben“ zusammengestellt.

MATERIALIEN

1. Verschwender und Habenichtse – Energieverteilung weltweit
2. So leben Menschen weltweit – Was ist gerecht?
   a. Äthiopien
   b. USA
   c. Japan
   d. Indien
   e. Mexiko
   f. Albanien
3. Hintergrund: Gerechtigkeitsmodelle
4. Ich bin doch keine Dreckschleuder!?
5. Der Lifestyle-Energiecheck

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

WAS IST GERECHTIGKEIT?

Vorstellungen von Gerechtigkeit lassen sich in zwei große Denkschulen aufteilen: in die der Egalitaristen und die der Inegalitaristen.

Die Egalitaristen vergleichen und bewerten eine Verteilungssituation von Gütern (z. B. Geld, Essen oder eben Energie), die mehrere Menschen betrifft. Man möchte nun erreichen, dass jedes Mitglied dieser Gruppe die gleiche Güteranzahl erhält oder beispielsweise die gleiche Menge Energie verbrauchen kann. Umstritten ist allerdings seit jeher, wann die Gleichverteilung greifen soll: bei der Verteilung von materiellen Ressourcen, von Freiheitsrechten oder von Chancen auf sozialen Aufstieg?

Die Inegalitaristen sind der Ansicht, dass einzelnen Personen ein bestimmtes Gut zusteht, sie also einen Anspruch darauf haben. Begründung: Manche Bedürfnisse eines Menschen besitzen einen sehr individuellen Charakter – etwa wenn es um Rechte, Privilegien, Leistungen, Verdienste oder Begabungen geht. In diesen Fällen wäre die Herstellung von Gleichheit nach Meinung der Inegalitaristen kein geeignetes Kriterium von Gerechtigkeit. Bezogen auf den Energieverbrauch würde ein Argument hier zum Beispiel lauten, dass Menschen generell unterschiedliche natürliche Bedingungen vorfinden und deshalb auch beim Energieverbrauch nicht gleichgesetzt werden können (kalte und warme Regionen etc.).

Diese beiden Denkschulen finden sich auch in den verschiedenen Formen der Gerechtigkeit wieder.

Leistungsgerechtigkeit:
Sie bedeutet, dass jede Person für eine Leistung, die sie erbracht hat, eine angemessene Entschädigung erhält. Mit anderen Worten: Wer mehr leistet, soll auch mehr Lohn erhalten. Bewertungsgrundlage dafür, ob eine Person mehr oder weniger erhält, ist der Markt. Dieser gibt (wenn er nicht eingeschränkt wird) durch das Zusammenspiel von Angebot und Nachfrage die Knappheit der unterschiedlichen Leistungen wieder. Wie im Wirtschaftsleben gibt es aber auch hier Leistungsmonopole (z. B. ein Film- oder Fußballstar), die der Markt sehr hoch bewertet, andere dagegen gar nicht (etwa Straßenmusikanten).

Bedürfnisgerechtigkeit:
Bedürfnisgerechtigkeit steht im Gegensatz zur Leistungsgerechtigkeit. Sie verlangt, den Bedarf eines Menschen (sein Existenzminimum, ein Leben in Würde) an bestimmten Gütern zu berücksichtigen. Schließlich sollen auch Alte, Kinder oder Behinderte ein Recht auf Leben haben, selbst wenn sie nicht dieselbe Leistung wie andere erbringen können.

Verteilungsgerechtigkeit:
Wenn in der öffentlichen Debatte von sozialer Gerechtigkeit die Rede ist, ist in der Regel die Verteilungsgerechtigkeit gemeint. Sie soll für eine Verteilung der Güter (der Einkommen, der Vermögen) unter maßvoller Berücksichtigung von Leistung und Bedarf mit dem Ziel des sozialen Ausgleichs sorgen. Welche Verteilung als gerecht oder ungerecht betrachtet wird, ist dabei Ergebnis eines politischen Prozesses und hängt von der Art eines Gutes ab.

Chancengerechtigkeit:
Chancengerechtigkeit verfolgt den Abbau von rechtlichen und sozialen Diskriminierungen, um z. B. das Recht auf Arbeit, Bildung, Teilhabe am kulturellen Leben und Fortschritt oder gerechte Arbeitsbedingungen durchzusetzen.

Besitzstandsgerechtigkeit:
Diese Form von Gerechtigkeit geht davon aus, dass erworbene oder erarbeitete Ansprüche, Besitztümer, Titel etc. nicht wieder weggenommen werden dürfen.

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Die heutige weltweite Energieversorgung beruht auf Prämissen, die zumindest mittelfristig in Frage stehen. Zum einen wird Energie hauptsächlich aus der Verbrennung fossiler Energieträger gewonnen. Dies schädigt bereits heute das Klima – da sind sich die Forscher weitestgehend einig. Zudem ist die Reichweite dieser Energieträger, vor allem von Erdöl und Kohle, zwar umstritten, aber in jedem Fall begrenzt. Des Weiteren wird sich der jetzige Zustand wohl auf Dauer kaum halten lassen, dass in aufstrebenden Industrieländern wie China oder Indien nur ein Bruchteil des Pro-Kopf-Verbrauchs an Energie im Vergleich zu den etablierten Regionen anfällt. Und nicht zuletzt sind die Vorkommen fossiler Energieträger geografisch zum Teil stark konzentriert. Dies führt unter anderem zu politischen und im Gefolge zu wirtschaftlichen Verwerfungen.

Das Hauptproblem künftiger Energieversorgungsmodelle liegt im noch ungebremsten weltweiten Energiehunger. Dabei handelt es sich um ein Problem von weltweiter Dimension, das auch nur global gelöst werden kann. Energieeinsparung und Steigerung der Energieeffizienz sind die Voraussetzungen, um hier überhaupt zu Fortschritten zu kommen. Erst dann können Visionen vom weltweiten Ausbau der erneuerbaren Energien überhaupt in den Bereich des Machbaren gelangen.

In den vorliegenden Materialien soll dennoch das Thema der weltweiten Verfügbarkeit erneuerbarer Energieträger verfolgt werden. Es ist jedoch zu betonen, dass in der Realität natürlich nur die Verbindung von Ökologie und Ökonomie Chancen auf Verwirklichung hat, d. h. die hier vorgestellte Idee eines weltweiten Energieversorgungsnetzes auf Basis erneuerbarer Energien ist aus heutiger Sicht natürlich sehr utopisch.

Gleichwohl fallen erneuerbare Energieträger weltweit in breiterer Verteilung an. Vergleicht man zudem die räumliche Anordnung des Energieverbrauchs und zum Beispiel der Möglichkeiten zur Erzeugung von Solarenergie, so fällt auf, dass diese fast komplementär sind: Wo viel Sonne ist, da wird kaum Energie gebraucht und umgekehrt. Ähnliches gilt auch für andere erneuerbare Energieträger.

Ein weltweites Verbundsystem erneuerbarer Energien mit Stromleitungen und Wasserstoffpipelines, die ganze Kontinente verbinden – das klingt nach Zukunftsmusik. Dennoch wird an der Ablösung der Welt-Kohlenwasserstoff-Energiewirtschaft durch die Welt-Wasserstoff-Energiewirtschaft bereits intensiv geforscht und gearbeitet. Unter dem Titel „Trans-Mediterranean Renewable Energy Cooperation TREC“ existieren bereits detaillierte Pläne zu einer Energievernetzung des Mittelmeerraums.

In der vorliegenden Unterrichtseinheit sollen die Schülerinnen und Schüler erkennen, wie die einzelnen erneuerbaren Energieträger weltweit verfügbar sind und herausfinden, wo auf der Erde die meiste Energie verbraucht wird. Mit diesen Erkenntnissen entwerfen sie ein weltweites Versorgungsnetz für erneuerbare Energien.

LEHRPLANANBINDUNG

- Energieversorgung und rationeller Einsatz von Energie: globaler Energiebedarf; biologische und fossile Energiequellen (Bilanzen; Nutzung von Primärenergiequellen; regenerierbare Energiequellen)
- Erneuerbare und fossile Energieträger
- Pflanzen als Energie- und Rohstofflieferanten der Zukunft
- Einblick in die Energietechnik: regenerative Energiequellen
- Ökologische Konsequenzen der Nutzung fossiler Brennstoffe
- Energieträger: Umweltproblematik; Art und Ausmaß von Umweltbelastungen (lokale bis weltweite Auswirkungen menschlicher Eingriffe auf Luft, Wasser, Boden, Klima usw., Einzelwirkungen, Wirkungszusammenhänge)
- Rohstoff- und Energievorräte, Energiegewinnung

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

- Entwicklung des Energiebedarfs der Bundesrepublik Deutschland und der Weltgemeinschaft; weltweite Energievorräte
- Energieträger und die Auswirkungen ihrer Verwendung auf die Umwelt
- Rekultivierung/Weltenergieverbrauch; Energiesituation in Deutschland
- Probleme infolge der Energienutzung; $C0_2$-Problematik bei fossilen Energieträgern; Verfügbarkeit regenerativer Energien
- Globale und regionale Energieszenarien: Entwicklung des Weltenergieverbrauchs, Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch
- Energieversorgung im europäischen Verbund
- Möglichkeiten und Grenzen der Technik im Umweltschutz; Energieeinsparung und umweltschonende Energieversorgung als Forschungs- und Entwicklungsaufgabe; Vermeidung von Umweltproblemen durch vorausschauendes Planen und Forschen
- Verteilung des Energieverbrauchs (Energiebedarf von Verbrauchergruppen, Weltenergieverbrauch), Energiesparmaßnahmen (Energiereserven)

VERLAUFSVORSCHLAG

Im Raum wird eine große Weltkarte angebracht. Sollte diese nicht vorliegen, nutzen Sie bitte die Vorlage in den Arbeitsblättern. Drucken Sie diese Vorlage auf eine Folie aus und projizieren Sie die Vorlage dann mithilfe des Overheadprojektors an die Tafel oder eine andere geeignete Oberfläche. Dann die Umrisse einfach nachzeichnen – fertig!

Die Klasse teilt sich in Arbeitsgruppen und bearbeitet je eine der Teilaufgaben
- Solarenergie
- Windenergie
- Wasserkraft
- Biomasse
- Erdwärme
- derzeitiger Energieverbrauch

Wichtiger Hinweis zum Arbeitsblatt Sonnenenergie:

Die Karte gibt die sogenannte globale Solareinstrahlung wieder, die die direkte und diffuse Strahlung umfasst und vor allem für fotovoltaische Nutzung, solare Wärmegewinnung und in der großtechnischen Stromerzeugung für Aufwindkraftwerke relevant ist. In der Tabelle wird lediglich die installierte Leistung von Fotovoltaikanlagen aufgeführt. Gerade im Bereich der Nutzung solarer Energie werden künftig weitere große Fortschritte erwartet – was die großtechnische Stromerzeugung angeht, allerdings weniger durch die Fotovoltaik.

Fotovoltaische Anlagen werden ihren Hauptnutzen bei dezentralen, kleineren „Insellösungen“ entwickeln. Eine billige großtechnische Erzeugung von Strom mit Anschluss an das Stromnetz ist weltweit eher durch große solarthermische Kraftwerke wie Parabolrinnenkraftwerke zu erwarten. Diese Kraftwerkstypen werden als „konzentrierende Systeme“ bezeichnet. Sie nutzen nicht die globale Solarstrahlung, sondern nur die sogenannte Direktstrahlung. Praktisch alle kommerziell arbeitenden Kraftwerke dieses Typs befinden sich bisher in Kalifornien, USA.

Die Intention des Arbeitsblattes ist, den Schülerinnen und Schülern die Diskrepanz zwischen der vorhandenen Sonneneinstrahlung und ihrer tatsächlichen Nutzung bewusst zu machen. Dabei ist die Zusatzinformation über den tatsächlichen Einsatzbereich der Fotovoltaik wichtig: Hauptnutzen der Fotovoltaik ist der Einsatz in Form dezentraler Systeme zur Stromerzeugung und Insellösungen ohne Netzanschluss. Großtechnische Stromerzeugung wird eher durch solarthermische Kraftwerke stattfinden, wozu auch Aufwindkraftwerke gehören.

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

- Jede Arbeitsgruppe ermittelt die geografische Verteilung der jeweiligen Energieträger auf der Welt mithilfe von (vereinfachten) Satellitenbildern und stellt deren Potenziale fest.

- Die Arbeitsgruppen zeichnen ihre Ergebnisse in die große Weltkarte ein und markieren gegebenenfalls Standorte für entsprechende Erzeugungsanlagen.

- Gemeinsam versucht die Klasse, ein Netzwerk zu entwickeln, das die Erzeugungsschwerpunkte mit den Verbrauchsschwerpunkten sinnvoll verknüpft.

- Die Weltkarte kann im Rahmen einer Projektarbeit zu erneuerbaren Energien weiterentwickelt werden. Sie könnte beispielsweise ins Internet übertragen und mit entsprechenden Links und Informationen versehen werden.

MATERIALIEN

- Arbeitsblätter zu den Teilaufgaben mit Karten und Daten

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Die erfolgreiche Entwicklung der erneuerbaren Energien in den letzten Jahren war von einer ganzen Reihe von Einflüssen bestimmt. Zu den besonders wichtigen zählen dabei einerseits kommerzielle Aspekte, also Fragen der Wettbewerbsfähigkeit der regenerativ erzeugten Energie gegenüber der konventionell – also fossil – erzeugten. Aber auch ideelle Aspekte wie zum Beispiel die Akzeptanz in der Öffentlichkeit spielen eine große Rolle.

Am Beispiel von Menschen, die mit ihrem Verhalten die erneuerbaren Energien beim Durchbruch unterstützt haben, lassen sich die besonderen Chancen engagierten Handelns auch Einzelner sehr gut verdeutlichen. Es lässt sich daran auch zeigen, dass solches Engagement nicht auf bestimmte gesellschaftliche oder soziale Gruppen beschränkt sein muss – auch Schulen können zum Katalysator zukunftsweisender Technologien in ihren Gemeinden werden. Nicht zuletzt lassen sich diese Beispiele auch auf andere Felder sozialen Handelns übertragen.

Mit dieser Unterrichtseinheit wird zugleich an den bei Schülerinnen und Schülern verbreiteten Starkult angeknüpft, der hier aufgegriffen und hinterfragt wird, indem interessante und positive Alternativen für „Superstars“ angeboten werden.

LEHRPLANANBINDUNG

- Möglichkeiten und Grenzen der Technik im Umweltschutz; Energieeinsparung und umweltschonende Energieversorgung als Forschungs- und Entwicklungsaufgabe; Vermeidung von Umweltproblemen durch vorausschauendes Planen und Forschen
- rationelle Verwendung von Energie
- Bauen und Wohnen: energiesparende Technologie
- Energieeinsparung; Möglichkeiten eigenen Handelns
- Pflanzen als Energie- und Rohstofflieferanten der Zukunft
- Regenerative Energiequellen: Wärme und Licht, Nutzung des Sonnenlichts zur Wärme- und Stromerzeugung, Energiegewinnung durch Wind und Wasser
- Ressourcen sichern heißt Arbeit sichern: nachwachsende Rohstoffe/Energien

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

VERLAUFSVORSCHLAG

Die Klasse teilt sich in Gruppen und erhält je ein Arbeitsblatt mit dem Porträt von besonders interessanten Pionieren der erneuerbaren Energien:
- Georg Salvamoser
- Bernhard Aloysius Wobben
- Arno Strehler
- Wolfgang Dotzler
- Uschi McCready und Peter Westermayr
- Ursula und Michael Sladek
- Umwelt-AG des Gymnasiums Erftstadt-Lechenich

Die Gruppen stellen „ihre Stars“ der Klasse vor und diskutieren im Anschluss folgende Fragen:
- Was ist das Besondere an diesen Menschen?
- Was macht sie zu „Stars“?
- Gibt es Ähnlichkeiten mit Menschen, die in anderen Bereichen Tolles geleistet haben, z. B. bei
- Umweltschutz, Sozialengagement, Hilfe für Entwicklungsländer etc.?
- Was unterscheidet diese „Stars“ von solchen aus den Medien?

Die Schülerinnen und Schüler erforschen, wer in ihrer Stadt oder Gemeinde zu den Pionieren der erneuerbaren Energien gehört. Dazu sprechen sie z. B. das Bürgermeisteramt, den örtlichen Energieversorger oder die örtlichen Medien an. Sie stellen Porträts dieser Pioniere zusammen und stellen diese der Klasse vor.

Die Klasse stimmt darüber ab, ob einer oder mehrere Kandidaten „Superstars“ der erneuerbaren Energien sind und versuchen, in den regionalen Medien einen Bericht über „ihren“ Superstar zu platzieren.

MATERIALIEN

- Arbeitsblätter mit Porträts von Pionieren der erneuerbaren Energien
- Handreichung

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Beim Thema Strom bekommen die Schülerinnen und Schüler einen Alltagsbezug zu den erneuerbaren Energien. Stromverbrauch begegnen sie im elterlichen Haushalt, in der Schule, beim Benutzen des eigenen Handys oder des MP3-Players. Diese Unterrichtseinheit behandelt den „grünen Strom“, also den Strom, der aus erneuerbaren Energiequellen wie Wind, Wasser oder Biomasse gewonnen wird. Die Jugendlichen sollen unter Anleitung der Lehrkraft einen Ratgeber für ihre Mitschülerinnen und Mitschüler über „grünen Strom“ herstellen. Dabei lernen sie, journalistisch zu arbeiten und erfahren, dass diese Art der Stromproduktion die Umwelt entlasten kann.

LEHRPLANANBINDUNG

- Energieversorgung und rationeller Einsatz von Energie: globaler und persönlicher Energiebedarf; biologische und fossile Energiequellen (Bilanzen); Nutzung von Primärenergiequellen; regenerierbare Energiequellen

- Energiedienstleistungen: Heizung, Verkehr, Produktion, Kommunikation, zentrale oder dezentrale Bereitstellung und Verteilung

- Die Versorgung unserer Schule: Versorgung mit elektrischer Energie

- Probleme infolge der Energienutzung; CO_2-Problematik bei fossilen Energieträgern; Risiken bei der Kernenergie; Verfügbarkeit regenerativer Energien

- Energiesparen: Energiemessungen an Haushaltsgeräten, Wirkungsgrad, Senkung des Energiebedarfs; Möglichkeiten eigenen Handelns; Anknüpfen an die Erfahrungswelt der Schüler und Schülerinnen, z. B. Umgang mit Haushaltsgeräten

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

VERLAUFSVORSCHLAG

- Die Lehrkraft schlägt der Klasse das Projekt eines Schulratgebers „Grüner Strom“ vor und stellt gemeinschaftlich eine Redaktion zusammen. Diese soll den Ratgeber eigenverantwortlich konzipieren, schreiben und layouten.

- Die einzelnen Redaktionsmitglieder bekommen bestimmte Funktionen zugewiesen (Interviewer, schreibender Redakteur, Zuständiger für Internetrecherchen, Layouter etc.).

- Die Lehrkraft sollte bei der inhaltlichen Diskussion stets auf den tatsächlichen Nutzen für die Umwelt hinweisen und diesen kritisch hinterfragen: Im normalen deutschen Strommix sind bereits etwa 10 % Strom aus erneuerbaren Energiequellen enthalten. Das Angebot ist deutlich größer als die Nachfrage. Kommt es lediglich zu einer Herauslösung und Umverteilung von Strommengen aus diesem Reservoir, entsteht kein zusätzlicher Nutzen für die Umwelt (Nettonutzen). Zugleich muss eine mögliche Doppelförderung (durch das Erneuerbare Energien Gesetz [EEG], Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz [KWKG] oder ähnliche in- bzw. ausländische Förderinstrumente) ausgeschlossen werden, um einen Nutzen über die Wirkung bereits bestehender Förderinstrumente hinaus zu erzielen. Ein zusätzlicher Nutzen für die Umwelt liegt insbesondere dann vor, wenn der zu liefernde Strom aus neuen, erstmalig im Lieferzeitraum in Betrieb genommenen Anlagen (Neuanlagen) kommt und weder über in- noch ausländische Förderinstrumente unterstützt wird.

  Weitere Informationen dazu finden Sie zum Beispiel unter www.erneuerbare-energien.de

- Die Redaktion erstellt einen Zeitplan, bis wann der Ratgeber fertig sein soll, wann die regelmäßigen Redaktionssitzungen stattfinden und welche Zwischenziele zu diesen Sitzungen erreicht werden sollen.

- Die Arbeitsblätter und der Pressespiegel können als Anregung in die Redaktionsarbeit mit einbezogen werden.

- Nach Fertigstellung des Schulratgebers: offizielle Vorstellung der Publikation in der Klasse oder sogar in der Schule im Rahmen einer Art Pressekonferenz. Auch lokale Medien können informiert werden.

- Diskussion in der Klasse, was nach dem Schulratgeber folgt, damit seine Veröffentlichung keine „Eintagsfliege“ bleibt. Sollte die Gruppe die Schulleitung davon überzeugen, die gesamte Schule mit „grünem Strom“ zu versorgen (soweit noch nicht geschehen)? Finden sich Jugendliche, die Infostände über Stromgewinnung und CO_2-Minderung dekorieren und in der Aula ausstellen?

MATERIALIEN

Arbeitsblätter:
- Gib CO_2 keine Chance!
- Wie grün ist grün wirklich?
- Den Stromgürtel enger schnallen
- Ökostrom-Quiz

ERGÄNZENDE INFORMATIONEN

- Pressespiegel

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Der Verkehr – und insbesondere der Straßenverkehr – führt zu vielfältigen Umweltproblemen. Trotz technischer Innovationen ist der Straßenverkehr nach wie vor einer der Hauptverursacher der Luftverschmutzung. Die steigenden Kohlendioxid-Emissionen aus dem Verkehrsbereich (CO_2 entsteht bei der Verbrennung von Benzin und Diesel) tragen wiederum maßgeblich zum Klimawandel bei. Umweltschutzmaßnahmen werden oft durch das wachsende Verkehrsaufkommen „überkompensiert", nicht nur in Hinblick auf das wachsende Verkehrsaufkommen in den sogenannten Schwellenländern China, Indien, Brasilien etc., sondern auch bei uns zu Hause.

Nach einer Studie der Internationalen Energieagentur IEA wird der Weltölbedarf von heute 75 Mio. Barrel pro Tag im Jahr 2030 auf über 120 Mio. Barrel pro Tag ansteigen. Dabei wird der Anteil des Verkehrs an diesem Bedarf von heute 55 Prozent auf dann 64 Prozent steigen. Dies kann nicht ohne Auswirkungen auf das gesamte System der Energieversorgung und auf das Klima bleiben.

Die Klasse soll sich mihilfe dieser Unterrichtseinheit der Problematik bewusst werden und erforschen, welche Potenziale der Einsatz erneuerbarer Energien für die Ersetzung fossiler Energieträger als Treibstoff bereithält. Dazu werden für eine Anhörung Informationen gesammelt und abschließend vergleichend bewertet.

LEHRPLANANBINDUNG

1. Probleme fossiler Energien

- Energieträger: fossile Brennstoffe
- Umweltprobleme durch Erdöl und seine Produkte; Maßnahmen zu ihrer Bewältigung, u. a. umweltbewusstes Autofahren

2. Regenerative Energien

- Regenerative Energiequellen (Biomasse, Wind, Wasser, Licht)
- Einsatzmöglichkeiten regenerativer Energien
- Kraftstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen: Biogas aus organischen Abfällen; eignen sich Bioalkohol und Biodiesel als Energieträger?
- Chemie und Elektrizität: Funktionsprinzip der Brennstoffzelle

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

VERLAUFSVORSCHLAG

1. In einem Brainstorming arbeitet die Klasse Möglichkeiten zur Verringerung des Verbrauchs an fossilen Treibstoffen im Verkehr aus, z. B.
   a. Fahrgemeinschaften
   b. weniger Individualverkehr, mehr ÖPNV
   c. Sprit sparende Autos
   d. Sprit sparende Fahrweise
   e. Vermeiden unnötiger Fahrten
   f. Muskelkraft als Motor: Rad fahren, zu Fuß gehen etc.

2. Am Ende sollen jedoch auch die beiden im Folgenden zu behandelnden technischen Möglichkeiten genannt werden, die auf erneuerbaren Energien basieren:
   a. Ersetzung des fossilen Treibstoffs durch solchen aus nachwachsenden Rohstoffen
   b. Ersetzung des Prinzips „Verbrennungsmotor“ durch den Brennstoffzellenantrieb

3. Die Klasse bildet dann zwei Arbeitsgruppen:
   a. Arbeitsgruppe 1: das konventionelle Antriebssystem mit biogenen Treibstoffen
   Die Gruppe recherchiert, welche Möglichkeiten schon heute existieren, den herkömmlichen Antrieb mit CO_2-neutralen Kraftstoffen aus Biomasse zu nutzen.
   Stichworte:
   a) nachwachsende Rohstoffe als Alternative: Pflanzenöle als Biotreibstoffe (Biodiesel)
   b) Restholz- und Biomassenutzung mit enzymatischer bzw. thermischer Hydrolyse

   b. Arbeitsgruppe 2: das alternative Antriebssystem mit Wasserstoff
   Die Gruppe recherchiert, welche Potenziale bzw. Probleme der Brennstoffzellenantrieb in Kraftfahrzeugen bietet.
   Stichworte:
   a) Wasserstoff als Energieträger (Hydrolyse)
   b) Formen der Gewinnung von Wasserstoff aus erneuerbaren Energien
   c) Wasserstoffspeicherung und -verteilung
   d) der Brennstoffzellenantrieb (Funktion und Wirkungsweise)

4. Die Arbeitsgruppen stellen der Klasse die Ergebnisse ihrer Recherche vor und erläutern als „Fachleute“ ihre Befunde in Form einer Anhörung.

5. Die Schülerinnen und Schüler bewerten die vorgestellten Sachverhalte in Hinsicht auf die Möglichkeiten und Probleme der praktischen Umsetzung und tragen diese in Tabellen ein. Sie vergleichen die Vor- und Nachteile mit dem heutigen Zustand.

6. Abschließend wird abgestimmt, welches der vorgestellten Konzepte das beste Potenzial für eine umweltgerechte Form der Mobilität bietet, auch in Hinblick auf die zeitnahe Umsetzung.
   Stichworte: Klimaschutz, CO_2-Reduktion bzw. CO_2-Vermeidung

MATERIALIEN

- Arbeitsblatt „Biogene Treibstoffe“
- Arbeitsblatt „Wasserstoff-/Brennstoffzellentechnologie“
- Bewertungsbogen
- Pressespiegel
- Linksammlung
- Lösungsblatt

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

KONVENTIONELLE KRAFTSTOFFE

	Konventionelle Kraftstoffe	Bewertung +/-
Ausgangsmaterial (ohne Bewertung)	fossiles Erdöl	
Abhängigkeit von knappen Rohstoffen	hoch	-
Infrastruktur	flächendeckend vorhanden	+
Verfügbarkeit jetzt	hoch	+
Verfügbarkeit zukünftig	niedrig	-
Preis jetzt	relativ gering	+
Preis zukünftig	steigend	-
Schadstoffemission am Fahrzeug	hoch	-
CO_2-Bilanz	negativ	-

BIOTREIBSTOFFE

	Biotreibstoffe	Bewertung +/-
Ausgangsmaterial (ohne Bewertung)	Pflanzenmaterial	
Abhängigkeit von knappen Rohstoffen	niedrig	+
Infrastruktur	vorhandene Infrastruktur kann genutzt werden	+
Verfügbarkeit jetzt	niedrig	-
Verfügbarkeit zukünftig	hoch	+
Preis jetzt	hoch	-
Preis zukünftig	fallend	+
Schadstoffemission am Fahrzeug	wie bei konventionellen Kraftstoffen	-
CO_2-Bilanz	ausgeglichen	+

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

WASSERSTOFFTECHNOLOGIE/BRENNSTOFFZELLE

	Wasserstoff (Brennstoffzelle)	Bewertung +/-
Ausgangsmaterial (ohne Bewertung)	Wasserstoff a) aus regen. Energiequellen b) aus Erdgas	
Abhängigkeit von knappen Rohstoffen	a) niedrig b) hoch	+ -
Infrastruktur	kaum vorhanden	-
Verfügbarkeit jetzt	niedrig	-
Verfügbarkeit zukünftig	ungewiss	+/-
Preis jetzt	sehr hoch	-
Preis zukünftig	ungewiss	+/-
Schadstoffemission am Fahrzeug	keine	+
CO_2-Bilanz	a) keine CO_2-Emission b) negativ	+ -

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Ziel modernen Lernens ist es, die Gesellschaft und das eigene Leben reflektiert, gut begründet, selbstbestimmt mit anderen gemeinsam gestalten zu können. Die Schule muss damit mehr leisten, als den Schülerinnen und Schülern beizubringen, in der Schule auf Anforderungen und im künftigen Leben auf Veränderungen bloß zu reagieren. Der Unterricht muss dazu dienen, Kompetenzen nicht nur für die Bewältigung der Zukunft, sondern auch für die selbsttätige Gestaltung der Zukunft zu erwerben. Fundamental ist daher der Erwerb von Kompetenzen, die sich nicht allein für die Bewältigung und selbstbestimmte Strukturierung des Alltags, sondern für die Gestaltung des Lebens in der Welt von morgen eignen.

Es verwundert daher nicht, dass die Themen erneuerbare Energien, biologische Vielfalt, Umwelt und Gesundheit, Wasser, die Nutzung von natürlichen Räumen, Abfälle und Wertstoffe sich als Unterrichtsgegenstände in modernen Lehr- und Rahmenplänen finden. Es sind wichtige Themen des heutigen Alltags und für die Gestaltung einer global lebenswerten Zukunft von zentraler Bedeutung.

Reicht es aber aus, die genannten Themen nur auf die Stundentafel zu setzen? Welcher Anspruch wird an das Resultat des Lernens gestellt? Um dieses genauer zu klären, ist es sinnvoll, sich mit den Kompetenzen für die Gestaltung dieser Zukunft zu befassen. Nach einer Definition von F. E. Weinert bezeichnen Kompetenzen „die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen (der willentlichen Steuerung von Handlungsabsichten und Handlungen unterliegenden; die Verf.) und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“. Kompetenzen sind damit in erster Linie Handlungsbefähigungen, nicht ein abstraktes Schulwissen. Die Fähigkeit, Probleme lösen zu können, wird dabei in engem Zusammenhang mit Normen, Wertvorstellungen, der Handlungsbereitschaft und – selbstverständlich – dem verfügbaren Wissen gesehen. Als Handlungsbefähigungen sind Kompetenzen an spezifische Gegenstände, Inhalte, Wissens- und Fähigkeitsbereiche gebunden.

Kompetenzorientierte Bildungskonzepte sind am Output orientiert, während konventionelle Lehrpläne und didaktische Ansätze am Input orientiert sind: Letztere stellen die Frage, mit welchen Gegenständen sich die Schülerinnen und Schüler beschäftigen sollen. Der Output-Ansatz hingegen fragt, über welche Problemlösungsstrategien, Handlungskonzepte und -fähigkeiten sie verfügen sollten. Erst von dort her bestimmt sich der Lerngegenstand. Er kann in gewissen Maßen abhängig gemacht werden von den Vorkenntnissen, Motivationen, lokalen wie individuellen Alltagsbezügen von Schülerinnen und Schülern – und damit das Sachinteresse der Lernenden ebenso steigern wie einen Kompetenzerwerb, der nicht in der Anhäufung von „trägem Wissen“ (Weinert) mündet.

Über welche Fähigkeiten und Fertigkeiten, sozialen und kulturellen Orientierungen sollen Kinder und Jugendliche zur Bewältigung und Gestaltung ihrer Zukunft verfügen? Welches Wissen sollen sie gemeinsam teilen? Diese Fragen leiten die Suche nach Unterrichtsinhalten, wenn von den Kompetenzen her gedacht wird. Der unter dieser Prämisse denkbare Katalog ist außerordentlich groß. Dennoch lassen sich einige wenige übergreifende Bildungsziele ausmachen, die bei Auswahl von Lerngegenständen helfen. In einer für die OECD verfassten Studie werden die Menschenrechte, das Ziel, eine gelebte Demokratie praktizieren zu können und den Kriterien für eine nachhaltige soziale, ökonomische und ökologische Entwicklung folgen zu können, genannt. Das Verfolgen der Menschenrechte, im Rahmen demokratischer Strukturen und im Sinne nachhaltiger Entwicklung zu handeln, bezeichnet drei übergreifende Bildungsziele, die für die Bestimmung von Kompetenzen Leitlinien bilden. Diese Aussagen sind von einigem Gewicht. Denn schließlich zeichnet die OECD auch verantwortlich für die PISA-Studien; und 2006 wurden die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler in den Naturwissenschaften erhoben.

Die Kompetenzen, über die Kinder und Jugendliche verfügen sollten, um im Sinne der nachhaltigen Entwicklung handeln zu können, werden unter dem Begriff „Gestaltungskompetenz“ zusammengefasst. Mit Gestaltungskompetenz wird die Fähigkeit bezeichnet, Probleme nicht nachhaltiger Entwicklung zu erkennen und Wissen über nachhaltige Entwicklung anwenden zu können – das heißt, aus Gegenwartsanalysen und Zukunftsstudien Schlussfolgerungen über ökologische, ökonomische und soziale Entwicklungen in ihrer wechselseitigen Abhängigkeit ziehen und darauf basierende Entscheidungen treffen, verstehen und umsetzen zu können, mit denen sich nachhaltige Entwicklungsprozesse verwirklichen lassen.

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Diese allgemeine Beschreibung von Gestaltungskompetenz weist enge Bezüge zur Definition von „Scientific Literacy“ auf, wie sie den PISA-Studien zugrunde liegen – auch der des Jahres 2006, in dem die Kompetenzen der Jugendlichen im Bereich Naturwissenschaften erhoben wurden. Sie lautet: „Naturwissenschaftliche Grundbildung (Scientific Literacy) ist die Fähigkeit, naturwissenschaftliches Wissen anzuwenden, naturwissenschaftliche Fragen zu erkennen und aus Belegen Schlussfolgerungen zu ziehen, um Entscheidungen zu verstehen und zu treffen, welche die natürliche Welt und die durch menschliches Handeln an ihr vorgenommenen Veränderungen betreffen.“ In beiden Kompetenzdefinitionen geht es um Erkenntnisse, Wissen, das Verstehen von Phänomenen und Handlungen sowie um Entscheidungen, welche die Umwelt betreffen. Gestaltungskompetenz konzentriert sich darüber hinaus speziell auf Problemlösungsfähigkeiten und auf die Fähigkeit, aktiv und zukunftsorientiert handeln zu können.

Die Gestaltungskompetenz umfasst insgesamt acht Teilkompetenzen. Stellt man diese in den Zusammenhang mit (natur-)wissenschaftlichen und technischen Erkenntnissen und Problemen, wie sie in dem großen Paket der hier vorliegenden Materialien vorgestellt werden, dann ergibt sich folgendes Bild:

1. **Die Kompetenz, vorausschauend zu denken,** mit Unsicherheit sowie mit Zukunftsprognosen, -erwartungen und -entwürfen – zum Beispiel hinsichtlich der künftigen Nutzung erneuerbarer Energien – umgehen zu können, bezeichnet die Teilkompetenz, über die Gegenwart hinausgreifen zu können. Entscheidend ist es, die Zukunft als offen und mithilfe innovativer Technologie gestaltbar begreifen zu können und aus dieser Haltung heraus verschiedene Handlungsoptionen aus gegenwärtigen Zuständen heraus zu entwickeln. Durch vorausschauendes Denken und Handeln können mögliche Entwicklungen für die Zukunft – wie etwa der Klimawandel – bedacht sowie Chancen und Risiken von aktuellen und künftigen, auch unerwarteten Entwicklungen thematisiert werden. Das bedeutet auf der Ebene der Lernziele:

– Die Schülerinnen und Schüler sind mit verschiedenen Methoden der Zukunftsforschung zur (nicht) nachhaltigen Entwicklung vertraut (z. B. Energieszenarien; Prognosen zur Reduktion der Arten). Sie können die Methoden in Gruppenarbeit anwenden. Sie können die Stärken und Schwächen der Methoden beurteilen und darstellen.

– Die Schülerinnen und Schüler können für im Unterricht bis dato nicht behandelte Problemfelder der Umweltveränderungen und Anwendungsgebiete von Umwelttechnik die verschiedenen Methoden der Zukunftsforschung sachangemessen auswählen.

– Die Schülerinnen und Schüler können die wesentlichen Aussagen verschiedener Zukunftsszenarien und -prognosen, zum Beispiel zum Klimawandel, insbesondere in Hinblick auf Umweltrisiken, Armut und globale nicht nachhaltige Wirtschaftsentwicklungen wiedergeben. Sie sind mit daran geknüpften Handlungsempfehlungen und -strategien so weit vertraut, dass sie diese in ihren Argumentationssträngen wiedergeben können.

– Die Schülerinnen und Schüler können auf der Basis von ihnen zur Verfügung gestellten Materialien und Informationspfaden über nicht nachhaltige oder problematische Entwicklungen – etwa im Hinblick auf den Landschaftsverbrauch durch Siedlungsmaßnahmen – in Projekten gemeinsam positive Szenarien technischer, sozialer, ökologischer und ökonomischer Veränderungen entwerfen, visualisieren und ebenso sachlogisch wie auf der Basis von Wertentscheidungen und Fantasieanteilen in Wort und Bild darstellen.

2. **Die Kompetenz, interdisziplinär zu arbeiten.** Problemfelder nicht nachhaltiger Entwicklung und Perspektiven zukunftsfähiger Veränderungen sind heute nicht mehr aus einer Fachwissenschaft oder mit einfachen Handlungsstrategien zu bewältigen. Sie lassen sich nur noch durch die Zusammenarbeit vieler Fachwissenschaften, unterschiedlicher kultureller Traditionen und ästhetischer wie kognitiver und anderer Herangehensweisen bearbeiten. Für das Erkennen und Verstehen von Systemzusammenhängen und einen angemessenen Umgang mit Komplexität ist die Herausbildung entsprechender Fähigkeiten unverzichtbar. Sie werden durch die problem-

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

orientierte Verknüpfung von Natur- und Sozialwissenschaften, innovativem technischem Wissen und Planungsstrategien sowie fantasiegeleiteten Denkweisen und innovativen Zugangsmöglichkeiten gefördert. Das setzt interdisziplinäres, fächerübergreifendes Lernen voraus. Folgende Lernziele lassen sich daraus gewinnen:

- Die Schülerinnen und Schüler können komplexe Sachverhalte mithilfe integrierter natur- und sozialwissenschaftlicher Analyseverfahren beschreiben.

- Die Schülerinnen und Schüler können Problemlagen nicht nachhaltiger Entwicklung – zum Beispiel die Reduktion der Biodiversität – unter Zuhilfenahme von Kreativmethoden, normativen Vorgaben und persönlichen Wertentscheidungen sowie forschendem Lernen so bearbeiten, dass sie in Modelle nachhaltiger Entwicklung – dargestellt zum Beispiel anhand von Biosphärenreservaten – überführt werden.

- Die Schülerinnen und Schüler können ihnen präsentierte Problemlagen – etwa die Gefährdung des Süßwassers durch den Eintrag von Umweltgiften – daraufhin analysieren, welche Fachwissenschaften, Informationspfade und Akteure zurate gezogen werden müssen, um das Problem angemessen analysieren sowie Gegenmaßnahmen in Gang setzen zu können.

3. **Die Kompetenz zu weltoffener Wahrnehmung, transkultureller Verständigung und Kooperation.** Gestaltungskompetenz impliziert die Fähigkeit, Phänomene in ihrem weltweiten Bindungs- und Wirkungszusammenhang erfassen und lokalisieren zu können. Diese Teilkompetenz zielt auf kontext- und horizonterweiternde Wahrnehmungen. Weil ein regionales oder nationales Gesichtsfeld zu eng ist, um Orientierung in einer komplexen Weltgesellschaft zu ermöglichen, müssen Wahrnehmungs- und Beurteilungshorizonte in Richtung auf eine globale Anschauungsweise hin überschritten werden. So ist etwa eine mitteleuropäische Sicht auf die Süßwasservorräte und -nutzung ganz anders gelagert als die Sicht von Nationen und Völkern in ariden oder auch semiariden Gebieten. Dies bedeutet für die Lernzielebene:

- Die Schülerinnen und Schüler können Beziehungen zwischen globalen Klimaveränderungen, Ressourcenverbräuchen, Schadstoffeinträgen, Wirtschaftsverflechtungen und der sozialen Lage in Entwicklungsländern auf der einen sowie den nationalen Schadstoffeinträgen und Ressourcenverbräuchen auf der anderen Seite darstellen.

- Die Schülerinnen und Schüler zeigen sich in der Lage, sich selbsttätig mit Ansichten und Argumentationen anderer Kulturen in Hinblick auf einzelne Aspekte der Nachhaltigkeit vertraut zu machen und diese Ansichten sowie Argumentationen in ihren Darstellungen und Bewertungen von Sachverhalten zu würdigen und zu nutzen. Was bedeutet es zum Beispiel, alte Autos und Altkleider nach Afrika zu exportieren?

- Sie sind ferner in der Lage, an Beispielen darzustellen, welche Auswirkungen das eigene Handeln sowie das ihrer Umgebung (Schule, Region) auf Ressourcenverbräuche, Schadstoffeinträge und die Verteilungsgerechtigkeit überregional und über längere Zeitläufe hinweg hat. Sie können darauf ein Konzept zur Stoffstromberechnung anwenden.

- Die Schülerinnen und Schüler sind mit Verfahren der Präsentation und Bearbeitung vertraut, in denen unterschiedliche Interessenlagen und Probleme aus der Perspektive unterschiedlicher Kulturen und Sinnbezüge zum Ausdruck kommen. Welche Argumentationen werden von sogenannten Entwicklungsländern vorgebracht, wenn sie aufgefordert werden, in Umwelttechnologie zu investieren oder Schadstoffemissionen zu reduzieren? Die Schülerinnen und Schüler können in diesem Zusammenhang einen Perspektivwechsel vollziehen, wichtige Punkte in den Perspektiven aus unterschiedlichen Kulturen erkennen, diese würdigen und verständigungsorientiert nutzen.

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

4. **Partizipationskompetenzen.** Die Fähigkeit zur Teilhabe an der Gestaltung von nachhaltigen Entwicklungsprozessen ist für eine zukunftsfähige Bildung von fundamentaler Bedeutung. Das Bedürfnis nach Teilhabe an Entscheidungen, das Interesse an der Mitgestaltung der eigenen Lebenswelt wächst – jedenfalls in unserer Kultur: Am Arbeitsplatz, im zivilgesellschaftlichen Bereich (und nicht allein bei der Gestaltung der Freizeit) mit entscheiden und selbst bestimmen zu können – beides bekommt ein wachsendes Gewicht für eine eigenständige Lebensführung im emphatischen Sinne. Deutlich wird dieses Interesse an Mitgestaltung zum Beispiel im Feld „Umwelt und Gesundheit". Immer mehr Menschen wehren sich gegen Schadstoffe in Innenräumen, Produkten und Lebensmitteln. Daraus leiten sich folgende Fähigkeiten ab:

- Die Schülerinnen und Schüler besitzen die Fähigkeit, mit Mitschülerinnen und Mitschülern, Lehrkräften und außerschulischen Partnerinnen und Partnern gemeinsame Nachhaltigkeitsziele – zum Beispiel bezüglich des Artenschutzes oder der Nutzung erneuerbarer Energien – zu formulieren. Sie sind in der Lage, für die gemeinsamen Ziele gemeinsam mit anderen öffentlich einzutreten.

- Die Schülerinnen und Schüler können differente Positionen von Einzelnen, Gruppen und Nationen zu einzelnen Aspekten der Nachhaltigkeit – etwa hinsichtlich der Einrichtung von Naturschutzgebieten und des Schutzes bestimmter Arten – erfassen. Sie sind in der Lage, die Konflikte und Kontroversen gemeinsam mit ihren Mitschülerinnen und -schülern und anderen Akteuren in konstruktive Lösungsvorschläge zu überführen.

- Anhand von praktischen Aktivitäten zeigen die Schülerinnen und Schüler die Fähigkeit, sich in ökologischen, ökonomischen oder sozialen Feldern der Nachhaltigkeit gemeinsam mit anderen regelmäßig zu engagieren. Das kann die Reduktion des Energie- und Wasserverbrauchs ebenso betreffen wie den Einsatz für die Vermeidung von Abfällen und das Engagement für einen sanften Tourismus oder Ideen zum nachhaltigen Wohnen in der Zukunft.

5. **Planungs- und Umsetzungskompetenzen zu besitzen bedeutet,** Handlungsabläufe von den benötigten Ressourcen und ihrer Verfügbarkeit her unter den Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit zu taxieren, Netzwerke der Kooperation entwerfen zu können und die Nebenfolgen und mögliche Überraschungseffekte einzukalkulieren sowie ihr mögliches Eintreten bereits bei der Planung zu berücksichtigen. Entsprechende Lernarrangements thematisieren Rückkopplungen, Spätfolgen, Zeitverzögerungen, wie sie zum Beispiel in der Zerstörung der Ozonschicht oder dem Eintrag von Umweltgiften in Gewässer bekannt sind und offerieren ein entsprechendes Methodenrepertoire. Umsetzungskompetenzen umfassen die über Absichten und Planungen hinaus notwendigen tatsächlichen Handlungsinteressen – zum Beispiel das Engagement für die Einrichtung einer Fotovoltaikanlage auf dem Dach der Schule. Folgendes sollten die Schülerinnen und Schüler daher können:

- Die Schülerinnen und Schüler können unter Kriterien der Nachhaltigkeit die für Dienstleistungen, Produktion oder den laufenden Betrieb einer Einrichtung (zum Beispiel der Schule) benötigten Ressourcen (Wärmeenergie, Wasser, Bürobedarf, Putzmittel etc.) taxieren und auf dieser Basis Vorschläge für Optimierungen unterbreiten.

- Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, in Planungsprozessen auch mit Überraschungseffekten, Unsicherheiten und notwendigen Modifikationen umzugehen, indem auf diese Effekte und Situationen angemessen reagiert wird und die Planungsprozesse neu justiert werden – zum Beispiel steigende Verbräuche aufgrund von nachlassendem Engagement von Mitschülerinnen und Mitschülern, das Verfehlen von Einsparzielen durch kalte Winter.

- Den Schülerinnen und Schülern sind in diesem Zusammenhang die Phänomene der Rückkopplung, der Spätfolgen und des zeitverzögerten Auftretens von Problemlagen bekannt. Sie können dafür Beispiele benennen und von Wissenschaft wie Politik in diesem Kontext praktizierte Reaktions- und Antizipationsformen beschreiben sowie kritisch würdigen. Dafür bieten die unterschiedlichen Reaktionen auf die Analysen zum Klimawandel in verschiedenen Nationen etliche gute Beispiele.

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

– Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, auf der Basis ihrer erworbenen Planungskompetenzen ein Vorhaben erfolgreich umzusetzen. Sie entwickeln in dieser Hinsicht Aktivitäten, indem sie Planungsprozesse in Handlungskonzepte überführen und sie selbsttätig oder in Gemeinschaft mit anderen in die Handlungsphase überführen. Das Einsparen von Ressourcen, das Engagement für neue Heiztechniken und die Nutzung umweltfreundlicher Materialien bieten dafür zahlreiche Handlungsmöglichkeiten.

– Sie sind in der Lage, die Resultate ihrer nachhaltigen Planungsprozesse für unterschiedliche externe Gruppen (Eltern, Lehrkräfte, Bürgerinnen und Bürger in einer Fußgängerzone, jüngere Schülerinnen und Schüler) so zu präsentieren, dass es den Gruppen angemessen ist.

6. **Fähigkeit zur Empathie, zum Mitleid und zur Solidarität.** Alle Konzeptionen zur Nachhaltigkeit sind mit der Absicht versehen, mehr Gerechtigkeit befördern zu wollen, die immer auch einen Ausgleich zwischen Arm und Reich, Bevorteilten und Benachteiligten vorsieht und darauf abzielt, Unterdrückung zu minimieren oder abzuschaffen. Das ist nicht allein eine Sache der Moral. Dazu gehört auch, wissenschaftliche und technische Potenziale ausschöpfen zu wollen. Gerade dies ist bisher oftmals nicht der Fall. Viele neue Ideen für umweltfreundliche Techniken werden aufgrund eines kurzfristigen ökonomischen Kalküls oder aufgrund lieb gewonnener Gewohnheiten nicht angewendet. Sich für mehr Gerechtigkeit und die Nutzung innovativer Potenziale engagieren zu können, macht erforderlich, eine gewisse Empathie auszubilden, ein globales „Wir-Gefühl“. Bildung für eine nachhaltige Entwicklung zielt daher auf die Ausbildung individueller und kollektiver Handlungs- und Kommunikationskompetenz im Zeichen weltweiter Solidarität. Sie motiviert und befähigt dazu, für gemeinsame Probleme gemeinsame zukunftsfähige Lösungen zu finden und sich reflektiert für mehr Gerechtigkeit einzusetzen. Das beginnt zum Beispiel bei der Sammlung für einen Solarkocher, den Familien in semiariden Gebieten mit wenig Holzvorräten nutzen können, und setzt sich fort im Engagement für einen Walfang, der die Bestände schont und zugleich indigenen Völkern ihre traditionellen Fangrechte zuerkennt. Das heißt zum Beispiel:

– Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, ihre Empathie für den Tierschutz, artgerechte Tierhaltung, den Erhalt von gefährdeten Arten sowie Ökosystemen und die Biodiversität zum Ausdruck zu bringen.

– Sie können für lokale und regionale Maßnahmen, die nicht nachhaltigen Entwicklungen entgegenwirken sollen – zu nennen ist hier zum Beispiel die Reduktion des Flächenverbrauchs für Siedlungszwecke –, ebenso argumentieren wie für einen nachhaltigen Wandel der sozioökonomischen und natürlichen Lebensbedingungen, indem sie etwa für mehr Windkraft, für Biosphärenreservate, für ein gerechtes wasserwirtschaftliches Management in semiariden und ariden Gebieten dieser Erde eintreten. Sie können ihre emotionalen Einstellungen zu den entsprechenden Sachverhalten zum Ausdruck bringen.

– Die Schülerinnen und Schüler können die Lage von Menschen, die in Armut leben, medizinisch oder in anderer Hinsicht unterversorgt sind, unterdrückt werden oder keine bzw. nur geringe Bildungschancen haben, ebenso rational argumentierend wie mithilfe emotional geprägter Ausdrucksformen beschreiben. Sie sind in der Lage, aufgrund der Kenntnis über innovative Techniken und nachhaltige Bewirtschaftung von Ressourcen Handlungsmöglichkeiten zur Verbesserung der Lage zu erörtern.

– Sie können unter Zuhilfenahme von internationalen Vereinbarungen und Konventionen, wie zum Beispiel der Klimakonvention, Konventionen zum Artenschutz, unter Rekurs auf religiöse oder ethische Normen und Werte, aber auch unter Nutzung von existenten wissenschaftlichen und künstlerischen Werken für die Belange dieser Menschen plädieren.

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

7. **Die Kompetenz, sich und andere motivieren zu können.** Sich überhaupt mit dem Konzept der Nachhaltigkeit zu befassen, es lebendig werden zu lassen und daraus alltagstaugliche, befriedigende Lebensstile zu schöpfen, setzt einen hohen Grad an Motivation voraus, sich selbst zu verändern und andere dazu anzustiften, dies auch zu tun. Bildung für eine nachhaltige Entwicklung zielt auf die Entfaltung der motivationalen Antriebe, derer wir bedürfen, um auch unter den komplexen Bedingungen einer zusammenwachsenden Welt ein erfülltes und verantwortungsbewusstes Leben führen zu wollen. Sich und andere motivieren zu können bedeutet, Kenntnisse über Handlungsmöglichkeiten zu besitzen, also innovative Umwelttechniken, Ressourcen schonende Lebensstile, naturverträgliche Formen der Mobilität und des Wirtschaftens zu kennen und für ihren Einsatz argumentieren zu können. Was bedeutet dies, umgesetzt in Lernziele?

- Die Schülerinnen und Schüler können Aktivitäten und Lernfortschritte aus Beschäftigung mit Themen der Nachhaltigkeit wie z. B. erneuerbare Energien, biologische Vielfalt, Raumnutzung und Raumgefährdung benennen, die sie motivieren, die erworbenen Kenntnisse, Problemlösungsstrategien und Handlungskonzepte umzusetzen und zu erweitern.

- Die Schülerinnen und Schüler können ihr Engagement, ihre Problemlösungsfähigkeiten und ihre Wissensbestände in Bezug auf nachhaltige Entwicklungsprozesse und das Aufdecken nicht nachhaltiger Entwicklungen gegenüber Dritten darstellen, indem sie etwa über die Nutzung von Brennstoffzellen, Windkraft, Solartechnik und die Folgen des wachsenden Verbrauchs an Erdöl für die Energiegewinnung durch Ausstellungen und andere Präsentationen informieren.

- Die Schülerinnen und Schüler zeigen im Unterrichtsverlauf eine gesteigerte Selbstwirksamkeitserwartung bezüglich der Möglichkeit, Strategien für nachhaltige Entwicklungsprozesse auch umzusetzen. Das heißt, sie sollten zum Beispiel nach einer längeren Beschäftigung mit den erneuerbaren Energien in höherem Maße von der Möglichkeit überzeugt sein, dass sie selbst zur „Energiewende“ beitragen können, als dies vorher der Fall war.

8. **Die Kompetenz zur distanzierten Reflexion über individuelle wie kulturelle Leitbilder.** Eigene Interessen und Wünsche zu erkennen und kritisch zu prüfen, sich selbst im eigenen kulturellen Kontext zu verorten oder gar eine reflektierte Position in der Debatte um globale Gerechtigkeit zu beziehen, erfordert die Kompetenz zur distanzierten Reflexion über individuelle wie kulturelle Leitbilder. Es geht dabei zum einen darum, das eigene Verhalten als kulturell bedingt wahrzunehmen und zum anderen um eine Auseinandersetzung mit gesellschaftlichen Leitbildern. So gibt es gesellschaftlich favorisierte Lebensstile (das Ideal des freistehenden Einfamilienhauses im Grünen, die jährliche Flugreise in den Urlaub, das eigene Auto, die braune Sonnenbank-Haut), die unter Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit und der Gesundheit problematisch sind. Welche Kompetenzen sollten die Schülerinnen und Schüler im Zusammenhang mit dieser Teilkompetenz unter anderem besitzen?

- Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, ihre Lebensstile und ihre familiale sowie lokale Umwelt vor dem Hintergrund der Perspektive von Personen und Lebensverhältnissen aus Entwicklungsländern strukturiert darzustellen und zu bewerten. Das kann zum Beispiel über den Vergleich des Flächenverbrauchs für das Wohnen, das unterschiedliche Interesse an reparablen Geräten, die Vorbehalte gegenüber dem Einsatz von umweltschädlichen Chemikalien geschehen. Die Schülerinnen und Schüler zeigen vor diesem Hintergrund die Fähigkeit, die Grenzen der eigenen Lebensstile in Bezug auf ihre Generalisierbarkeit zu beschreiben.

- Die Schülerinnen und Schüler können die mit ihren Lebensstilen verbundenen Handlungsabsichten im Hinblick auf die Konsequenzen für die Umwelt und soziale Gerechtigkeit erfassen und darlegen. Dazu eignen sich Themen aus dem Komplex Energienutzung ebenso wie die Reflexion über Freizeitinteressen, Kleidungsmoden, das Interesse am Tierschutz und am Handy ohne jeglichen Elektrosmog.

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

– Sie sind in der Lage, ihre Zukunftsentwürfe – zum Beispiel ihre Wohnwünsche, ihre Vorstellungen von Mobilität, Freizeitnutzung, Reiseziele – unter dem Blickwinkel von sozialer Gerechtigkeit, Berücksichtigung der Handlungsspielräume für künftige Generationen und ihrer potenziellen ökologischen Auswirkungen zu analysieren und können Handlungsoptionen benennen, um dabei sichtbar werdende Friktionen zwischen Nachhaltigkeit und Zukunftsentwürfen zu reduzieren.

Selbstverständlich kann es nicht Anspruch jedes Projektes oder gar jeder Schulstunde sein, alle Teilkompetenzen zu vermitteln. Sie geben den Horizont ab, vor dem sich die Auswahl von Inhalten, ihre Thematisierung und die methodische Ausgestaltung des Unterrichts bewegen sollten. Selbstverständlich wird man die Teilkompetenzen auch im Hinblick auf den Unterrichtsgegenstand weiter spezifizieren müssen. Dies geschieht im folgenden Material unter der Überschrift „Lernziele“.

Literatur

– de Haan, G.: Zu den Grundlagen der „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ in der Schule. In: Unterrichtswissenschaft. Zeitschrift für Lernforschung, (1999), S. 252-280.

– de Haan, G.: Bildung als Voraussetzung für eine nachhaltige Entwicklung. Kriterien, Inhalte, Strukturen, Forschungsperspektiven, in: Jürgen Kopfmüller (Hrsg.), Den globalen Wandel gestalten. Forschung und Politik für einen nachhaltigen globalen Wandel, Berlin 2003.

– OECD (Hrsg.), DeSeCo Strategy Paper. An Overarching Frame of References for a Coherent Assessment and Research Program on Key Competencies.
www.statistik.admin.ch/stat_ch/ber15/deseco/deseco_strategy_paper_final.pdf

– Weinert, F. E. (2000). Lehren und Lernen für die Zukunft – Ansprüche an das Lernen in der Schule. Pädagogische Nachrichten Rheinland-Pfalz, Heft 2-00, Sonderseiten 1-16.

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Was sagen die Lehr- und Rahmenpläne zum Thema erneuerbare Energien?

Das Thema Energie ist eines der wichtigsten Themen in den Lehr- und Rahmenplänen, wenn Fragen der Nachhaltigkeit behandelt werden. Hält man sich das breite Spektrum der Handlungsfelder nachhaltiger Entwicklung vor Augen, dann sticht die Energiethematik neben den Themen Ökosysteme und Umweltbelastungen besonders hervor.

Eine Durchsicht der Lehr- und Rahmenpläne für die Fächer Physik, Biologie und Chemie ergibt bezüglich des Themas Energie für die Sekundarstufe I ab der 6./7. Klassenstufe eine große Themenfülle. Dabei dominiert das Fach Physik. Die Energiethematik ist darüber hinaus auch im Chemieunterricht und im Fach Biologie zu finden. Im letztgenannten Fach sind in diesem Zusammenhang vor allem die Umweltbelastungen von besonderer Bedeutung, die durch das Verbrennen von Erdöl und Kohle verursacht werden.

Erneuerbare Energien, der Klimawandel, der Zusammenhang zwischen dem Verbrauch von fossilen Ressourcen wie Öl, Gas oder Kohle und globalem wie nationalem Wirtschaftswachstum, die Nutzung verschiedener Energieträger im Bereich von Verkehr und Industrie, die Not der Armen dieser Welt, wenn es um Energiegewinnung geht – das sind Themen, die sich vor allem in Erdkundelehrplänen und in der Arbeitslehre, aber auch in anderen Fächern (Politik, Sozialkunde, Ethikunterricht, Religion) finden.

Konzentriert man sich auf jene Themen der Lehrpläne, die sich auf der Schnittstelle zwischen naturwissenschaftlicher Betrachtung des Gewinnens bzw. Nutzens von Energie und gesellschaftlichen, politischen und technischen Fragen bewegen, also fächerverbindend oder -übergreifend ausgelegt sind, dann lassen sich drei Schwerpunkte ausmachen:

1. Probleme fossiler Energieträger
2. Energiebilanzen/Energie sparen
3. Regenerative Energien

Diese Schwerpunkte sind in den folgenden Materialien in vielfältiger Form präsent. Dabei wurde der Schwerpunkt auf die regenerativen Energien gelegt. In diesem Punkt erweisen sich nämlich auch neueste Schulbücher und Materialien oft als noch nicht ausgereift und differenziert genug. Diese Lücke wird mit den auf den folgenden Seiten näher charakterisierten Materialien geschlossen.

Zu 1. Probleme fossiler Energieträger
Mit der Darstellung fossiler Brennstoffe, der Berechnung von Brennwerten, der Präsentation von Nutzungsformen und Lagerstätten geht in den Lehrplänen in aller Regel sogleich die Aufforderung einher, sich mit den Problemen der Nutzung fossiler Energieträger auseinanderzusetzen. Dabei steht die Beschäftigung mit der Braun- und Steinkohle sowie dem Erdöl deutlich im Vordergrund. Erdöl zum Beispiel wird als fossiler Rohstoff identifiziert, der eine erhebliche wirtschaftliche Bedeutung hat, zugleich aber eine endliche Ressource ist, deren Verbrennung zum Klimawandel beiträgt und die zudem aufgrund der Verteilung der Lagerstätten auf der Welt immer auch Anlass für Konflikte bietet.

Weit weniger Beachtung findet in den Lehr- und Rahmenplänen die Problematik der Nutzung von Kernenergie. Zwar finden sich in den Physiklehrplänen weiterhin Unterrichtseinheiten zu Kernspaltung, Kernfusion, zu Bauprinzipien von Kernreaktoren, zur Entsorgung und Aufbereitung von Brennstäben; insgesamt aber erfährt das Thema der Nutzung von Kernenergie heute weit weniger Beachtung als die Auseinandersetzung mit den Energiequellen Sonne, Wind und Wasser.

Zu 2. Energiebilanzen/Energie sparen
Energiebilanzen zeigen, welche Energiedienstleistungen welchen Anteil an der Nutzung einzelner Energieträger haben: Welcher Verbrauch lässt sich beim Heizen von Wohnraum, im Individual- und Güterverkehr, in der Produktion und Kommunikation identifizieren? Welche Vor- und Nachteile hat eine zentrale Bereitstellung und Verteilung von Energie gegenüber einer dezentralen? Wie viel Energie benötigt man für Herstellung, Verpackung, Lagerung und Transport von Waren? Wo entstehen wie viel Abgase bzw. wie viel Abwärme?

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Nicht nur diese Fragen führen laut Lehr- und Rahmenplänen zum Unterrichtsthema „Energiebilanzen“. Dazu gehören auch globale und regionale Energieszenarien: Die Entwicklung des Weltenergieverbrauchs ist wichtig; Zusammenhänge zwischen Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch werden gestiftet.

Das leitet schließlich zu dem umfänglichen Themenfeld Energiesparen über. Durch das Messen des Verbrauchs und durch die Erfassung von Wirkungsgraden sollen unnötige Verluste vermieden und der Energiebedarf gesenkt werden. Zudem geht es um die Optimierung von Wirkungsgraden und die Rückgewinnung von Energie.

Zu 3. Regenerative Energien
Wenn in den Lehr- und Rahmenplänen regenerative Energien vorgestellt werden, dann dominiert darin die Behandlung der Solarenergie. Neben den technischen Grundlagen und Wirkungsgraden von Solarzellen, Solarkollektoren und Fotovoltaikanlagen werden aber auch andere regenerative Energiequellen genannt und erläutert: Windenergie, Biogas- und Wasserkraftanlagen sind in diesem Zusammenhang zu finden.

Auch der Einsatz der regenerativen Energien als Wärmeenergien in Haushalten und bei der Erzeugung von Kraftstoff für Fahrzeuge sowie Statistiken zur aktuellen Nutzung von Primärenergieträgern und regenerativen Energiequellen sind Unterrichtsgegenstand. Zum Thema Brennstoffzelle, in das aktuell große Hoffnung gesetzt wird, werden dagegen eher selten Hinweise gegeben.

Oftmals finden sich in den Lehr- und Rahmenplänen detaillierte Darstellungen der physikalischen, chemischen und biologischen Abläufe bei der Gewinnung von regenerativer Energie und der bei der Energieumformung angewandten Verfahren. Diese Aspekte sind in den folgenden Materialien daher eher in den Hintergrund gerückt, zugunsten der Darstellung von positiven Effekten, die sich mit der Nutzung regenerativer Energieträger verbinden.

Wer die folgenden Materialien durchsieht, wird feststellen, dass damit – unter Berücksichtigung der Vorgaben der Lehr- und Rahmenpläne – wesentliche Felder des naturwissenschaftlichen Unterrichts der Sekundarstufe I zur Thematik Energie abgedeckt werden.

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

LERNZIELE

Was sind die wichtigsten Themen der Zukunft? Gleichgültig, wer in den letzten Jahren diese Frage stellte: Experten, die sich mit globalen Entwicklungsprozessen beschäftigen, sind sich hinsichtlich der Antworten schnell einig. Zu den Top-drei-Themen gehören der steigende Energiekonsum und die damit verbundenen ökologischen, ökonomischen und sozialen Probleme.

Es ist daher selbstverständlich, dass Kinder und Jugendliche ein Anrecht darauf haben, sich mit dieser Thematik auseinanderzusetzen. Schließlich geht es um ihre Zukunft und ihre Fähigkeit, nicht nur die Problemlagen der Nutzung fossiler Energieträger analysieren zu können, sondern auch zu wissen, welche Leistungsfähigkeit in den erneuerbaren Energien stecken, wo man sie anwenden kann und wie künftige Entwicklungen auf diesem Feld aussehen könnten. Denn nur mit Energiesparen ist niemandem geholfen. Man muss die Alternativen zum Erdöl, zur Kohle und anderen fossilen Energieträgern ebenso wie zur Atomkraft kennen, um aus der Falle des Zusammenhangs zwischen Wachstum, Wohlstand und wachsendem Verbrauch fossiler Brennstoffe herauszukommen.

Welche Kompetenzen können die Schülerinnen und Schüler im Zuge der Auseinandersetzung mit den Problemen fossiler Energieträger und der Beschäftigung mit regenerativen Energien erwerben?

- Die Schülerinnen und Schüler können verschiedene Darstellungen über den zukünftigen weltweiten Energieverbrauch auswerten und deren Stärken und Schwächen darstellen und beurteilen.

- Die Schülerinnen und Schüler können die wesentlichen Aussagen verschiedener Zukunftsszenarien und -prognosen über den Klimawandel, insbesondere in Hinblick auf die Bedeutung der Verbrennung fossiler Energie wiedergeben. Sie sind mit daran geknüpften Handlungsempfehlungen und -strategien so weit vertraut, dass sie diese in ihren Argumentationssträngen nutzen können.

- Die Schülerinnen und Schüler können ihnen präsentierte Problemlagen der Energienutzung daraufhin analysieren, welche Fachwissenschaften, Informationspfade und Akteure zurate gezogen werden müssen, um das Problem angemessen analysieren sowie Gegenmaßnahmen in Gang setzen zu können.

- Den Schülerinnen und Schülern sind die Phänomene der Rückkopplung, der Spätfolgen und des zeitverzögerten Auftretens von Folgen der Verbrennung von fossilen Energieträgern bekannt. Sie können die damit verbundenen Problemlagen benennen und von Wissenschaft wie Politik in diesem Kontext praktizierte Reaktions- und Antizipationsformen beschreiben sowie kritisch würdigen.

- Die Schülerinnen und Schüler können Problemlagen nicht nachhaltiger Energiegewinnung unter Zuhilfenahme von Kreativmethoden, normativen Vorgaben und persönlichen Wertentscheidungen sowie forschendem Lernen so bearbeiten, dass sie in Modelle nachhaltiger Energiegewinnung überführt werden.

- Die Schülerinnen und Schüler können Beziehungen zwischen Energieverbrauch, Schadstoffeintrag und der sozialen Lage in Entwicklungsländern auf der einen und dem nationalen Schadstoffeintrag und Energieverbrauch sowie der damit verbundenen sozialen Lage auf der anderen Seite darstellen.

- Die Schülerinnen und Schüler sind in diesem Zusammenhang fähig, sich mit Ansichten und Argumentationen anderer Kulturen in Hinblick auf die Ursachen des Klimawandels vertraut zu machen und diese Ansichten sowie Argumentationen in ihren Darstellungen und Bewertungen des Klimawandels zu würdigen und zu nutzen.

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

- Anhand der Darstellung praktischer Möglichkeiten zeigen sich die Schülerinnen und Schüler in der Lage, sich für eine verstärkte Nutzung regenerativer Energiequellen gemeinsam mit anderen einzusetzen.

- Die Schülerinnen und Schüler können die Resultate ihrer Recherchen und Simulationen zur künftigen Nutzung erneuerbarer Energien für externe Gruppen (z. B. Eltern, Lehrkräfte, Bürgerinnen und Bürger einer Fußgängerzone) präsentieren.

- Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, ihre Empathie für die Reduktion von Klimaschäden, potenziell vom Klimawandel stark betroffenen Ländern und Menschen zum Ausdruck zu bringen.

- Die Schülerinnen und Schüler sind befähigt, für lokale und regionale Maßnahmen zum Einsatz erneuerbarer Energien zu argumentieren. Sie können unter Zuhilfenahme von internationalen Vereinbarungen und Konventionen, unter Rekurs auf religiöse oder ethische Normen und Werte für die Belange des Klimaschutzes plädieren.

- Die Schülerinnen und Schüler können Aktivitäten und Lernfortschritte aus der Beschäftigung mit der Thematik erneuerbare Energien benennen, die sie motivieren, die erworbenen Kenntnisse, Problemlösungsstrategien und Handlungskonzepte zu erweitern und anzuwenden.

- Die Schülerinnen und Schüler können den mit ihren Lebensstilen verbundenen Energieverbrauch in Hinblick auf die Konsequenzen für die Umwelt und soziale Gerechtigkeit erfassen und darlegen.

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Was sagen die Bildungsstandards der Naturwissenschaften für den mittleren Bildungsabschluss zum Thema erneuerbare Energien?

Ende 2004 sind die Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz für den mittleren Bildungsabschluss bezüglich der Fächer Chemie, Biologie und Physik in Kraft getreten. Sie sind für alle Bundesländer verbindlich und legen fest, welche Kompetenzen Schülerinnen und Schüler erreichen sollen. Zudem dienen sie als Grundlage für die Entwicklung von Leistungstests. Deshalb soll der Bezug des vorliegenden Materials zu den erneuerbaren Energien zu den Bildungsstandards im Folgenden deutlich gemacht werden.

Die Bildungsstandards der naturwissenschaftlichen Fächer unterscheiden zwischen den Kompetenzbereichen Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung.

In Hinblick auf die **Bildungsstandards Biologie** der Kultusministerkonferenz für den mittleren Bildungsabschluss werden im **Kompetenzbereich Fachwissen** die Schwerpunkte „Schülerinnen und Schüler beschreiben Wechselwirkungen zwischen Biosphäre und anderen Sphären der Erde“, „kennen und verstehen die grundlegenden Kriterien von nachhaltiger Entwicklung“ sowie „kennen und erörtern Eingriffe des Menschen in die Natur und Kriterien für solche Entscheidungen“ mit dem Material zu den erneuerbaren Energien insbesondere dort berührt, wo es um die Probleme fossiler Energieträger und die Bedeutung erneuerbarer (Bildungsstandards: „regenerativer“) Energien geht.

Im **Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung** wird besonders das Feld des Erklärens von dynamischen Prozessen in Ökosystemen mithilfe von Modellvorstellungen und die Beurteilung der Aussagekraft von Modellen durch das Material zu den erneuerbaren Energien angesprochen. Im **Kompetenzbereich Kommunikation** kann die Kompetenz „idealtypische Darstellungen, Schemazeichnungen, Diagramme und Symbolsprache auf komplexe Sachverhalte“ anwenden zu können, mit dem vorliegenden Material eine Konkretisierung erfahren.

Bezüglich der **Bewertungskompetenz** sollen die Schülerinnen und Schüler die Auswirkungen menschlicher Eingriffe in ein Ökosystem (hier: durch Energiegewinnung mithilfe fossiler Energieträger) beschreiben und beurteilen lernen. Sie sollen zudem Ökosysteme unter den Aspekten der Naturerhaltung und der Nutzung durch den Menschen analysieren und beurteilen sowie die gesundheitlichen und ökologischen Konsequenzen von Stoffströmen (hier: Ausstoß von Treibhausgasen) bewerten können. Zudem diskutieren sie Handlungsoptionen einer umwelt- und naturverträglichen Teilhabe im Sinne der Nachhaltigkeit (Reduktion der Emission von Treibhausgasen, Einsatz erneuerbarer Energien).

Insbesondere bezüglich der **Bildungsstandards Physik** für den mittleren Bildungsabschluss ist das Thema erneuerbare Energien sehr anschlussfähig. So wird im **Kompetenzbereich Fachwissen** darauf eingegangen, dass Energie aus erschöpfbaren und regenerativen Quellen gewonnen wird. In diesem Zusammenhang werden auch der Transport und die Nutzung von Energie behandelt (beispielsweise: Wirkungsgrad, Generator, Motor, Abwärme etc.). In Bezug auf die Standards im **Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung** geht es u. a. um die Auswahl und Auswertung von Informationen aus verschiedenen Quellen, die Entwicklung von Modellvorstellungen, einfache Mathematisierungen und darum, eine Aufgabe oder ein Problem angemessen zu bearbeiten und empirische Ergebnisse auf ihre Gültigkeit hin zu überprüfen. Dieses wird in dem Material zum vorliegenden Thema mehrfach aufgegriffen.

Starke Bezüge finden sich auch zu den Kompetenzbereichen Kommunikation und Bewertung. Recherchen, Austausch und Diskussion von Erkenntnissen gehören ebenso zu den zu erwerbenden Kompetenzen wie das Bewerten von Chancen und Grenzen physikalischer Sichtweisen bei inner- und außer-fachlichen Kontexten, der Vergleich zwischen alternativen technischen Lösungen unter Berücksichtigung physikalischer, ökonomischer, sozialer und ökologischer Aspekte sowie die Risikobewertung von Alltags- handeln.

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Die **Bildungsstandards der Chemie** werden mit dem Material zum Thema erneuerbare Energien ebenfalls mehrfach angesprochen. So wird im **Kompetenzbereich Fachwissen** der Bereich chemische Reaktionen, die energetische Betrachtung von Stoffumwandlungen und der Bereich der Stoffkreisläufe in Natur und Technik, zum Beispiel mit dem Thema Energiegewinnung aus Biomasse angesprochen. Hinsichtlich des Speicherns von Energie lassen sich chemische Umwandlungsprozesse analysieren. Dieses ist ebenfalls eine Anforderung der Bildungsstandards zur Chemie an die Schülerinnen und Schüler.

Im **Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung** wird das ganze Spektrum der Kompetenzen berührt. Dieses reicht von der Entwicklung von Fragestellungen, die mithilfe chemischer Erkenntnisse und Untersuchungen beantwortet werden können, bis hin zur Recherche relevanter Daten und der Verknüpfung gesellschaftlicher Entwicklungen mit den Erkenntnissen der Chemie. Im **Kompetenzbereich Kommunikation** sollen die Schülerinnen und Schüler die Fähigkeit erwerben, Informationen zu erfassen, adressatengerecht zu veranschaulichen und für die eigene Argumentation zu nutzen (dies betrifft besonders die Argumentationen für den Einsatz erneuerbarer Energien und die Diskussion um die Probleme der Nutzung fossiler Energieträger). Zudem soll Teamarbeit gelernt werden – auch dieses ist für die Durchführung der Untersuchungen und Bearbeitung der Fragestellungen im Material zu den erneuerbaren Energien ausdrücklich verlangt.

Der **Kompetenzbereich Bewertung** wird vor allem bezüglich dessen berührt, dass die Schülerinnen und Schüler „gesellschaftsrelevante Aussagen aus unterschiedlichen Perspektiven“ diskutieren und bewer-ten sollen (dazu finden sich etliche Arbeitsblätter und Aufgabenstellungen im Material). Hinzu kommt, dass Fragestellungen daraufhin erkannt werden sollen, ob und wie sie mit anderen Unterrichtsfächern verknüpft sind. Die Funktionsweise der erneuerbaren Energieträger berührt alle Naturwissenschaften. Erneuerbare Energien sind zudem vor dem Hintergrund des Klimawandels zu betrachten. Außerdem bedarf ihr Einsatz kommunaler politischer wie gesamtgesellschaftlicher Entscheidungsprozesse. Daher wurde das Material dezidiert auf die Verbindung zwischen Naturwissenschaften, Erdkunde und sozialwissenschaftlichen Fächern ausgelegt.

© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

„Der Staat schützt auch in Verantwortung für die künftigen Generationen die natürlichen Lebensgrundlagen …“

Grundgesetz, Artikel 20 a

BESTELLUNG VON PUBLIKATIONEN:

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)
Postfach 30 03 61
53183 Bonn
Tel.: 0228 99 305-33 55
Fax: 0228 99 305-33 56
E-Mail: bmu@broschuerenversand.de
Internet: www.bmu.de

Diese Publikation ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Gedruckt auf Recyclingpapier aus 100 % Altpapier.