

IZT

Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung
Institute for Futures Studies and Technology Assessment

powerado-Materialien für die Primarstufe:

Band 3 – Wasserkraft und Windenergie

Michael Scharp, Malte Schmidhals

Werkstattbericht Nr. 91



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit unter den Förderkennzeichen FKZ 0327540 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Berlin, Dezember 2007

ISBN 978-3-929173-91-8

© 2007 IZT

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

Die deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

(WerkstattBerichte / IZT, Institut für Zukunftsstudien und
Technologiebewertung ; Nr. 91)

ISBN 978-3-929173-91-8

Unter Mitarbeit von

Dipl.Päd. Rolf Behringer

Dipl.Ing. Martin Dinziol

Prof. Dr. Sigrid Jannsen

Dr. Uwe Hartmann

Dipl.Phys. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Hartmut Oswald

Dipl.Ing. Malte Schmidthals

© 2007 **IZT** by Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung, Berlin

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie Übersetzung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Verlages reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Printed in Germany

Kurzfassung

Energie und erneuerbare Energien sind bisher keine zentralen Themen für den Grundschul-Unterricht und zumeist auch nicht für die SEK I. Dies liegt vor allem an der fehlenden Lehrplananbindung. Als Konsequenz hiervon gibt es auch kaum Lehrmaterial, welches interessierte Lehrkräfte nutzen können.

Mit den „powerado-Materialien für die Primarstufe“ wollen wir diese Lücke schließen. Lehrkräfte und Pädagogen sollen diese Materialien eigenständig nutzen können, um Angebote für die Kommunikation von erneuerbaren Energien zu machen. Die Materialien sind im Rahmen des Forschungsvorhabens „powerado: Erlebniswelt Erneuerbare Energien“ entwickelt worden. In diesem Vorhaben wurden verschiedene Module entwickelt, um die Kommunikation von erneuerbaren Energien zu verbessern (vgl. www.powerado.de). Beispiele hierbei sind ein Computerspiel, ein Wissensquiz, Materialboxen für den Kindergarten, die Primarstufe und Jugendfreizeiteinrichtungen, eine Wanderausstellung zu Schulprojekten, Experimente zu erneuerbaren Energien, Vorschläge für Curricula in der Weiterbildung von Handwerkern und eine Lehrveranstaltung für angehende Lehrkräfte.

Das Vorhaben wurde vom BMU Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit gefördert. Wir danken dem Zuwendungsgeber vielmals, dass er uns ermöglicht hat, diese Materialien zu entwickeln.

Die Bände 1 bis 6 der vorliegenden Materialien behandeln jeweils zwei Themenbereiche für Schüler, der siebente Band enthält Hintergrundinformationen für Lehrkräfte:

- Band 1: Energie und mit Energie leben,
- Band 2: Erneuerbare und nicht-erneuerbare Energien im Überblick,
- Band 3: Wasserkraft und Windenergie,
- Band 4: Sonnenenergie, Sonnenwärme und Solarstrom,
- Band 5: Bioenergie und Erdwärme,
- Band 6: Klimawandel und Energiesparen.

Alle Materialien haben die gleiche Struktur. Unter einer ausgewählten Themenfrage wird zunächst ein einfacher Lesetext (Thementext) aufgeführt. Anschließend gibt es eine Bildfrage mit dazugehörigen Bildern und der Antwort auf die Frage. Abschließend gibt es zu jeder Themenfrage noch weitere Quizfragen nach dem Multiple-Choice-Prinzip. Die Antworten können aus dem Thementext entnommen werden. Bei der Entwicklung der Materialien wurde darauf geachtet, dass das Thema so vollständig wie möglich abgehandelt wird. Die Thementexte sind dennoch möglichst einfach geschrieben und auch unabhängig zu nutzen.

Abstract

Energy and renewables are not really an important subject in primary or secondary school. The most likely reason is the lack of renewable energy in the obligatory curricula. Consequently there are only a few educational materials for teachers.

Our “powerado materials for the primary school” should close this gap. The materials have been developed within the R&D project “powerado: The world of renewable energy”. In several modules we have done applied research on new ways of communicating renewable energies to children and young people (c.f. www.powerado.de). Examples are an online game “powerado”, a knowledge quiz, “renewables in box” for play schools (Kindergarten), for primary school and for youth clubs, a poster exhibition of good school projects, experiments for renewable energies, curricula for advanced training of craftsmen and a seminar for student teachers at the university.

The project has been funded by the BMU, the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety. We thank a lot the BMU for giving us the possibility to do this necessary work.

Volume 1 to 6 of the powerado materials always are covering two subject areas for pupils, the seventh volume contains background information for teachers.

All volumes have a similar structure. Every part (of energy) is split up to several themes (thematic questions and texts). A simple text tries to give an answer to the “thematic question”. Afterwards a “picture question”, pictures and a “picture answer” are following. Furthermore we have developed questions belonging to the “thematic texts”. These questions are multiple-choice questions. The answer could be taken from the thematic texts. We have tried to cover the subjects energy, renewable energy, climate change and energy saving as complete as possible. All chapters could be used [self-contained](#). The language is very simple and applicable for primary school.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	7
0 Einleitung	8
0.1 Entwicklung und Struktur der Materialien	8
0.2 Material- und Bildverwendung.....	13
0.3 Pädagogische Hinweise	14
0.4 Themenübersicht.....	14
1 Energie	19
2 Mit Energie leben	20
3 Erneuerbare Energien	21
4 Nicht erneuerbare Energien	22
5 Windenergie	23
6 Wasserkraft	47
7 Sonnenenergie	70
8 Sonnenwärme	71
9 Solarstrom	72
10 Bioenergie	73
11 Erdwärme	74
12 Klimawandel	75
13 Energiesparen	76
14 Anhang: Weiterführende Informationen für Lehrkräfte	77
14.1 Themenbereich: Energie	77
14.2 Themenbereich: Mit Energie leben.....	77
14.3 Themenbereich: Erneuerbaren Energien im Überblick.....	77
14.4 Themenbereich Nicht-erneuerbare Energien.....	77
14.5 Themenbereich: Windenergie	77
14.6 Themenbereich: Wasserkraft.....	77
14.7 Themenbereich: Sonnenenergie.....	77
14.8 Themenbereich: Solarthermie (Sonnenwärme).....	77
14.9 Themenbereich: Fotovoltaik (Solarstrom).....	77
14.10 Themenbereich: Bioenergie	77
14.11 Themenbereich: Geothermie – Erdwärme und Umgebungswärme.....	77
14.12 Themenbereich: Klimawandel.....	77
14.13 Themenbereich: Energiesparen	77
15 Quellen, Internetseiten und Literatur	78
15.1 Bildquellen und Internetseiten zum Thema Energie und erneuerbare Energien.....	78
15.2 Literaturquellen	79

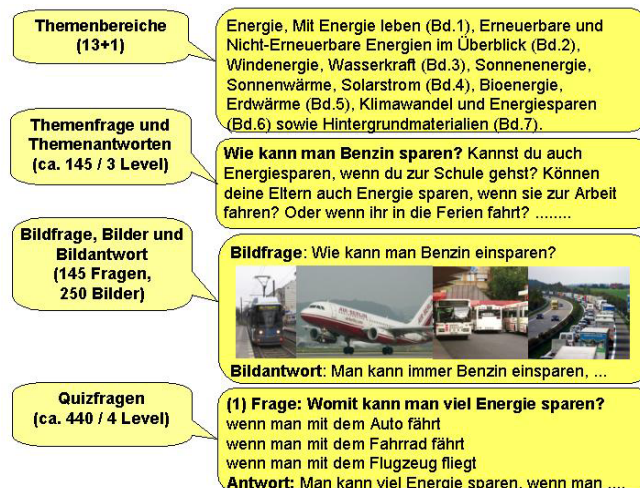
0 Einleitung

0.1 Entwicklung und Struktur der Materialien

Im Rahmen des Vorhabens „Erlebniswelt Erneuerbare Energien: powerado“ wurden von dem Forschungskonsortium eine Vielzahl von Begleitmaterialien zu den Modulen des Vorhabens geschaffen. Diese Materialien dienen vor allem zur Unterstützung der einzelnen Module, damit Lehrkräfte diese in ihrem Unterricht einbauen können. Im Laufe der Arbeit zeigte sich ein weitergehender Bedarf der Pädagogen/innen, die uns bei dem Vorhaben unterstützt haben. Immer wieder wurde die Frage nach umfassenden Materialien für die Primarstufe aufgeworfen, da diese bisher nur zu einzelnen Themenfeldern vorhanden sind. Gewünscht wurden vor allem einfache Texte und Bilder. Die Materialien sollten weiterhin als bearbeitbare Dokumente vorliegen, damit die Pädagogen/innen diese für ihre speziellen Zielstellungen selbst bearbeiten können. Diesen Wünschen wollen wir mit den vorliegenden Materialien nachkommen. Sie wurden vor allem in Anlehnung an das Wissensquiz powerado entwickelt, welches in das gleichnamige Online-Spiel integriert ist. Gedacht waren diese Materialien vor allem für die Darstellung im Internet, aber eine Textversion erschien den beteiligten Lehrkräften wünschenswert.

Die Materialien versuchen das umfassende Thema Energie und erneuerbare Energie zu behandeln und zu allen relevanten Themen Texte, Bilder und Quizfragen zu liefern. Hierbei wurde die folgende Struktur den Materialien zugrunde gelegt:

Abbildung 0-1: Struktur der Materialienkonzeption



Quelle: Eigene Darstellung.

Zur Entwicklung der Materialien wurde zunächst das Themenspektrum (Systemgrenzen) festgelegt in Form von Themenbereichen. Da erneuerbare Energien ihre Bedeutung vor dem Klimawandel bekommen, und diese auch nicht ohne Grundkenntnisse des Themenbereichs „Energie“ möglich sind, wurden die folgenden Themenbereiche gewählt:

Tabelle 1: Themenbereiche der Materialien

1. Energie (Band 1)	8. Sonnenwärme (Band 4)
2. Mit Energie leben (Band 1)	9. Solarstrom (Band 4)
3. Erneuerbare Energien im Überblick (Band 2)	10. Bioenergie (Band 5)
4. Nicht erneuerbare Energien im Überblick (Band 2)	11. Erdwärme (Band 5)
5. Windenergie (Band 3)	12. Klimawandel (Band 6)
6. Wasserkraft (Band 3)	13. Energiesparen (Band 6)
7. Sonnenenergie (Band 4)	14. Materialien (Band 7)

Anschließend wurden die Themenbereiche untergliedert. Ziel sollte es sein, aufeinander aufbauende „Wissensschnipsel“ mit Themenfragen und Themenantworten zu entwickeln, die in der Summe den Themenbereich abdecken, aber dennoch eigenständig verständlich sind. Sie schließen aneinander an, ohne jedoch allzu viel zu wiederholen. Tabelle 2 zeigt dieses Vorgehen beispielhaft für die Themenfragen. Hierdurch wird eine einfache Darstellung der Themenbereich möglich.

Tabelle 2: Themenfragen zum Themenbereich „Wasserkraft“

6-02 Wie haben die Menschen vor unserer Zeit die Kraft des Wassers genutzt?
6-03 Was ist eine Wassermühle?
6-04 Was konnten Wassermühlen alles?
6-05 Was ist eine Wasserturbine?
6-06 Wie gewinnt man aus Wasserkraft Energie?
6-07 Was sind Laufwasserkraftwerke?
6-08 Was sind Speicherwasserkraftwerke?
6-09 Wie kommt das Wasser auf die Berge?
6-10 Wie stark sind Wasserkraftwerke?
6-11 Ist Wasserkraft wichtig?

Da die Themenbereiche unterschiedliche Inhalte haben, haben die Bände 1, 2 und 6 eine unterschiedliche Struktur als die Bände 3 bis 6. Gemeinsam ist allen Bänden, dass sie grundsätzlich an das Alltagsverständnis anknüpfen. Die Darstellung der einzelnen erneuerbaren Energien in den Bänden 3 bis 6 weisen jedoch starke Gemeinsamkeiten auf. Zu Beginn der Beschreibung wird immer auf Alltagserfahrungen (Wärme und Strom im Haus, Elektrogeräte, Wasserströmung, Helligkeit und Wärme von der Sonne) und auf die historische Nutzung (Segelboot, Windmühle, Feuer) der jeweiligen Energiequelle eingegangen. Anschließend erfolgt eine Beschreibung der Umwandlungstechnik. Zum Schluss wird noch einmal die Bedeutung der Energie herausgestellt. Dazwischen werden immer wesentliche Aspekte zum Verständnis der erneuerbaren Energie dargestellt („Woher kommt die Energie in Lebensmitteln / in der Erde / in der Sonne?“ oder „Was ist elektrischer Strom / elektrische Spannung / Absorption / Reflexion?“).

Zu jeder Themenfrage gibt es eine Themenantwort (vgl. Tabelle 3). Die Themenantworten haben eine möglichst einfache Sprache und versuchen, eine geschlossene Antwort auf die Themenfrage zu geben. Hierdurch sollen die einzelnen Themenfragen als eigenständige Texte verständlich sein. Allerdings wiederholen sich dadurch bestimmte Grundaussagen, die wichtig sind. Der Satzbau ist möglichst einfach gehalten. Die Sätze sind zumeist nicht länger als 120 Zeichen. Auf Fremdworte oder einer Vielzahl von gleichbedeutenden Worten (z.B. umwandeln, erzeugen, herstellen, erschaffen, machen, gewinnen, verbrauchen) wurde explizit verzichtet. Hierbei sind jedoch zwei Einschränkungen gemacht worden. Zum einen wurden für die Energieumwandlung immer die Begriffe „umwandeln“ und „erzeugen“ verwendet. Wenn vom „herstellen“ gesprochen wird, bezieht sich dies immer auf stoffliche Dinge (Benzin, warmes Wasser, Biomasse). Bei den „Fremdworten“ sind zentrale Begriffe wie Fotovoltaik, Solarstrom, Klima, Atmosphäre oder Geothermie jedoch zugelassen. Um in diese Themen einzuführen, wurden aber auch Begriffe verwendet, die eindeutiger sein können wie z.B. Sonnenwärme oder Erdwärme.¹

Die Themenfragen und damit auch die Antworten wurden nach Schwierigkeitsgraden – in Klammern hinter der Themenfrage – gesetzt. Hierbei werden die folgenden Kategorien verwendet:

- (1) leicht = Basiswissen mit möglicher eigenständiger Aneignung,
- (2) mittel = weiterführendes Wissen mit notwendiger Unterstützung bei der Aneignung,
- (3) schwierig = ergänzendes „Expertenwissen“ mit notwendiger Unterstützung bei der Aneignung bzw. ein nicht unbedingt wichtiges Thema.

Tabelle 3: Themenfragen und Themenantwort aus dem Themenbereich „Windenergie“

5-5 Was ist eine Windenergieanlage? (1)

Moderne Windmühlen nennen wir nicht mehr Windmühlen, sondern Windenergieanlagen. Alte Windmühlen und moderne Windenergieanlagen sehen ganz verschieden aus. Eine alte Windmühle hat oft vier Windflügel. Die Windflügel sind an einer Achse befestigt. Die Achse ist ganz oben in dem Mühlturm oder dem Mühlenhaus aufgehängt. Und an der Achse hängen ein Gestänge oder Räder. Mit dem Gestänge oder den Rädern wird die Kraft des Windes auf Mahlsteine oder Sägen übertragen. Heute mahlen oder sägen wir nicht mehr mit Windenergie. Heute gewinnen wir elektrischen Strom. Und deshalb sehen unsere Windenergieanlagen anders aus. Sie haben immer noch Windflügel. Die Windflügel und ihre Verbindung werden auch Rotor genannt. Meist hat der Rotor drei Windflügel, manchmal zwei. Der Rotor ist an einer Gondel befestigt und die Gondel steht auf einem Turm.

¹ In dem allgemeinen wissenschaftlichen Sprachgebrauch hat sich auch der Begriff Windenergie gegenüber der Windkraft durchgesetzt, weshalb letzterer nicht verwendet wird. Nur im letzten Kapitel wird er des Verständnisses wegen noch teilweise benutzt.

5-7 Wie gewinnt man aus Wind Energie? (1)

Eine Windenergieanlage besteht aus einem Turm, einer Gondel mit Generator und Getriebe sowie einem Rotor mit den Windflügeln. Wenn der Wind weht, bewegt er die Windflügel, die auch Rotorblätter genannt werden. Die Kraft des Windes dreht also den Rotor. Der Rotor besteht aus den Rotorblättern und der Rotornabe. Er sitzt auf einer Achse und dreht diese Achse. Diese Achse wird auch Hauptwelle genannt. Wenn die Achse sich dreht, dreht sich der Generator. Damit der Generator sich schnell dreht und mehr elektrischen Strom erzeugt, gibt es noch ein Getriebe. Ein Getriebe ist wie eine Gangschaltung an einem Fahrrad. Ein Generator besteht vor allem aus Kabeln und erzeugt den elektrischen Strom, wenn er gedreht wird. Wir leiten den elektrischen Strom zu Sammelpfählen und von dort fließt er in unsere Häuser. So gewinnen wir aus Wind elektrischen Strom und elektrischer Strom ist Energie.

Ergänzt werden die Themenfragen durch Bilder und einige Graphiken. Die Bilder beziehen sich auf die Themenfrage. Jedem Bild ist eine oder mehrere Bildfragen vorangestellt. Die Antworten sind unterhalb der Bilder als Bildantworten aufgeführt. Anhand der Antwort kann man sehen, ob die Kinder den Text verstanden haben. Durch die Kombination von Text und Bildfrage können die Kinder sich die Antwort auch selbst erschließen.

Bildfrage: Was siehst du auf den Bildern? Was ist ein Energieträger und was nicht?



Bildantwort: Abbildung 0-2: Das linke Bild zeigt eine Tankstelle. An einer Tankstelle wird Benzin verkauft. Benzin ist ein Energieträger, denn wir können die Energie nutzen, um Auto zu fahren. Der Blitz auf dem rechten Bild enthält auch Energie. Aber wir können seine Energie nicht nutzen. Deshalb ist er für uns kein Energieträger.

Quelle: Scharp und Dinziol 2007a; www.pixelio.de / Jürgen Lenzner.

Auf Basis der Themenantworten wurden die Quizfragen entwickelt, so dass diese anschlussfähig an die Themenantworten sind. Die Quizfragen können auch als

Verständnisfragen zu dem Thementext genommen werden. Die Quizfragen sind Multiple-Choice-Fragen mit je einer richtigen und zwei falschen Antworten. Zu jeder Frage gibt es eine Antwort, die die Frage wiederholt, was aufgrund der Nutzung für das Online-Spiel notwendig war (sukzessive Darstellung von Fragen und Antwortmöglichkeiten mit anschließender Darstellung der Antwort). Eindeutig falsche Antworten werden nicht als falsch erläutert, wohingegen plausibel „falsche“ Antworten kurz als falsch erläutert werden. Die Quizfragen wurden anschließend in vier Kategorien unterteilt:

- sehr einfach (1),
- relativ einfach (2),
- schwierig (3) und
- sehr schwierig (4).

Der Schwierigkeitsgrad der Quizfragen ist vor der Frage in Klammern vermerkt. Es ist jedoch sichergestellt, dass mit Hilfe der Themenantworten auch die schwierigen Fragen beantwortet werden können, da alle Quizfragen aus den Themenantworten abgeleitet wurden. Die folgende Tabelle zeigt beispielhaft zwei Quizfragen:

Tabelle 4: Quizfragen aus dem Themenbereich „Nicht-erneuerbare Energien“.

<p>(3) Warum heißen die nicht-erneuerbaren Energien „nicht-erneuerbar“?</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ weil wir sie aufbrauchen können ➤ weil sie schon alt sind ➤ weil wir sie schon lange kennen <p><i>Antwort: Nicht-erneuerbare Energien heißen nicht-erneuerbar, weil wir sie aufbrauchen können. Sie kommen nur begrenzt in der Erde vor. Und sind darum nur begrenzt nutzbar.</i></p> <p>(2) Warum werden fossile Brennstoffe auch nicht-erneuerbare Energieträger genannt?</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ weil sie aus der Erde herausgeholt werden ➤ weil sie nicht mehr in der Natur entstehen ➤ weil wir sehr viel davon nutzen <p><i>Antwort: Fossile Brennstoffe werden auch nicht-erneuerbare Energieträger genannt, weil sie nicht mehr in der Natur entstehen.</i></p>
--

Die Texte wurden einer durchdringenden Textanalyse unterzogen. Die maximale Zeichenzahl der Themenantworten wurde auf 1.300 festgelegt, um ggf. auch eine Web-Darstellung möglich zu machen. Die Analyse umfasste weiterhin die Begrenzung der Satzlängen auf maximal 130 Zeichen und die Vermeidung von Verschachtelungen (Einschübe, maximal ein Nebensatz etc.). Die überwiegenden Satzlängen bewegen sich zwischen 30 und 80 Zeichen. In einer weiteren Stufe wurde eine Wort-Analyse durchgeführt. Hierdurch wurde die konsistente Verwendung einzelner und die Vermeidung multipler Begriffe bzw. von Fremdworten erreicht. In einem letzten Schritt wurden die Themenfragen nach Schwierigkeitsgraden kategorisiert (s.o.).

Die Materialien wurden intensiv mit Lehrkräften auf Workshops und Fokusgruppenveranstaltungen diskutiert. Hierbei zeigte sich ein Dilemma, das allen Lehrkräften bekannt ist und über das aber nur selten gesprochen wird. Ein Teil der Lehrkräfte vertrat die Auffassung, dass die Materialien in der vorliegenden Struktur und auf Basis der von ihnen angeregten Änderungen für die Primarstufe gut anwendbar sind. Wichtig war ihnen zudem, dass sie die Materialien ihren spezifischen Bedürfnissen entsprechend anpassen können. Eine andere Gruppe der Lehrkräfte machte jedoch darauf aufmerksam, dass Texte für die Primarstufe durchaus zu schwierig für die SEK I in der Haupt- oder Realschule sein können. Letzteren Anforderungen konnten die Autoren allerdings nicht nachkommen, da hierfür keine offensichtliche Lösung vorliegt.

Die Quizfragen wurden zudem in der Evaluation des Computerspiels *powerado* hinsichtlich ihrer Verständlichkeit und ihres Schwierigkeitsgrades mit zahlreichen Schülern getestet (Fromme und Russler 2006). Hierbei zeigte sich, dass die Fragen von den Kindern sehr gut angenommen wurden, verständlich sind und ihren eigenen Einschätzungen nach nicht zu schwierig sind. Eine Analyse der Antworten mit Hilfe der Serverstatistik ergab zudem, dass mehr als 80% der Fragen des Online-Spiels mit richtig beantwortet worden waren. Aufgrund dessen wurden noch weitere Fragen mit einem höheren Schwierigkeitsgrad hinzugefügt.

0.2 Material- und Bildverwendung.

Die Bilder der Materialien können im Unterricht ohne Einschränkungen verwandt werden. Die in den Materialien verwendeten Bilder stammen überwiegend aus allgemein zugänglichen Quellen und unterliegen nur insofern dem Copyright, als dass bei ihrer Verwendung die Quellenangaben und die zugehörige Website notiert werden müssen. Die Autoren bitten die Nutzer dieser Materialien, hieran auch zu denken. Die Bilder sind wie folgt zu kennzeichnen:

- Quelle: Name des Fotografen und der Website (übernommen von: Autoren Jahr: Seitenzahl)
- Beispiel:
Quelle: Jürgen / www.pixelio.de (übernommen von: Scharp und Schmidthals 2007:25)

Für die Nutzung der Bilder von den Unternehmen (Shell, Siemens, E.ON, HDG Bavaria Heizsysteme, ADM, Viessmann, Südzucker etc.) oder den Verbänden (Bundesverband Windenergie, CARMEN, DSK, BINE, DEBRIV, Neanderthal Museum, Bundesverband WärmePumpe e.V.) ist die Genehmigung einzuholen, wenn die Bilder außerhalb des Unterrichts verwendet werden. Diese wird zumeist formlos per Email erteilt, wenn keine kommerziellen Nutzungen beabsichtigt sind.

Die Textmaterialien können für den Unterricht bearbeitet und verwendet werden. Bei einer weitergehenden Verwendung, die nicht auf Unterrichtszwecke abzielt oder kommerziell geartet ist, bedarf des Einverständnisses der Autoren. Bei der Nutzung der Materialien für Schulzwecke sind die Quelleangaben zu beachten.

Abschließend noch eine Bitte der Autoren. Kein Text ist fehlerfrei zu erstellen trotz intensiver wissenschaftlicher Recherche und präzisen Korrekturlesens. Wenn in den Materialien Fehler entdeckt werden, bitten die Autoren um die Benachrichtigung per Mail an m.scharp@izt.de, um Fehler für die Folgeausgaben beseitigen zu können.

0.3 Pädagogische Hinweise

Die hier publizierten Texte, Bilder und kindgerechten Fragestellungen sind als Materialzusammenstellung für die 4. bis 6. Klasse gedacht und nicht als Unterrichtseinheit ausgearbeitet. Es wird daher auch keine Methodenrahmen geliefert, für den sich die Materialien besonders eignen oder für dessen Einbindung sie gar entwickelt wären. Der Einsatz der Materialien ist – abhängig von der jeweiligen Unterrichtsplanung – unter Einschränkungen vielgestaltig möglich. Als Einsatzmöglichkeiten bieten sich z.B. an:

- Die Nutzung ausgewählter Thementexte für die Einführung in einzelne Themenfelder der erneuerbaren Energien;
- eine Kleingruppenarbeit anhand der Thementexte, Bilder und Einzelfragen, die gelesen, besprochen und beantwortet werden;
- die Eigenarbeit z.B. im Rahmen von Wochenarbeitsplänen;
- eine Umsetzung der Einzelfragen zu einem Quiz mit Fragen-Antwort-Kärtchen durch die Schülerinnen und Schüler;
- die Stellung von Zusatzaufgaben an einzelne Schülerinnen und Schüler;
- die Nutzung als Material für Schülerreferate bzw. –präsentationen sowie
- eine Umsetzung der Einzelfragen zu einem Quiz mit Fragen-Antwort-Kärtchen durch die Schülerinnen und Schüler.

0.4 Themenübersicht

Die Materialien für die Primarstufe wurden in sechs Bände untergliedert, wobei jeder Band zwei Themen enthält. Der siebente Band bietet Hintergrundinformationen für Lehrkräfte. Im Folgenden sind die Themen der Bände mit dem Schwierigkeitsgrad der Thementexte aufgeführt.

- (1) = leicht,
- (2) = zusätzliche Erläuterungen durch die Lehrkräfte sind notwendig und
- (3) = es handelt sich um ein schwieriges Thema, welches der Vollständigkeit halber aufgenommen wurde.

Band 1: Energie und mit Energie leben

- 1-01 Wofür brauchen wir Energie? (1)
- 1-02 Wann sprichst du von Energie? (2)
- 1-03 Was ist Energie? (2)
- 1-04 Worin findest du Energie? (3)
- 1-05 Was ist ein „Energieträger“? (1)
- 1-06 Welche Energieformen kennst du aus dem Alltag? (1)
- 1-07 Welche Energieformen gibt es noch? (3)
- 1-08 Was sind erneuerbare Energien? (1)
- 1-09 Was sind nicht-erneuerbare Energien? (1)
- 1-10 Was sind Primärenergieträger? (3)
- 1-11 Was ist Endenergie? (3)
- 1-12 Was ist Nutzenergie? (3)
- 1-13 Kann man Energie nur verbrauchen? (1)
- 1-14 Was sind Umwandlungsverluste? (2)
- 1-15 Sind Umwandlungsverluste sehr groß? (3)
- 1-16 Kann man Umwandlungsverluste gering halten? (1)
- 2-01 Wann haben die Menschen die Energie entdeckt? (1)
- 2-02 Wie kann man Energie messen? (2)
- 2-03 Wie beschreibt man die Energie in Lebensmitteln? (3)
- 2-04 Wie kann man die Leistung und Energie von Strom und Gas messen? (3)
- 2-05 Was ist eine Steinkohleeinheit? (3)
- 2-06 Wie viel Energie verbraucht ein ganzes Land? (3)
- 2-07 Wie viel Energie verbraucht jeder von uns? (2)
- 2-08 Welche Energieformen brauchst du am meisten? (1)
- 2-09 Wofür brauchen wir Wärme? (1)
- 2-10 Wie erzeugen wir Wärme? (1)
- 2-11 Was ist Wärme? (3)
- 2-12 Was ist Temperatur und was ist Wärme? (3)
- 2-13 Welche Temperaturen solltest du kennen? (3)
- 2-14 Was ist Verbrennung? (1)
- 2-15 Wie kann man Wärme speichern? (1)
- 2-16 Was ist ein Wärmetauscher? (3)

Band 2: Erneuerbare Energie und nicht-erneuerbare Energien im Überblick

- 3-01 Was sind erneuerbare Energien? (1)
- 3-02 Woher kommen die erneuerbaren Energien? (2)
- 3-03 Warum ist die Sonne die wichtigste Energiequelle? (2)
- 3-04 Kann man aus Sonnenlicht Wärme erzeugen? (1)
- 3-05 Kann man aus Sonnenlicht Strom erzeugen? (1)
- 3-06 Was ist Bioenergie und Biomasse? (1)
- 3-07 Wofür brauchen wir pflanzliche Biomasse? (2)
- 3-08 Was ist tierische Biomasse? (2)
- 3-09 Was ist Biogas? (2)
- 3-10 Ist der Wind eine Energiequelle? (1)
- 3-11 Ist Wasser eine Energiequelle? (1)

- 3-12 Ist das Meer eine Energiequelle? (3)
- 3-13 Ist der Boden eine Energiequelle? (3)
- 3-14 Ist die Erde eine Energiequelle? (1)
- 3-15 Ist der Mond eine Energiequelle? (3)
- 3-16 Wie viel erneuerbare Energie wurde in 2006 erzeugt? (3)
- 4-01 Was sind nicht-erneuerbare Energien? (1)
- 4-02 Was sind fossile Energieträger? (1)
- 4-03 Wie entstanden Erdöl und Erdgas? (2)
- 4-04 Wie entstanden Braunkohle und Steinkohle? (2)
- 4-05 Wie nutzen wir fossile Energieträger? (1)
- 4-06 Wie erzeugt man Strom mit einem Dynamo? (1)
- 4-07 Wie erzeugt man Strom aus nicht-erneuerbaren Energien? (1)
- 4-08 Was macht eine Turbine? (3)
- 4-09 Was macht ein Generator? (3)
- 4-10 Wie erzeugt man Wärme aus fossilen Energieträgern? (1)
- 4-11 Wie stellt man Benzin her? (1)
- 4-12 Woher kommt das Erdöl und das Erdgas? (1)
- 4-13 Was sind die Nachteile von fossilen Energieträgern? (1)
- 4-14 Was ist Atomenergie? (2)
- 4-15 Wie nutzt man die Atomenergie? (2)
- 4-16 Warum ist Atomenergie gefährlich? (2)

Band 3: Windenergie und Wasserkraft

- 5-01 Wie kann man die Kraft des Windes spüren und sehen? (1)
- 5-02 Wie entsteht Wind? (2)
- 5-03 Wie haben die Menschen vor unserer Zeit den Wind genutzt? (1)
- 5-04 Woraus besteht eine Windmühle? (3)
- 5-05 Was ist eine Windenergieanlage? (1)
- 5-06 Wie groß ist eine Windenergieanlage? (1)
- 5-07 Wie gewinnt man aus Wind Energie? (1)
- 5-08 Warum drehen sich Windenergieanlagen? (3)
- 5-09 Wie stark sind moderne Windenergieanlagen? (3)
- 5-10 Wie schnell muss der Wind wehen, um Windenergie zu gewinnen? (3)
- 5-11 Warum ist Windenergie so wichtig? (1)
- 6-01 Wie kann man die Kraft des Wassers spüren und sehen? (1)
- 6-02 Wie haben die Menschen vor unserer Zeit die Kraft des Wassers genutzt? (1)
- 6-03 Was ist eine Wassermühle? (1)
- 6-04 Was konnten Wassermühlen alles? (1)
- 6-05 Was ist eine Wasserturbine? (1)
- 6-06 Wie gewinnt man aus Wasserkraft Energie? (1)
- 6-07 Was sind Laufwasserkraftwerke? (3)
- 6-08 Was sind Speicherwasserkraftwerke? (3)
- 6-09 Wie kommt das Wasser auf die Berge? (2)
- 6-10 Wie stark sind Wasserkraftwerke? (3)
- 6-11 Warum ist Wasserkraft so wichtig? (1)

Band 4: Sonnenenergie, Sonnenwärme und Solarstrom

- 7-01 Wie kann man Sonnenenergie fühlen? (1)
- 7-02 Was ist eine Sonne? (2)
- 7-03 Woher kommt die Energie der Sonne? (3)
- 7-04 Warum ist die Sonne für das Leben wichtig? (1)
- 7-05 Was ist Sonnenlicht? (3)
- 8-01 Kann man Sonnenwärme zum Heizen nutzen? (1)
- 8-02 Was ist Absorption? (3)
- 8-03 Was ist Reflexion? (3)
- 8-04 Wie kannst du die Sonnenwärme nutzen? (1)
- 8-05 Kann man Sonnenlicht in einem Schlauch einfangen? (1)
- 8-06 Was ist ein Solarkollektor? (1)
- 8-07 Was sind Solarkollektorröhren? (3)
- 8-08 Wie kommt Sonnenwärme in den Wasserhahn? (3)
- 8-09 Warum ist Sonnenwärme so wichtig? (1)
- 9-01 Wie stellt man Solarstrom her? (1)
- 9-02 Wofür haben wir Solarstrom erfunden? (1)
- 9-03 Was ist „Stromstärke“? (3)
- 9-04 Was ist „Stromspannung“? (3)
- 9-05 Wie stellt man Solarstrom her? (1)
- 9-06 Was ist eine Fotovoltaikanlage? (1)
- 9-07 Wo siehst du Solarstromanlagen? (1)
- 9-08 Wo kann man noch Solarstromanlagen nutzen? (1)
- 9-09 Warum ist Solarstrom so wichtig? (1)

Band 5: Bioenergie und Erdwärme

- 10-1 Was ist Bioenergie? (1)
- 10-2 Welche Energie ist in Lebensmitteln enthalten? (3)
- 10-3 Wozu braucht man Bioenergie noch? (3)
- 10-4 Woher kommt die Energie in Lebensmitteln? (3)
- 10-5 Wie erzeugt man mit Bioenergie Wärme? (1)
- 10-6 Wie erzeugt man mit Bioenergie Strom? (1)
- 10-7 Wie stellt man Biogas her? (2)
- 10-8 Wie kann man Biogas nutzen? (2)
- 10-9 Wie stellt man Biodiesel her? (1)
- 10-10 Welche Pflanzen stellt man Treibstoffe her? (1)
- 10-11 Warum ist Bioenergie so wichtig? (1)
- 11-01 Was ist Erdwärme? (1)
- 11-02 Warum ist die Erde so heiß? (3)
- 11-03 Was ist Geothermie? (3)
- 11-04 Wie tief muss man graben, um warmes Wasser zu finden? (3)
- 11-05 Kann man Häuser mit Erdwärme heizen? (1)
- 11-06 Wie kann man Wärme aus der Erde pumpen? (3)
- 11-07 Was macht eine Wärmepumpe? (3)
- 11-08 Wie erzeugt man heißes Wasser mit einer Wärmepumpe? (3)

- 11-09 Wie holt man die Erdwärme tief aus der Erde heraus? (3)
- 11-10 Kann man Erdwärme in Strom verwandeln? (1)
- 11-11 Wie nutzt man das heiße Gestein in der Erde? (3)
- 11-12 Warum ist Erdwärme so wichtig? (1)

Band 6: Klimawandel und Energiesparen

- 12-01 Was ist Wetter? (3)
- 12-02 Was ist das Klima? (3)
- 12-03 Warum ist die Sonne so wichtig für das Wetter? (1)
- 12-04 Wieso erwärmt das Sonnenlicht die Erde? (2)
- 12-05 Was geschieht in einem Treibhaus und was ist der Treibhauseffekt? (2)
- 12-06 Was sind Treibhausgase? (3)
- 12-07 Was ist der natürliche Treibhauseffekt? (2)
- 12-08 Was ist der menschliche Treibhauseffekt? (2)
- 12-09 Was ist der Klimawandel? (3)
- 12-10 Welche Folgen hat der Klimawandel? (1)
- 12-11 Wie will man das Klima schützen? (3)
- 13-01 Warum soll man Energie sparen? (1)
- 13-02 Wie kann man Wärme im Haus sparen? (2)
- 13-03 Wie kann man Benzin sparen? (1)
- 13-04 Wie kann man elektrische Energie sparen? (1)
- 13-05 Wie kann man Lichtenergie sparen? (3)
- 13-06 Wie kann man Wärmeenergie sparen? (1)

Band 7: Anhang mit weiterführenden Informationen

- Themenbereich: Energie
- Themenbereich: Mit Energie leben
- Themenbereich: Erneuerbaren Energien im Überblick
- Themenbereich Nicht-erneuerbare Energien
- Themenbereich: Windenergie
- Themenbereich: Wasserkraft
- Themenbereich: Sonnenenergie
- Themenbereich: Solarthermie (Sonnenwärme)
- Themenbereich: Fotovoltaik (Solarstrom)
- Themenbereich: Bioenergie
- Themenbereich: Geothermie – Erdwärme und Umgebungswärme
- Themenbereich: Klimawandel
- Themenbereich: Energiesparen

1 Energie

- 1-01 Wofür brauchen wir Energie? (1)
- 1-02 Wann sprichst du von Energie? (2)
- 1-03 Was ist Energie? (2)
- 1-04 Worin findest du Energie? (3)
- 1-05 Was ist ein „Energieträger“? (1)
- 1-06 Welche Energieformen kennst du aus dem Alltag? (1)
- 1-07 Welche Energieformen gibt es noch? (3)
- 1-08 Was sind erneuerbare Energien? (1)
- 1-09 Was sind nicht-erneuerbare Energien? (1)
- 1-10 Was sind Primärenergieträger? (3)
- 1-11 Was ist Endenergie? (3)
- 1-12 Was ist Nutzenergie? (3)
- 1-13 Kann man Energie nur verbrauchen? (1)
- 1-14 Was sind Umwandlungsverluste? (3)
- 1-15 Sind Umwandlungsverluste sehr groß? (3)
- 1-16 Kann man Umwandlungsverluste gering halten? (1)

2 Mit Energie leben

- 2-01 Wann haben die Menschen die Energie entdeckt? (1)
- 2-02 Wie kann man Energie messen? (2)
- 2-03 Wie beschreibt man die Energie in Lebensmitteln? (3)
- 2-04 Wie kann man die Leistung und Energie von Strom und Gas messen? (3)
- 2-05 Was ist eine Steinkohleeinheit? (3)
- 2-06 Wie viel Energie verbraucht ein ganzes Land? (3)
- 2-07 Wie viel Energie verbraucht jeder von uns? (2)
- 2-08 Welche Energieformen brauchst du am meisten? (1)
- 2-09 Wofür brauchen wir Wärme? (1)
- 2-10 Wie erzeugen wir Wärme? (1)
- 2-11 Was ist Wärme? (3)
- 2-12 Was ist Temperatur und was ist Wärme? (3)
- 2-13 Welche Temperaturen solltest du kennen? (3)
- 2-14 Was ist Verbrennung? (1)
- 2-15 Wie kann man Wärme speichern? (1)
- 02-16 Was ist ein Wärmetauscher? (3)

3 Erneuerbare Energien

- 3-01 Was sind erneuerbare Energien? (1)
- 3-02 Woher kommen die erneuerbaren Energien? (2)
- 3-03 Warum ist die Sonne die wichtigste Energiequelle? (2)
- 3-04 Kann man aus Sonnenlicht Wärme erzeugen? (1)
- 3-05 Kann man aus Sonnenlicht Strom erzeugen? (1)
- 3-06 Was ist Bioenergie und Biomasse? (1)
- 3-07 Wofür brauchen wir pflanzliche Biomasse? (2)
- 3-08 Was ist tierische Biomasse? (2)
- 3-09 Was ist Biogas? (2)
- 3-10 Ist der Wind eine Energiequelle? (1)
- 3-11 Ist Wasser eine Energiequelle? (1)
- 3-12 Ist das Meer eine Energiequelle? (3)
- 3-13 Ist der Boden eine Energiequelle? (3)
- 3-14 Ist die Erde eine Energiequelle? (1)
- 3-15 Ist der Mond eine Energiequelle? (3)
- 3-16 Wie viel erneuerbare Energie wurde in 2005 erzeugt? (3)

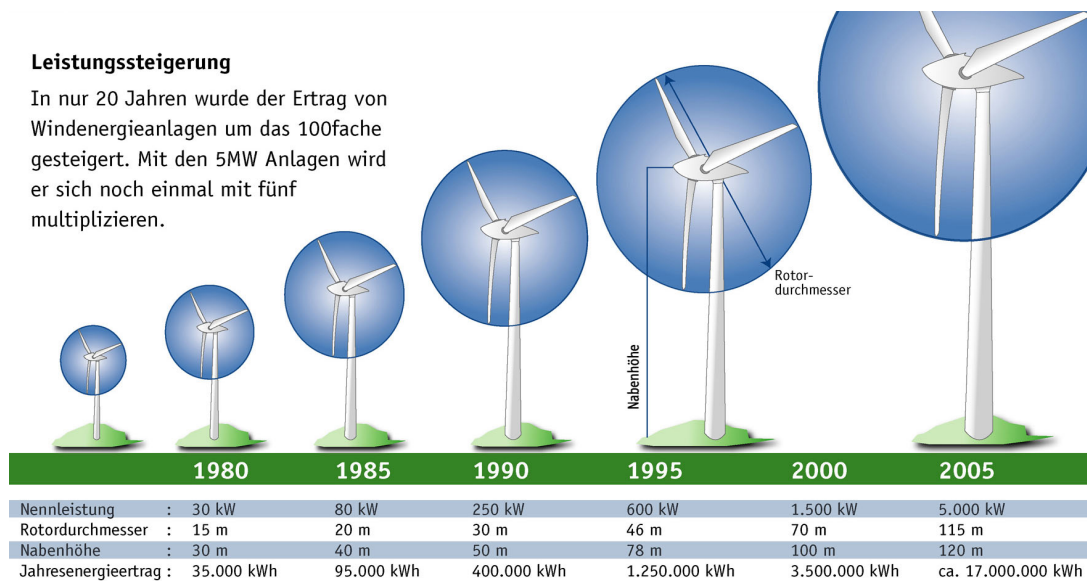
4 Nicht erneuerbare Energien

- 4-01 Was sind nicht-erneuerbare Energien? (1)
- 4-02 Was sind fossile Energieträger? (1)
- 4-03 Wie entstanden Erdöl und Erdgas? (2)
- 4-04 Wie entstanden Braunkohle und Steinkohle? (2)
- 4-05 Wie nutzen wir fossile Energieträger? (1)
- 4-06 Wie erzeugt man Strom mit einem Dynamo? (1)
- 4-07 Wie erzeugt man Strom aus nicht-erneuerbaren Energien? (1)
- 4-08 Was macht eine Turbine? (3)
- 4-09 Was macht ein Generator? (3)
- 4-10 Wie erzeugt man Wärme aus fossilen Energieträgern? (1)
- 4-11 Wie stellt man Benzin her? (1)
- 4-12 Woher kommt das Erdöl und das Erdgas? (1)
- 4-13 Was sind die Nachteile von fossilen Energieträgern? (1)
- 4-14 Was ist Atomenergie? (2)
- 4-15 Wie nutzt man die Atomenergie? (2)
- 4-16 Warum ist Atomenergie gefährlich? (2)

5 Windenergie

- 5-01 Wie kann man die Kraft des Windes spüren und sehen? (1)
 5-02 Wie entsteht Wind? (2)
 5-03 Wie haben die Menschen vor unserer Zeit den Wind genutzt? (1)
 5-04 Woraus besteht eine Windmühle? (3)
 5-05 Was ist eine Windenergieanlage? (1)
 5-06 Wie groß ist eine Windenergieanlage? (1)
 5-07 Wie gewinnt man aus Wind Energie? (1)
 5-08 Warum drehen sich Windenergieanlagen? (3)
 5-09 Wie stark sind moderne Windenergieanlagen? (3)
 5-10 Wie schnell muss der Wind wehen um Windenergie zu gewinnen? (3)
 5-11 Warum ist Windenergie so wichtig? (1)

Abbildung: Größenentwicklung von Windenergieanlagen und Strömung am Windflügel.



Quelle: Bundesverband Windenergie (www.wind-energie.de).

5-1 Wie kann man die Kraft des Windes spüren und sehen? (1)

Der Wind hat viel Kraft, wenn er stark weht. Bei Sturm kannst du dich an den Wind anlehnen und du kannst dich vom Wind treiben lassen. Aber auch wenn er nur schwach weht, siehst du, wie er Dinge bewegt: Er weht Blätter vor sich her und die Bäume wiegen sich im Wind. Du kannst ihn auch selbst spüren, wenn du einen Schirm in den Wind hältst oder einen Drachen steigen lässt. Er zieht kräftig an deinen Armen. Und wenn du ein großes Stück Pappe vor dich hältst und läufst, was merkst du dann? Du musst viel Kraft aufwenden. Und wenn der Wind Kraft hat, dann hat er auch Energie.

Was siehst du auf dem Bild? Wie konnte es wohl dazu kommen?



Abbildung 5-1: Das Bild zeigt Kiefern, die von einem Sturm zerbrochen wurden. Der Wind fing sich in den Baumkronen und drückte so stark, dass der Baumstamm abbrach.

Quelle: Scharp und Schmidthals 2007c.

Quizfragen

(1) Woran kannst du merken, dass der Wind viel Kraft hat?

- weil er im Sommer schön kühl ist
- weil er Bäume umknicken kann
- weil man ihn nicht sehen kann

Antwort: Die Kraft des Windes siehst du in einem Sturm. Ein Sturm kann auch sehr große Bäume umwerfen.

(2) Wo nutzt du die Kraft des Windes zum Spielen?

- wenn du einen Ball ins Tor schießt
- wenn du einen Papierflieger im Klassenzimmer fliegen lässt
- wenn du einen Drachen steigen lässt

Antwort: Du nutzt die Kraft des Windes, wenn du einen Drachen steigen lässt. Ein Papierflieger, der in einem windstillen Klassenzimmer fliegt, kann die Kraft des Windes nicht nutzen.

5-2 Wie entsteht Wind? (2)

Die Sonne strahlt auf die Erde. Sie erwärmt dabei das Land und das Meer. Das Land erwärmt sich aber stärker als das Meer. Deshalb ist auch die Luft über dem Land wärmer als über dem Meer. Die warme Luft über dem Land steigt nach oben wie ein Fesselballon, denn warme Luft ist leichter als kalte Luft. Wenn die erwärmte Luft aufsteigt, so fehlt ein wenig Luft am Boden. Und deshalb strömt Luft unten am Boden nach zu den Stellen, wo die Luft in die Höhe gestiegen ist. Dieses Nachströmen von Luft ist der Wind. Und diesen Wind kann man nutzen, um Energie zu gewinnen. Der Wind ist also eine Energiequelle.

Erkläre die Windentstehung am Beispiels des Küstenwindes.

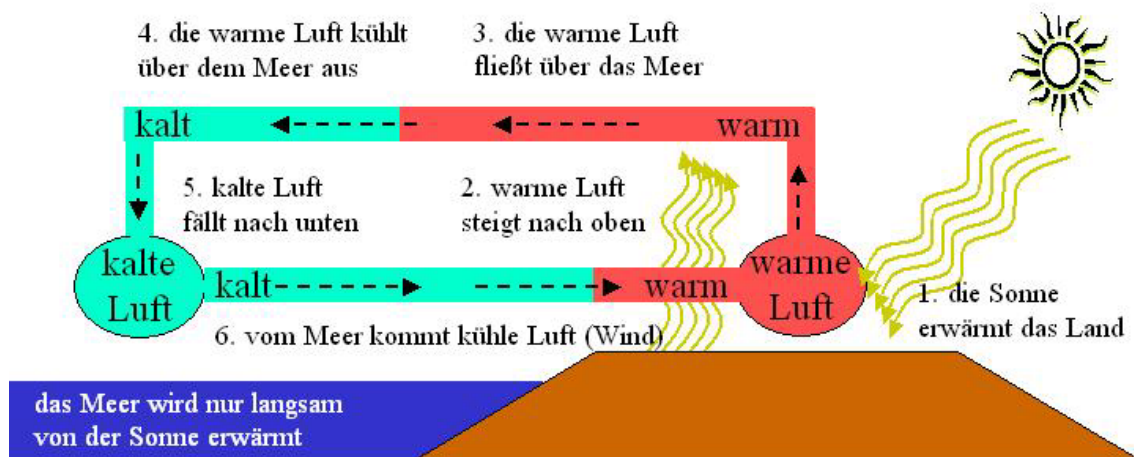


Abbildung 5-2: Die Sonne erwärmt das Land mehr als das Meer. Deshalb wird auch die Luft über dem Land mehr erwärmt. Die warme Luft steigt in die Höhe. Vom Meer her strömt kalte Luft dorthin, wo vorher die warme Luft war. Dort erwärmt sie sich langsam und steigt auch in die Höhe. Und was geschieht mit der warmen Luft in der Höhe? Die warme Luft weht über das Meer und kühlt sich ab. Da kalte Luft schwerer ist als warme Luft, fällt sie wieder auf das Meer herab.

Quelle: Scharp und Schmidthals 2007c.

Quizfragen

(2) Wie entsteht Wind?

- durch Wechsel von Vollmond und Neumond
- durch Regenschauer
- durch Aufsteigen warmer Luft

Antwort: Wind entsteht durch Aufsteigen warmer Luft. Warme Luft ist leichter als kalte Luft und steigt daher auf. Unten über dem Erdboden strömt kalte Luft nach, die wir als Wind wahrnehmen.

(1) Welcher Satz ist richtig?

- das fließende Wasser hat Energie, denn es dreht Windräder
- der Wind hat Energie, denn er dreht Windräder
- der Wind hat Energie, denn er dreht Wasserräder

Antwort: Der Wind hat Energie, aber er dreht Windräder und keine Wasserräder. Fließendes Wasser dreht Wasserräder, aber keine Windräder.

(1) Warum gibt es Wind?

- weil so viele Autos fahren
- weil der Mond die Luft anzieht
- weil die Sonne das Land stärker erwärmt als das Meer

Antwort: Es gibt Wind, weil die Sonne das Land stärker erwärmt als das Meer.

(3) Wie entsteht Wind?

- durch Aufsteigen warmer Luft
- durch Aufsteigen kalter Luft
- durch Regenschauer

Antwort: Durch Aufsteigen warmer Luft entsteht Wind. Warme Luft ist leichter als kalte Luft und steigt daher auf. Unten über dem Erdboden strömt kalte Luft nach, die wir als Wind wahrnehmen.

5-3 Wie haben die Menschen vor unserer Zeit den Wind genutzt? (1)

Lange vor unserer Zeit haben Menschen die Kraft des Windes genutzt, um über die Meere zu segeln. Sie spannten große Tücher an Baumstämmen auf den Schiffen. Und die Kraft des Windes schob die Segelschiffe über die Meere. Aber die Menschen waren auch erfinderisch. Als sie sahen, dass der Wind Kraft hat, erfanden sie die Windmühle. Das war vermutlich in Persien, einem großen Königreich im heutigen Iran. Vor 1.300 Jahren wurde dort die Windmühle erfunden. Mit den Mühlenflügeln fingen sie den Wind ein. Die Menschen befestigten schwere Steinräder an die Mühle. Und wenn die Windflügel sich drehten, drehten sich auch die Steinräder. Dann streuten sie Korn zwischen die Räder und diese mahlten das Korn zu Mehl. Deswegen werden auch heutzutage Windräder häufig Mühlen genannt, obwohl sie gar kein Mehl mehr mahlen. Man kann die Kraft des Windes auch nutzen, um zu sägen. In Sägemühlen werden keine Mahlsteine bewegt, sondern Sägen. So lässt die Kraft des Windes sich vielfältig nutzen: Zum Mahlen für Mehl oder zum Sägen von Holz.

Was siehst du auf dem Bild? Was hat man dort wohl früher gemacht?



Abbildung 5-3: Das linke Bild zeigt das Mahlwerk einer Windmühle. In den Trichter wird das Korn geschüttet. Von dort fällt es zwischen die Mahlsteine und wird zu Mehl gemahlen. Das rechte Bild zeigt das Gestänge einer Windmühle. Das große Rad wird von den Windflügeln gedreht und bewegt die Mahlsteine.

Quelle: www.pixelio.de / Chris Hochberg; www.pixelio.de / Jürgen.

Quizfragen

(1) Welche Nutzung der Kraft des Windes haben die Menschen zuerst entdeckt?

- zum Segeln
- zum Mahlen von Getreide
- zur Stromerzeugung

Antwort: Die Kraft des Windes wurde ganz früher von den Menschen zum Segeln genutzt. Erst später lernten sie, in Windmühlen Korn zu mahlen. Wir können erst seit einigen Jahren elektrischen Strom aus der Kraft des Windes gewinnen.

(2) Wofür wurde vor hundert Jahren die Windenergie genutzt?

- um Milch zu melken
- um Mehl zu mahlen
- um Margarine zu mixen

Antwort: Mühlen wurden vor hundert Jahren vor allem genutzt, um Mehl zu mahlen.

(3) Wo stand vermutlich die erste Windmühle?

- in Ägypten
- in Persien
- in Rom

Antwort: Es war vermutlich in Persien, einem großen Königreich im heutigen Iran, wo die Windmühle vor 1.300 Jahren gebaut wurden.

(3) Wann wurde ungefähr die erste Windmühle gebaut?

- vor 50 Jahren
- vor 700 Jahren
- vor 1300 Jahren

Antwort: Es war vermutlich in Persien, einem großen Königreich im heutigen Iran, wo die ersten Windmühlen vor 1.300 Jahren gebaut wurden.

(1) Wofür wurden Windmühlen früher genutzt?

- um Wasser zu erwärmen
- um Pflanzenöl zu pressen
- um Erdöl aus der Erde zu pumpen

Antwort: Mühlen wurden früher genutzt, um Pflanzenöl zu pressen. Die Mühlen hießen Ölmühlen. Es gab aber auch Gewürzmühlen, die Gewürze mahlten.

(1) Wofür wurden Windmühlen früher genutzt?

- um Holz zu häckseln
- um Holz zu verbrennen
- um Holz zu sägen

Antwort: Mühlen wurden früher genutzt, um Holz zu sägen. Diese Mühlen hießen Sägemühlen.

(1) Wer hat früher in einer Windmühle gearbeitet?

- ein Müller
- ein Meier
- ein Schulze

Antwort: Ein Müller hat früher in einer Windmühle gearbeitet.

5-4 Woraus besteht eine Windmühle? (3)

Die erste Windmühle sah ganz anders aus als unsere modernen Windräder. Das Persische Windrad hatte einen aufrecht stehenden Baumstamm als Achse. An diesem Baumstamm befanden sich die Flügel, die ebenso aufrecht standen. Damit sich das Windrad gut drehte, baute man eine Mauer um das Windrad. Aber nur um das halbe Windrad herum. Ohne die Mauer würde sich das Windrad nicht drehen, da der Wind ja gleich stark auf alle Flügel drückt. Dies kannst du selbst erfahren, wenn du zwei Freunde nimmst. Strecke deine Arme aus und lass deine Freunde an beiden Armen leicht ziehen. Obwohl sie ziehen, bewegst du dich nicht. Aber wenn nur einer zieht, dann zieht er dich zu sich hin. Genauso war es mit dem persischen Windrad. Wenn das halbe Windrad mit einer Mauer umgeben ist, dann drückt der Wind nur auf die eine Seite des Windrades. Und deshalb konnte sich das Windrad drehen.

Wo sind in dieser persischen Windmühle die Flügel und wie steht ihre Achse?

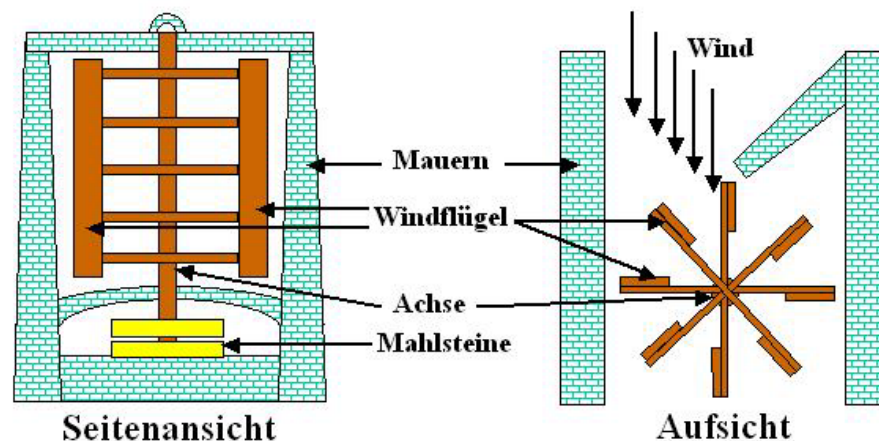


Abbildung 5-4: Das Bild zeigt, wie die persische Windmühle ausgesehen hat. Die Flügel stehen senkrecht genau wie die Achse der persischen Windmühle. Bei unseren alten Windmühlen ist die Achse waagrecht.

Quelle: Eigene Darstellung nach R.Gasch: Windkraftanlagen.

Quizfragen

(4) Warum hat man persische Mühlen mit einer halben Mauer umgeben?

- damit der Wind sie nicht umweht
- damit der Wind die Flügel dreht
- damit kein Ritter seine Späßchen mit der Mühle treibt

Antwort: Persische Mühlen mussten mit einer halben Mauer umgeben sein, damit die Flügel sich im Wind drehen.

(1) Was ist ein Windrad?

- ein besonders schnelles Rennrad
- eine drehende Windfahne
- das Rad einer Windmühle

Antwort: Ein Windrad sind die Flügel einer Windmühle. Das Windrad wird bei Windenergieanlagen auch Rotor genannt. Eine Windenergieanlage ist eine Maschine, die elektrischen Strom aus der Kraft des Windes erzeugt.

(3) In welchem Buch kämpft ein Ritter gegen Windmühlenflügel?

- Obelix
- Harry Potter
- Don Quichotte

Antwort: Der Ritter Don Quichotte in dem Buch von Cervantes kämpfte gegen Windmühlen. Don Quichotte hielt die Windmühlen für Riesen, als er durch die heiße Wüste Spaniens ritt.

5-5 Was ist eine Windenergieanlage? (1)

Alte Windmühlen und moderne Windenergieanlagen sehen ganz verschieden aus. Eine alte Windmühle hat oft vier Windflügel. Die Windflügel sind an einer Achse befestigt. Die Achse ist ganz oben in dem Mühlturm oder dem Mühlenhaus aufgehängt. Und an der Achse hängt ein Gestänge oder Räder. Mit dem Gestänge oder den Rädern wird die Kraft des Windes auf Mahlsteine oder Sägen übertragen. Heute mahlen oder sägen wir nicht mehr mit Windenergie. Moderne Windräder nennen wir nicht mehr Windmühlen, sondern Windenergieanlagen. Mit ihnen wird elektrischer Strom gewonnen. Deshalb sehen unsere Windenergieanlagen anders aus. Sie haben immer noch Windflügel. Die Windflügel und ihre Nabe werden auch Rotor genannt. Meist hat der Rotor drei Windflügel, manchmal zwei. Der Rotor ist an einer Gondel befestigt und die Gondel steht auf einem Turm.

Welche Teile einer Windenergieanlage siehst du auf dem rechten Bild? Was ist der Unterschied zu einer Windmühle auf dem linken Bild?



Abbildung 5-5: Das linke Bild zeigt eine alte Windmühle, das rechte eine Windenergieanlage. Auf dem Bild rechts ist der Turm, die Gondel und der Rotor der Windenergieanlage zu sehen. Die Rotorblätter sind aus Kunststoff und nicht aus einem Lattengestell, das mit Stoff bezogen wird wie bei der Windmühle.

Quelle: Bundesverband WindenEnergie e.V.; www.pixelio.de / Marco Bernebeck.

Quizfragen

(1) Was gehört zu einer Windenergieanlage?

- Rotorblätter
- Segelblätter
- Benzinmotor

Antwort: Zu einer Windenergieanlage gehört ein Rotor. Die Flügel einer Windenergieanlage werden auch Rotorblätter genannt. Die Windenergieanlage braucht keinen Benzinmotor, da sie vom Wind angetrieben wird.

(1) Was ist Teil einer Windenergieanlage?

- Reifen
- Rotor
- Rad

Antwort: Der Rotor ist Teil einer Windenergieanlage. Ein Rad oder Reifen ist kein Teil einer Windenergieanlage, auch wenn man von Windrädern spricht.

(2) Was erzeugt eine Windenergieanlage?

- Strom
- Dampf
- heiße Luft

Antwort: Eine Windenergieanlage erzeugt elektrischen Strom. Es wandelt die Energie des Windes in elektrische Energie um.

5-6 Wie groß ist eine Windenergieanlage? (1)

Windenergieanlagen haben einen sehr hohen, schlanken Turm. Der Turm ist am Fuß nur wenige Meter breit. Aber er ist viele Meter hoch. Es gibt Windenergieanlagen, die sind 50, 100 oder 125 Meter hoch. Auf der Spitze des Turms sitzt eine Gondel. Hier befindet sich der Generator, der den elektrischen Strom erzeugt. Bei großen Windenergieanlagen sind die Gondeln so groß wie ein Lastkraftwagen. Der Rotor besteht aus den Windflügeln und der Nabe des Windrades. Die Flügel sind sehr lang: 40, 50 oder 60 Meter. Das sind also die wichtigsten Teile einer Windenergieanlage: der Turm mit der Gondel, der Rotor, der Generator und eine Achse die Rotor und Generator verbindet.

Wie heißen diese Anlagen? Wo ist der Generator?



Abbildung 5-6: Das Bild zeigt Windenergieanlagen auf einem Feld. Der Generator ist in den Gondeln der Windenergieanlagen oben auf dem Turm.

Quelle: BMU.

Quizfragen

(1) Woraus besteht eine Windenergieanlage?

- aus einem Turm, einer Skigondel, einem Generator und einem Rotor
- aus einem Turm, einer Gondel mit Generator und einem Wasserrad
- aus einem Turm, einer Gondel mit Generator und einem Rotor

Antwort: Eine Windenergieanlage besteht aus einem Turm, einer Gondel mit Generator und einem Rotor.

(3) Wie hoch ist der Turm einer sehr großen Windenergieanlage?

- 25 Meter hoch
- 125 Meter hoch
- 225 Meter hoch

Antwort: Die größten Windenergieanlagen haben einen Turm, der 125 m hoch ist und Flügel, die fast 60 m lang sind. Wenn ein Flügel direkt in den Himmel zeigt, ist die Windenergieanlage fast 180 m hoch.

(3) Was ist eine Gondel?

- Bauteil einer Windenergieanlage
- Teil eines Schleppliftes
- Kriegsschiff in Venedig

Antwort: Eine Gondel ist ein Bauteil einer Windenergieanlage. Die Gondeln in Venedig sind ganz besondere Ruderboote. Schlepplifte haben keine Gondeln.

(1) Wie viele Flügel haben die meisten Windenergieanlagen in Deutschland?

- einen
- drei
- fünf

Antwort: Die meisten Windenergieanlagen haben drei Flügel. Es gibt auch Windenergieanlagen mit zwei Flügeln.

(1) Wer repariert Windenergieanlagen?

- ein Müllermeister für Mühlen
- ein Automechaniker für Räder
- ein Techniker für Windenergieanlagen

Antwort: Ein Techniker für Windenergieanlagen repariert heute Windenergieanlagen.

5-7 Wie gewinnt man aus Wind Energie? (1)

Eine Windenergieanlage besteht aus einem Turm, einer Gondel mit einem Generator und einem Getriebe sowie einem Rotor mit den Windflügeln. Wenn der Wind weht, bewegt er die Windflügel, die auch Rotorblätter genannt werden. Die Kraft des Windes dreht also den Rotor. Der Rotor besteht aus den Rotorblättern und der Rotornabe. Er sitzt auf einer Achse und dreht diese Achse. Diese Achse heißt auch Hauptwelle. Wenn die Achse sich dreht, dreht sich der Generator. Damit der Generator sich schnell dreht und mehr elektrischen Strom erzeugt, gibt es noch ein Getriebe. Ein Getriebe ist wie eine Gangschaltung an einem Fahrrad. Ein Generator besteht vor allem aus Kabeln und erzeugt den Strom, wenn er gedreht wird. Wir leiten den elektrischen Strom zu Sammelplätzen und von dort fließt er in unsere Häuser. So gewinnen wir aus Wind Strom und Strom ist Energie.

Welche Teile nehmen die Bewegungsenergie des Windes auf? Welche Teile wandeln diese Energie in elektrischen Strom um?

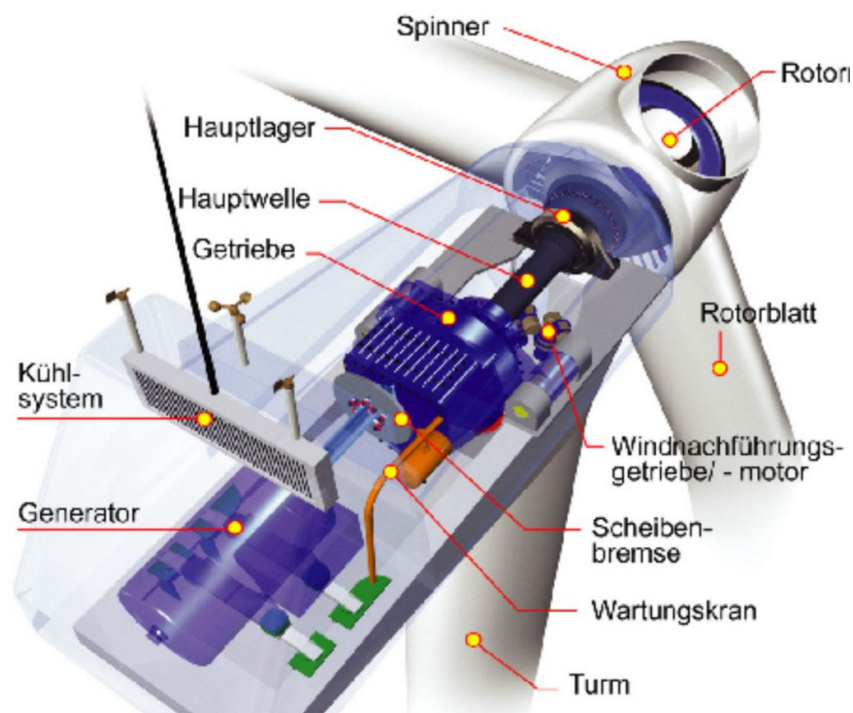


Abbildung 5-7: Die Rotorblätter nehmen die Bewegungsenergie des Windes auf. Wenn sie sich drehen, drehen sie die Achse (Hauptwelle). Ein Getriebe übersetzt die langsame Bewegung des Rotors in eine schnelle Bewegung für den Generator. Der Generator erzeugt den elektrischen Strom. Eine Windenergieanlage hat auch eine Bremse, damit sich die Anlage nicht zu schnell dreht. Mit der Windnachführung wird die Anlage immer in den Wind gedreht. Und mit dem Wartungskran können Reparaturen durchgeführt werden.

Quelle: Bundesverband Windenergie e.V. (www.wind-energie.de).

Quizfragen

(4) Welche Energie wandelt eine Windenergieanlage in Strom um?

- Bewegungsenergie aus dem Wasser
- Bewegungsenergie des Windes
- Wärmeenergie aus der Erde

Antwort: Eine Windenergieanlage wandelt die Bewegungsenergie des Windes in elektrische Energie um. Elektrische Energie wird auch Strom genannt.

(2) Wozu wird Windenergie heute eingesetzt?

- um Häuser zu heizen
- um Flugzeuge zu leiten
- um elektrischen Strom zu erzeugen

Antwort: Windenergie wird heute eingesetzt, um elektrischen Strom zu erzeugen.

(4) Wie heißt die Maschine, die aus der Drehung der Windflügel elektrischen Strom erzeugt?

- Elektromotor
- Generator
- Rotor

Antwort: Die Maschine heißt Generator. Ein Elektromotor erzeugt aus Strom Bewegungsenergie, der Rotor einer Windenergieanlage besteht aus den Windflügeln und nimmt mit ihnen die Energie aus dem Wind und wandelt sie in eine Drehbewegung um.

(3) Was ist Teil eines Generators?

- eine Kurbel zum Drehen
- Windflügel
- gewickelte Kabel

Antwort: Ein Generator hat gewickelte Kabel. Windflügel sind kein Teil des Generators, aber Teil einer Windenergieanlage. Eine Kurbel zum Drehen kann einen kleinen Generator zwar antreiben, gehört aber nicht selbst dazu.

(3) Was ist Teil eines Generators?

- Magnete
- eine Kurbel zum Drehen
- Windflügel

Antwort: Ein Generator hat gewickelte Magnete. Windflügel sind kein Teil des Generators, aber Teil einer Windenergieanlage.

(4) Wieso drehen sich moderne Windenergieanlagen immer in den Wind, wenn sie sich bewegen?

- weil der Müller sie dreht
- weil der Wind sie dreht
- weil ein Motor sie dreht

Antwort: Ein Motor dreht die Anlagen in den Wind, damit sie bestmöglich im Wind stehen. Müller drehen keine Windräder. Der Wind dreht sie auch nicht. Früher gab es auch Windenergieanlagen, die sich ganz von alleine in den Wind drehten, aber die werden heute kaum noch gebaut.

5-8 Warum drehen sich Windenergieanlagen? (3)

Die ersten Windmühlen hatten flache Windflügel wie Bretter. Diese Mühlen erzeugten nur wenig Energie. Heute sind die Flügel nicht mehr flach, sondern gebogen. Stell dir eine Mandel vor und schaue sie von der Seite an. Und nun stelle dir vor, dass die obere Seite rund ist und die untere Seite etwas flacher: So ähnlich sehen die modernen Flügel aus, wenn du sie durchschneidest. Wenn der Wind auf die gebogenen Flügel weht, dann strömt er über und unter dem Flügel hindurch. Das Besondere ist nun, dass er unterschiedlich schnell um den Flügel fließt. Auf der oberen gebogenen Seite strömt er schneller. Auf der unteren Seite, die flach ist, strömt er langsamer. Dies kommt daher, dass die Flügel auf der Oberseite gewölbt und auf der Unterseite flach sind. Aber mehr noch: Er saugt auch an den Flügeln. Dies ist so, weil der Wind schneller über die obere Seite fließt als über die untere. Der Flügel auf der einen Seite des Rotors wird so nach oben bewegt, der Flügel auf der anderen Seite nach unten. Deshalb dreht sich der Rotor.

Warum strömt die Luft aus einem Luftballon? Warum strömt sie aus einem Fahrradreifen wenn das Ventil defekt ist? Warum fliegen Flugzeuge und drehen sich Windenergieanlagen?

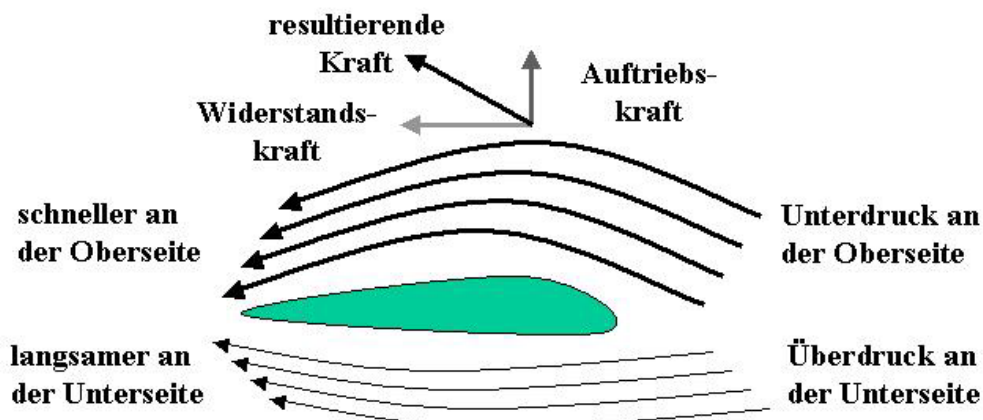


Abbildung 5-8: Luft strömt aus einem Luftballon oder einem Fahrradreifen, weil sie in dem Ballon oder dem Reifen unter hohem Druck steht. Die Luft fließt immer vom höheren Druck zum niederen Druck. Wenn Wind um einen Flugzeugflügel oder einem Rotorblatt fließt, fließt die Luft unterschiedlich schnell. Oben fließt sie schneller, weil der Flügel gebogen ist. Unten fließt sie langsamer. Wenn Luft oben schneller und unten langsamer fließt, entsteht ein Druckunterschied. Dieser Druckunterschied zieht an der Flügeloberseite. Es entsteht eine Kraft, die den Flügel nach oben zieht. Diese Kraft nennt man Auftriebskraft. Sie dreht die Windflügel und lässt Flugzeuge fliegen.

Quelle: Scharp und Schmidhals 2007c.

Quizfragen

(4) Warum drehen sich Windräder, auch wenn der Wind auf alle Flügel gleich stark drückt?

- weil die Flügel schräg stehen und die Flügel deshalb auf beiden Seiten nach oben gedrückt werden
- weil die Flügel schräg stehen und gebogen sind und die Flügel deshalb auf der einen Seite nach oben und auf der anderen Seite nach unten gedrückt werden
- weil die Flügel flach sind und sich deshalb drehen

Antwort: Windräder drehen sich auch wenn der Wind gleichstark auf alle Flügel drückt, weil die Flügel schräg stehen und gebogen sind und die Flügel deshalb auf der einen Seite nach oben und auf der anderen Seite nach unten gedrückt werden.

(4) Was ist der wichtigste Unterschied zwischen einem Flügel einer Mühle und einer Windenergieanlage?

- die Flügel der Windenergieanlage sind länger
- die Flügel der Windenergieanlage sind gebogen
- die Flügel der Windenergieanlage sind schmaler

Antwort: Der wichtigste Unterschied zwischen einem Flügel einer Mühle und einer Windenergieanlage ist, dass die Flügel wie bei einem Flugzeug gebogen sind. Sie erzeugen deshalb mehr Auftrieb und können aus dem gleichen Wind wesentlich mehr Energie gewinnen als eine historische Windmühle.

(2) Wozu wird Windenergie heute eingesetzt?

- um Energie zu erzeugen
- um Häuser zu heizen
- um Luft zu bewegen

Antwort: Windenergie wird heute eingesetzt, um Energie zu erzeugen.

5-9 Wie stark sind moderne Windenergieanlagen? (3)

Ein Auto ist stark, wenn es viele PS hat. Ein Auto mit 40 PS ist ein kleines und langsames Auto. Ein Auto mit 150 PS ist ein großes und schnelles Auto. Aber PS verwendet man nicht mehr, sondern man verwendet Kilowatt. Ein großes und schnelles Auto hat eine Stärke oder Leistung von 100 Kilowatt. Kleine Windenergieanlagen sind so stark wie ein großes Auto. Sie haben eine Stärke von 100 Kilowatt. Ganz große und moderne Anlagen haben eine Stärke von 5.000 Kilowatt. Mit einer Windenergieanlage von 5.000 Kilowatt kannst du viele Häuser und die darin lebenden Menschen mit elektrischen Strom versorgen. In einer Stunde kann eine große Anlage soviel Strom erzeugen, wie eine Familie in einem ganzen Jahr verbraucht. In 24 Stunden soviel wie für 24 Familien. Das ist ganz schön viel, wenn der Wind immer kräftig weht.

Verfolge den Weg der Energie. Welche Energieformen gibt es hierbei?

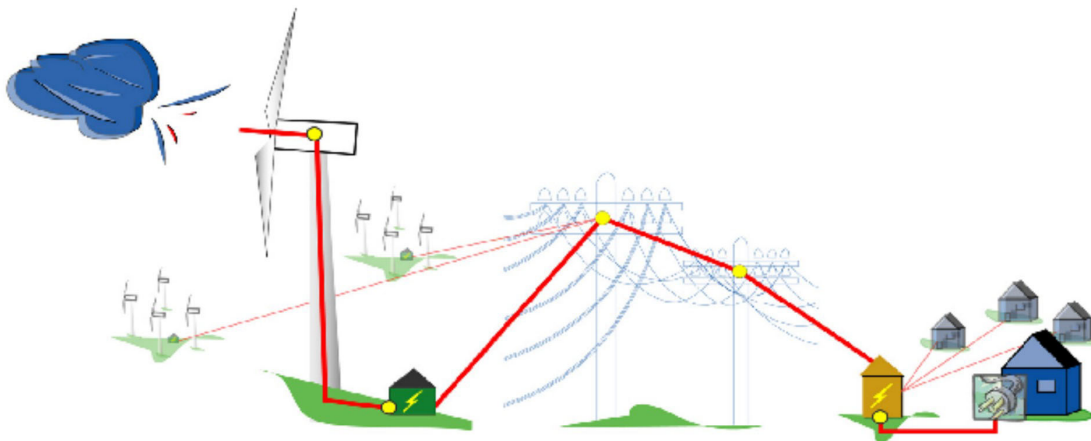


Abbildung 5-9: Der Wind hat Bewegungsenergie und lässt die Rotoren der Windenergieanlagen drehen. Die Rotoren nehmen die Bewegungsenergie auf. Mit dem Generator in der Windenergieanlage wird die Bewegungsenergie in elektrischen Strom umgewandelt. Strom ist elektrische Energie. Über Leitungen kommt der Strom in unsere Häuser. In unseren Häusern nutzen wir die elektrische Energie, um Licht zu erzeugen (Lichtenergie) oder Geräte laufen zu lassen. Ein Küchenmixer zum Beispiel wandelt elektrische Energie in Bewegung um. Ein elektrischer Herd wandelt den elektrischen Strom in Wärmeenergie um.

Quelle: Bundesverband Windenergie e.V. (www.wind-energie.de).

Quizfragen

(3) Welche Leistung können moderne Windenergieanlagen haben?

- 50 Kilowatt
- 500 Kilowatt
- 5000 Kilowatt

Antwort: Ganz moderne Windenergieanlagen haben eine Leistung von 5000 Kilowatt. In einer Stunde kann eine so große Anlage soviel elektrischen Strom erzeugen, wie eine Familie in einem ganzen Jahr verbraucht.

(3) Wie stark können moderne Windenergieanlagen sein?

- so stark wie 5 große Autos
- so stark wie 50 große Autos
- so stark wie 500 große Autos

Antwort: Ganz moderne Windenergieanlagen haben eine Stärke oder Leistung von 5000 Kilowatt. Das ist so stark wie 50 große Autos, die 100 Kilowatt stark sind. In einer Stunde kann eine so große Anlage soviel elektrischen Strom erzeugen, wie eine Familie in einem ganzen Jahr verbraucht.

5-10 Wie schnell muss der Wind wehen, um Windenergie zu gewinnen? (3)

Damit sich die Flügel von Windrädern drehen, muss der Wind wehen. Aber wie schnell muss er wehen? Welche Geschwindigkeit muss der Wind haben? Windenergieanlagen drehen sich gut, wenn der Wind schneller als fünf Meter in der Sekunde weht. Er kann auch schneller wehen oder langsamer. Aber zumindest im Mittel sollte er so schnell sein. Sind fünf Meter in der Sekunde viel? Überlege einmal, wie schnell du 100 Meter läufst. Wenn du ein guter Läufer bist, brauchst du 16 Sekunden. 100 Meter in 16 Sekunden. Das sind 100 Meter geteilt durch 16. Das ergibt etwas mehr als sechs Meter in der Sekunde. Der Wind kann also etwas langsamer wehen als ein schnelles Kind läuft. Es kann aber auch sein, dass der Wind zu schwach weht, dann drehen sich die Windräder nicht. Und manchmal drehen sie sich auch nicht, wenn der Wind weht, denn auch Windenergieanlagen müssen repariert werden.

Bei welcher Windstärke drehen sich Windenergieanlagen? Was kann man dann beobachten?



Windstärke 0 bis 2

0 bis 3 m/s
Windstille (0), Wind ist kaum zu merken (1), Rauch steigt leicht schräg auf (2 bis 3)



Windstärke 3 bis 5

4 bis 11 m/s
angenehme Brise, Rauchfahne folgt dem Wind, Flaggen wehen, kleinere Bäume schwanken



Windstärke 6 bis 9

12 bis 24 m/s
Wind ist deutlich fühlbar, Gegenstände wehen durch die Straßen, Äste werden abgerissen, erste Gebäudeschäden



Windstärke 10 bis 12

25 bis 32 m/s (und höher)
Wind ist ein Sturm oder Orkan, Bäume werden umgeworfen, Dächer werden abgedeckt, schwere Gebäudeschäden

Abbildung 5-10: .

Quelle: Eigene Bearbeitung nach Bundesverband Windenergie (<http://www.wind-energie.de/de/schule-ausbildung/wirbelwind/wissen/windstaerke/>).

Quizfragen

(4) Wie schnell muss der Wind wehen, um viel Energie in einer Windenergieanlage zu gewinnen?

- so schnell wie ein guter Läufer der vierten Klasse (100 Meter in 16 Sekunden)
- so schnell wie Ben Johnson bei Olympia (100 Meter in 10 Sekunden)
- so schnell wie ein langsamer Läufer der vierten Klasse (100 Meter in 30 Sekunden)

Antwort: Der Wind muss so schnell wie ein guter Läufer in der vierten Klasse wehen, damit die Windenergieanlage viel Energie aus dem Wind gewinnen kann. Das sind 5 Meter in der Sekunde.

(4) Wie schnell ist der Wind hinter einer Windenergieanlage?

- schneller als vor ihr
- langsamer als vor ihr
- gleich schnell

Antwort: Der Wind hinter einer Windenergieanlage ist langsamer als vor ihr. Der Wind gibt Energie an die Windenergieanlage ab und wird deswegen langsamer. Dabei wird Bewegungsenergie in elektrische Energie umgewandelt.

(1) Wieso baut man die Windenergieanlagen möglichst hoch?

- damit sie uns im Flachland nicht stören
- als Wegweiser für Flugzeuge
- weil oben mehr Wind weht

Antwort: Man baut Windenergieanlagen wenn möglich auf Hügeln, weil dort mehr Wind weht. Wind wird in Bodennähe von Bäumen und Häusern abgeschwächt. Je höher wir kommen, desto größer ist die Windgeschwindigkeit.

(1) Warum drehen sich Windenergieanlagen manchmal nicht?

- weil der Müller Ferien hat
- weil sie kaputt sind
- weil sie sich nachts ausruhen sollen

Antwort: Windenergieanlagen drehen sich nur dann nicht, wenn sie kaputt sind. Oder wenn der Wind zu schwach ist. Aber einen Müller gibt es nicht mehr bei Windenergieanlagen und sie müssen sich auch nicht ausruhen.

5-11 Warum ist Windenergie so wichtig? (1)

Damit eine Windenergieanlage Energie erzeugen kann, muss Wind vorhanden sein. Wo weht es kräftig? Vor allem am Meer. Und auf Hügeln und Bergen. Dort weht der Wind meistens gleichmäßig stark. Am meisten Energie gewinnen Windenergieanlagen, die am Meer stehen. Und wir wissen: Der Wind weht auch im nächsten und im übernächsten Jahr. Er wird überhaupt immer wehen. Und deshalb ist Windenergie eine erneuerbare Energie, die uns auch zukünftig mit Energie versorgt. Aber was machen wir, wenn der Wind nicht weht? Dann müssen wir andere erneuerbare Energien nutzen. Denn auch wenn der Wind nicht weht, kann die Sonne scheinen oder das Wasser fließen.

Könnte das die Zukunft der Windenergie sein? Warum ist dies ein guter Platz für Windenergieanlagen?



Abbildung 5-11: Das Bild zeigt Windenergieanlagen im Meer. Dort ist viel mehr Platz als auf dem Land und der Wind weht kräftiger über dem Meer. Die Anlagen können dort auch größer sein, ohne dass sie uns stören. Windenergieanlagen im Meer werden wohl die Zukunft der Windenergie sein.

Quelle: Siemens (Windpark Nysted Offshore in Dänemark mit 72 Windenergieanlagen und einer Leistung von 165 Megawatt, www.siemens.de).

Quizfragen

(2) Wo stehen in Deutschland die meisten Windenergieanlagen?

- im Gebirge
- im Meer
- am Meer

Antwort: Die meisten Windenergieanlagen stehen am Meer. Am Meer weht regelmäßig starker und gleichmäßiger Wind. Hier werden deshalb häufig Windenergieanlagen aufgebaut. Noch gibt es nicht viele Anlagen im Meer, aber in einigen Jahren können dort mehr Anlagen stehen als am Meer.

(2) Wo kann man Windenergieanlagen besonders gut aufstellen?

- in Tälern zwischen den Bergen
- in den Wäldern
- im Meer

Antwort: Besonders gut kann man Windenergieanlagen im Meer aufstellen. In Wäldern stören sie. In Tälern zwischen den Bergen weht nur wenig Wind.

(1) Warum baut man Windenergieanlagen wenn möglich auf Hügel?

- weil man sie dort besser sehen kann
- weil dort mehr Wind weht
- weil dort keine Wiesen sind

Antwort: Man baut Windenergieanlagen wenn möglich auf Hügeln, weil dort der Wind gleichmäßiger und besser weht. Wenn keine Hügel vorhanden sind, kann man Windenergieanlagen auch mit einem höheren Turm bauen.

(1) Wieso baut man Windenergieanlagen möglichst nahe am Meer?

- weil am Meer mehr Wind weht
- weil dort genug Platz ist
- weil sie als Wegweiser für Schiffe dienen sollen

Antwort: Man baut Windenergieanlagen nah am Meer, weil dort immer mehr Wind weht als im Landesinneren.

(2) Warum können wir auch in Zukunft die Kraft des Windes nutzen?

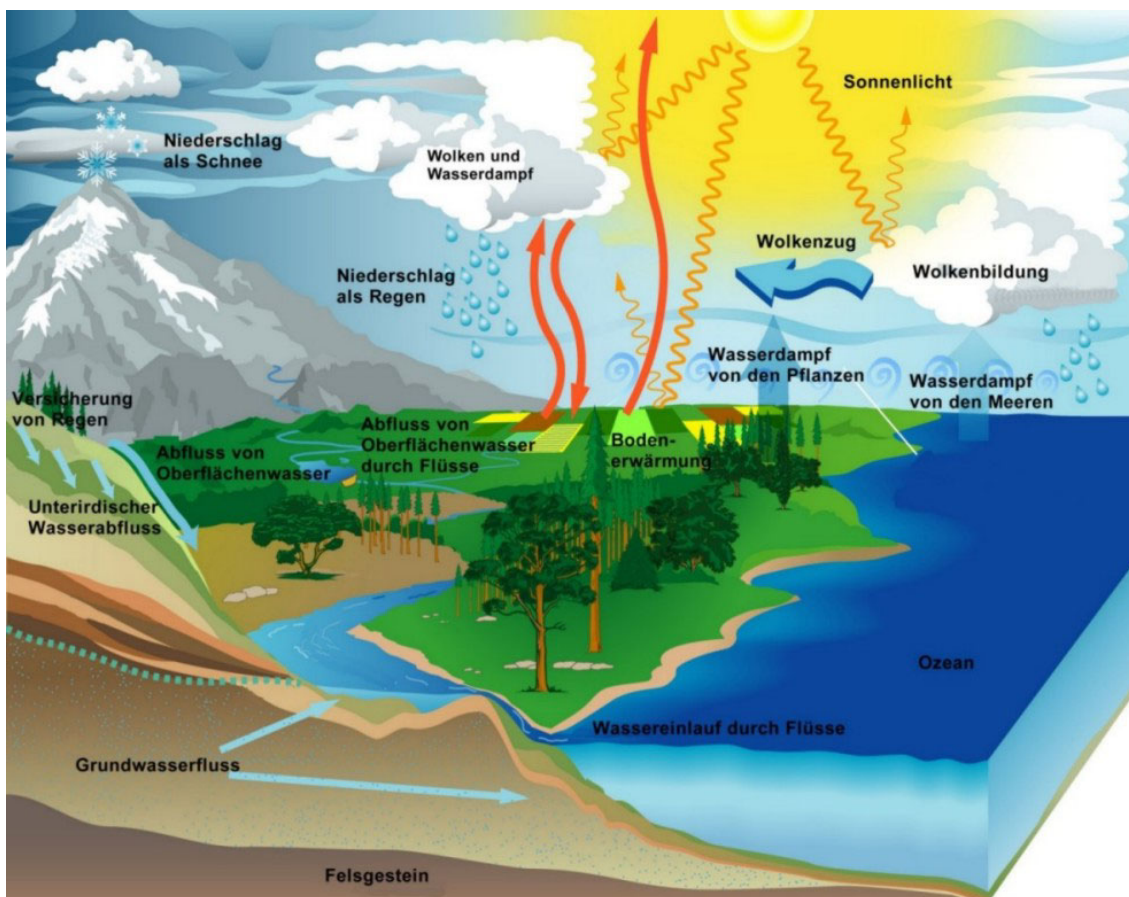
- wegen der Wirbelstürme in Amerika
- weil Wind immer wieder neu entsteht
- weil Windräder schön aussehen

Antwort: Wir können auch in Zukunft die Kraft des Windes nutzen, weil der Wind immer wieder neu entsteht. Wirbelstürme sind so stark, dass sie die heutzutage gebauten Windenergieanlagen zerstören.

6 Wasserkraft

- 6-01 Wie kann man die Kraft des Wassers spüren und sehen? (1)
- 6-02 Wie haben die Menschen vor unserer Zeit die Kraft des Wassers genutzt? (1)
- 6-03 Was ist eine Wassermühle? (1)
- 6-04 Was konnten Wassermühlen alles? (1)
- 6-05 Was ist eine Wasserturbine? (1)
- 6-06 Wie gewinnt man aus Wasserkraft Energie? (1)
- 6-07 Was sind Laufwasserkraftwerke? (3)
- 6-08 Was sind Speicherwasserkraftwerke? (3)
- 6-09 Wie kommt das Wasser auf die Berge? (2)
- 6-10 Wie stark sind Wasserkraftwerke? (3)
- 6-11 Warum ist Wasserkraft so wichtig? (1)

Abbildung: Wasserzyklus.



Quelle: NASA (www.nasa.gov), Bearbeitung Scharp.

6-1 Wie kann man die Kraft des Wassers spüren und sehen? (1)

Das Wasser hat viel Kraft, wenn es schnell fließt. In einem langsam fließenden Fluss kannst du dich treiben lassen. Holz schwimmt im Wasser und der Fluss treibt es zum Meer. In einem rauschenden Bach in den Bergen spült der Bach große Steine bis ins Tal. Sehr große und sehr schwere Steine. Wenn du die Hand in das Wasser hältst, dann merkst du, wie das Wasser gegen deine Hand drückt. Und hast du schon einmal versucht im Meer zu schwimmen? Es ist gar nicht so einfach vom Strand in die großen Wellen zu schwimmen. Sie zerren dich vor und zurück. Nur mit viel Kraft kannst du vorankommen. Das Wasser hat soviel Kraft, dass es auch Häuser und Straßen, Deiche und Brücken zerstören kann. Es kann bei Sturm und Wolkenbrüchen ein ganzes Land überschwemmen. Und wenn das Wasser soviel Kraft hat, dann hat es auch viel Energie.

Was siehst du auf dem Bild? Was wäre, wenn du dort versuchst Boot zu fahren?



Abbildung 6-1: Das Bild zeigt Stromschnellen. Hier fließt das Wasser ganz schnell und mit sehr viel Kraft. Man kann dort kein Boot fahren, da das Wasser viel stärker ist. Ein Boot würde kentern.

Quelle: BMU.

Quizfragen

(1) Woran kannst du merken, dass Wasser viel Kraft hat?

- weil ein Bach in den Bergen große Steine bewegen kann
- weil der Regen kalt ist
- weil Korken auf dem Wasser treiben

Antwort: Die Kraft des Wassers kannst du gut bei kleinen Bächen in den Bergen sehen. Sie haben große Steine bis in das Tal gespült. Und sie haben sich tief in die Felsen eingeschnitten.

(1) Was ist ein Beispiel für die zerstörerische Kraft des Wassers?

- Erdbeben
- Überschwemmungen
- Krieg

Antwort: Die zerstörerische Kraft des Wassers sieht man bei Überschwemmungen. Bei Überschwemmungen können ganze Häuser, Straßen und Deiche durch die Kraft des Wassers weggespült werden.

6-2 Wie haben die Menschen vor unserer Zeit die Kraft des Wassers genutzt? (1)

Lange vor unserer Zeit haben die Menschen die Kraft des Wassers genutzt. Sie bauten große Flöße und kleine Boote und ließen sie treiben. Flöße sind ganz einfach zu bauen. Viele Baumstämme müssen mit Seilen zusammengebunden werden. Da sie aus Holz sind, schwimmen sie. Die Kraft des Wassers lässt die Flöße flussabwärts treiben. Um noch schneller voranzukommen, nahmen die Menschen den Wind zu Hilfe. Sie befestigten Segel auf ihren Booten. Mit der Kraft des Windes konnten diese Boote auch über die Meere fahren.

Was ist auf dem Bild zu sehen?

Abbildung 6-2: Das Bild zeigt ein Schilfboot auf dem Titicaca-See in Südamerika. Die Boote sehen heute noch so aus wie vor tausend Jahren. Getrocknetes Schilf wird in langen Rollen zusammengebunden. Aus den Rollen werden die Boote hergestellt, die lange Zeit halten.

Quelle: Aska Karwacka und David Krantz (www.askadavid.org).

Quizfragen

(1) Wie haben die Menschen zuerst die Kraft des Wassers genutzt?

- zum Mahlen von Getreide
- zur Stromerzeugung
- um mit Flößen auf den Flüssen zu reisen

Antwort: Zuerst haben die Menschen die Kraft des Wassers genutzt, um mit Flößen auf den Flüssen und den Meeren zu reisen.

(1) Wie haben die Menschen früher die Kraft des Wassers genutzt?

- um mit Mühlen an Bächen Mehl zu mahlen
- zur Stromerzeugung
- in Wasserpistolen

Antwort: Früher haben die Menschen mit Wassermühlen Mehl gemahlen und so die Kraft des Wassers genutzt.

6-3 Was ist eine Wassermühle? (1)

Die Menschen waren schon immer sehr erfinderisch. Als sie sahen, dass fließendes Wasser Kraft hat, erfanden sie das Wasserrad. Es war vermutlich im alten Griechenland oder im alten Rom, ganz genau weiß man es nicht. Aber sicher ist, dass das Wasserrad schon mehr als 2.000 Jahre alt ist. Das Wasserrad wurde aus Holz hergestellt. Es sah vermutlich so aus wie zwei Räder einer Kutsche, die auf einer Achse sitzen. Zwischen den Rädern befanden sich Holzbretter. Die Achse wurde an einem Holzgerüst festgemacht, wobei ein Teil des Wasserrades in das Wasser eintauchte. Das Wasser drückte gegen die Bretter und bewegt das Wasserrad. Und an die Achse des Wasserrades befestigten sie schwere Steinräder. Wenn das Rad vom Wasser gedreht wird, drehten sich auch die Steinräder. Streute man Korn zwischen die Räder, dann zermahlten die Steinräder das Korn zu Mehl. Vermutlich heißen Wassermühlen Mühlen, weil sie zuerst zum Mahlen von Korn zu Mehl genutzt wurden.

Was siehst du auf dem Bild?



Abbildung 6-3: Das Bild zeigt eine alte Wassermühle im Schwarzsachtal. Die Mühle hat drei Wasserräder. Das Mahlwerk zum Mahlen ist in dem Gebäude.

Quelle: www.aboutpixel.de / YariK.

Quizfragen

(1) Warum haben die Menschen Wassermühlen an Flüssen und Bächen errichtet?

- um das Getreide leichter zu den Mühlen zu bringen
- um die Kraft des Wassers für das Mahlen von Mehl zu nutzen
- weil dort keine Felder sind

Antwort: Wassermühlen müssen an einem Fluss oder Bach stehen, denn sie nutzen die Kraft des Wassers.

(2) Wofür wurde vor hundert Jahren die Wasserkraft genutzt?

- um Mehl zu mahlen
- um Milch zu melken
- um Margarine zu mixen

Antwort: Vor hundert Jahren wurde die Wasserkraft genutzt, um Mehl zu mahlen.

(1) Was gehört zu einer Wassermühle?

- Flügel
- Reifen
- Wasserrad

Antwort: Das Wasserrad gehört zu einer Wassermühle.

(1) In welchem Lied ist von einer Wassermühle die Rede?

- Es klappert
- Hänschen klein
- Alle meine Entchen

Antwort: In dem Lied „Es klappert die Mühle am rauschenden Bach“ ist von einer Wassermühle die Rede. Das Lied beschreibt den Beruf des Müllers, der die Wasserkraft nutzt, um Mehl zu mahlen.

(1) Was gehört zu einer Wassermühle?

- Wasserski
- Wasserratte
- Wasserrad

Antwort: Das Wasserrad gehört zu einer Wassermühle. Das Wasserrad wird vom fließenden Wasser in Drehung gesetzt und kann Maschinen antreiben oder Mehl mahlen.

6-4 Was können Wassermühlen alles? (1)

Eine Wassermühle kann Korn mahlen und vieles mehr. Aus Sonnenblumenkernen kann man Pflanzenöl pressen. Diese Mühle heißt dann Ölmühle. Man kann die Kraft des Wassers auch nutzen, um zu sägen. Das taten die Römer schon vor 2.000 Jahren. Sägemühlen bewegen keine Mahlsteine, sondern Sägen. Eine Wassermühle kann auch schwere Hämmer bewegen. So schwere Hämmer, dass man glühendes Eisen damit hämmern kann. Und aus dem Eisen stellten die Menschen viele nützliche Dinge her wie Pflugscharen und Ringe für Fässer. Aber sie stellten auch viele schreckliche Dinge her wie zum Beispiel Schwerter und Rüstungen. So lässt sich die Kraft des Wassers vielfältig nutzen: Zum Mahlen für Mehl, zum Pressen von Pflanzenöl, zum Sägen von Holz oder zum Schmieden von Eisen. Aber warum werden heute keine Wassermühlen mehr genutzt? Ganz einfach: Wir haben heute bessere Maschinen als die Menschen damals. Wir fahren ja heute auch nicht mehr mit der Kutsche oder dem Segelschiff in die Ferien.

Was ist das für eine Mühle?



Abbildung 6-4: Das Bild zeigt die Murecker Schiffsmühle auf der Donau in Österreich. Die Mühle wurde auf zwei Bootsrümpfen gebaut. Zwischen den Rümpfen ist das Wasserrad zu sehen. Mühlen konnten also auch schwimmen und von einem Ort zu einem anderen fahren auf dem Fluss.

Quelle: www.pixelio.de / Sabine Jaunegg.

Quizfragen

(1) Wofür wurden Wassermühlen früher genutzt?

- um Wasser zu erwärmen
- um Pflanzenöl zu pressen
- um Strom zu erzeugen

Antwort: Wassermühlen wurden genutzt, um Pflanzenöl zu pressen. Man nennt diese Mühlen auch Ölmühlen. Strom erzeugt man nicht mit Wassermühlen, sondern mit Wasserkraftwerken.

(1) Was macht ein Wasserrad?

- es lässt uns die Bewegungsenergie des Wassers nutzbar machen
- es lässt uns die Wärmeenergie des Wassers nutzbar machen
- es wandelt Bewegungsenergie in Wärme um

Antwort: Ein Wasserrad lässt uns die Bewegungsenergie des Wassers nutzbar machen. Das Wasserrad wird vom fließenden Wasser in Drehung versetzt und kann Maschinen antreiben, zum Beispiel Steinräder, die Getreide zu Mehl mahlen oder eine Säge, die Holz zersägt.

(3) Wofür wurde vor hundert Jahren die Wasserkraft genutzt?

- um Holz zu verbrennen
- um Holz zu schnitzen
- um Holz zu sägen

Antwort: Vor hundert Jahren wurde die Wasserkraft genutzt, um Holz zu sägen. Man nennt diese Mühlen auch Sägemühlen.

6-5 Was ist eine Wasserturbine? (1)

Ein Wasserkraftwerk ist keine Wassermühle. Ein Wasserkraftwerk erzeugt aus der Energie des fließenden Wassers elektrischen Strom. Hierzu braucht man eine Wasserturbine. Was ist eine Wasserturbine? Stelle dir eine Schiffsschraube vor. Schiffsschrauben haben drei, vier, fünf oder sechs Flügel. Eine einfache Wasserturbine hat auch mehrere Flügel und sieht wie eine Schiffsschraube aus. Diese Turbinen nennt man Kaplan-turbinen. Eine Wasserturbine kann anstelle der Flügel auch kleine Becher aus Metall haben. Diese Turbinen nennt man Pelton-turbinen.

Was sind das für Turbinen? Was bewegt die Turbinen? Wieso drehen sie sich?

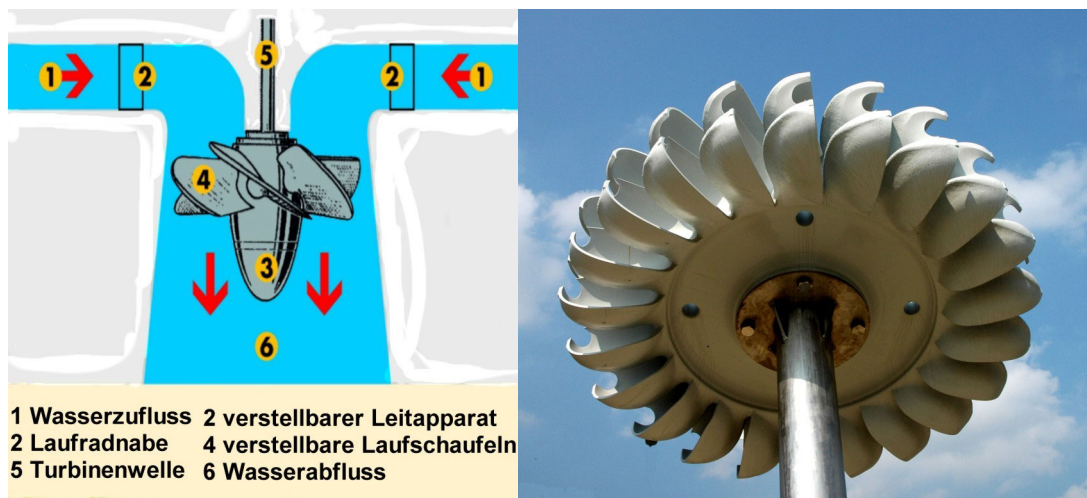


Abbildung 6-5: Das linke Bild zeigt eine Kaplan-turbine. Das Wasser strömt von oben herab auf die Turbine. Das strömende Wasser dreht die Turbine. Die Achse der Turbine wird auch Welle genannt. Das rechte Bild zeigt eine Pelton-turbine. Man hat sie auf eine Säule gesetzt, damit sie besser angeschaut werden kann. Sie funktioniert wie ein Wasserrad mit sehr hohem Wasserdruck.

Quelle: BINE 2004b (www.bine.info), www.pixelio.de / Paul Meister.

Quizfragen

(2) Womit kann man eine Wasserturbine vergleichen?

- mit einer Schiffsschraube in einem Rohr
- mit einem besonders starken Automotor
- mit dem Turban eines Inders

Antwort: Eine Turbine ist einer Schiffsschraube in einem Rohr sehr ähnlich.

(4) Woraus besteht ein Wasserkraftwerk?

- aus einem Rohr, durch das Wasser fließt; einer Gondel und einer Turbine
- aus einem Rohr, durch das elektrischer Strom fließt; einem Generator und einem Turm
- aus einem Rohr, durch das Wasser fließt; einer Turbine und einem Generator

Antwort: Ein Wasserkraftwerk besteht aus einem Rohr, durch das Wasser fließt, aus einem Generator und aus einer Turbine. Eine Gondel ist Teil einer Windenergieanlage.

(2) Wofür sind Wasserkraftwerke nützlich?

- um Trinkwasser herzustellen
- um Strom zu erzeugen
- um Abwasser zu reinigen

Antwort: Wasserkraftwerke sind nützlich, weil sie Strom erzeugen können.

6-6 Wie gewinnt man aus Wasserkraft Energie? (1)

Ein Wasserkraftwerk gewinnt aus der Kraft des Wassers Energie. Und wie geht das? Wasser wird in ein Rohr eingeleitet. In einem engen Rohr fließt das Wasser schnell und mit viel Druck. Am Ende des Rohrs befindet sich das Rad des Wasserkraftwerks, die Wasserturbine. Das Wasser strömt auf die Turbine und dreht sie. Die Turbine sitzt auf einer Achse, die zu einem Generator führt. Wenn sich die Turbine dreht, dreht sie die Achse. Und die Achse dreht den Generator. Der Generator erzeugt elektrischen Strom. Der Strom wird zu Sammelpunkten geleitet und fließt von dort in die Stromleitungen. So gewinnen wir aus Wasserkraft elektrische Energie. Das sind also die wichtigsten Teile eines Wasserkraftwerkes: das Rohr, durch das das Wasser strömt, und die Wasserturbine mit einer Achse, die mit dem Generator verbunden ist und der den elektrischen Strom erzeugt.

Wie fließt das Wasser? Was macht die Turbine?

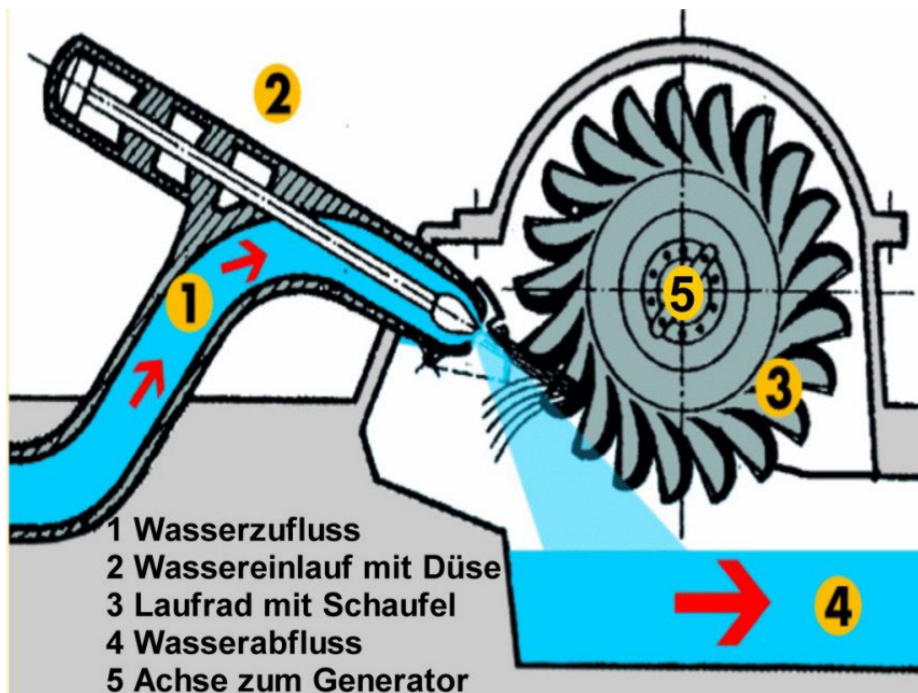


Abbildung 6-6: Das Wasser fließt durch ein Rohr und eine Düse. Dann strömt es ganz schnell auf die Becher der Turbine. Die Turbine dreht sich durch den Wasserstrahl. Und wenn die Turbine sich dreht, dreht sich auch die Achse. Die Achse dreht dann auch den Generator, der den elektrischen Strom erzeugt.

Quelle: BINE 2004a (www.bine.info).

Quizfragen

(2) Was erzeugt ein Wasserkraftwerk?

- Wasserdampf
- elektrischen Strom
- Wasser

Antwort: Ein Wasserkraftwerk erzeugt elektrischen Strom. Es wandelt die Energie des fließenden Wassers in elektrische Energie um.

(4) Wie heißt die Maschine, die elektrischen Strom erzeugt, wenn sie gedreht wird?

- Rotor
- Generator
- Elektromotor

Antwort: Die Maschine heißt Generator. Ein Elektromotor verbraucht elektrischen Strom und bewegt etwas. Ein Rotor ist Teil einer Windenergieanlage.

(2) Was erzeugt ein Wasserkraftwerk?

- Regen
- Trinkwasser
- elektrischen Strom

Antwort: Ein Wasserkraftwerk erzeugt elektrischen Strom. Es wandelt die Energie des fließenden Wassers in elektrische Energie um.

(2) Welche Energie wandelt ein Wasserkraftwerk in Strom um?

- Bewegungsenergie des Wassers
- Bewegungsenergie aus dem Wind
- Wärmeenergie aus der Erde

Antwort: Ein Wasserkraftwerk wandelt die Bewegungsenergie des Wassers in elektrische Energie. Ein Wasserkraftwerk erzeugt also elektrischen Strom.

(2) Wozu wird Wasserkraft heute eingesetzt?

- um Häuser zu heizen
- um elektrischen Strom zu erzeugen
- um Schiff zu fahren

Antwort: Wasserkraft wird heute eingesetzt um elektrischen Strom zu erzeugen.

6-7 Was sind Laufwasserkraftwerke? (3)

Heute gibt es verschiedene Wasserkraftwerke. Laufwasserkraftwerke werden an Flüssen gebaut. Sie heißen Laufwasserkraftwerke, weil das Wasser durch die Wasserkraftwerke fließt. Man kann Laufwasserkraftwerke an großen Flüssen errichten, in denen viel Wasser langsam fließt. Oder man errichtet sie an Bächen in Tälern, in denen wenig Wasser ganz schnell fließt. Auch Laufwasserkraftwerke haben Rohre, durch die das Wasser fließt. Sie haben auch eine Turbine und eine Achse, welche die Turbine und den Generator verbindet. Laufwasserkraftwerke stellen elektrischen Strom her und Strom ist Energie. So erzeugen wir aus der Kraft des fließenden Wassers Energie.

Was könnte das sein? Erkläre das untere Bild!

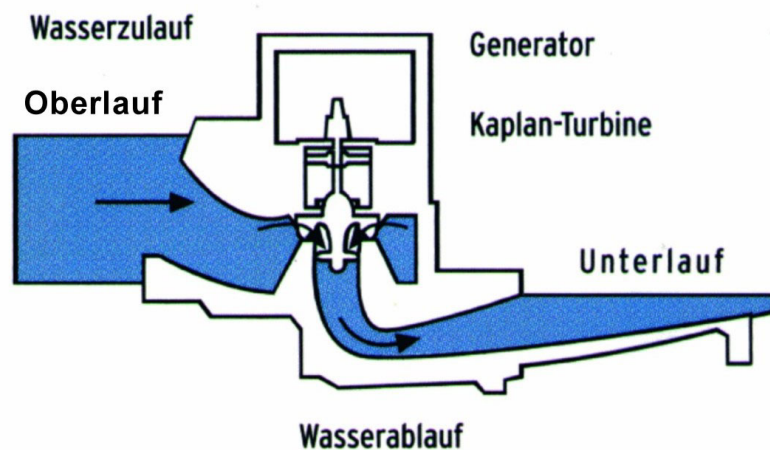


Abbildung 6-7: Das erste Bild zeigt das Wasserkraftwerk Ypps-Persenburg in der Donau. Das Wasser strömt durch die Fluttore. Das untere Bild zeigt, wie in einem Laufwasserkraftwerk elektrischer Strom gewonnen wird. Das Wasser strömt durch einen Schacht, in dem die Kaplan-turbine sitzt. Das fließende Wasser dreht die Turbine, die über eine Achse einen Generator dreht. Der Generator erzeugt den elektrischen Strom.

Quelle: www.pixelio.de / Adolf Riess; BINE 2004a (www.bine.info).

Quizfragen

(4) Was ist ein Laufwasserkraftwerk?

- ein Wasserkraftwerk an einem Fluss
- ein Wasserkraftwerk an einem Stausee
- ein Wasserkraftwerk im Meer

Antwort: Ein Laufwasserkraftwerk ist ein Wasserkraftwerk an einem Fluss. In einem Wasserkraftwerk an einem Fluss wird die Bewegungsenergie der Wasserströmung in elektrische Energie umgewandelt.

(2) Was erzeugt ein Laufwasserkraftwerk?

- Wasserdampf
- elektrischen Strom
- Trinkwasser

Antwort: Ein Laufwasserkraftwerk erzeugt elektrischen Strom. Es wandelt die Energie des fließenden Wassers in elektrische Energie um.

(2) Welche Energie wandelt ein Laufwasserkraftwerk in Strom um?

- Bewegungsenergie aus dem Wind
- Wärmeenergie aus der Erde
- Bewegungsenergie des Wassers

Antwort: Ein Laufwasserkraftwerk wandelt die Bewegungsenergie des Wassers in elektrische Energie um. Diese elektrische Energie gewinnt es als Strom.

6-8 Was sind Speicherwasserkraftwerke? (3)

Andere Wasserkraftwerke werden im Gebirge gebaut. Man baut große Mauern und staut das Wasser von Bächen an diesen Mauern. Deshalb heißen sie auch Staumauern. Hinter der Staumauer entsteht ein großer See, denn das Wasser fließt nicht mehr ab. Der See wird Stausee genannt und das Wasserkraftwerk heißt dann Speicherwasserkraftwerk. Denn wir speichern das Wasser im See. Wie erzeugen wir nun Energie daraus? Man lässt das Wasser des Sees durch lange Rohre fließen durch die Staumauer hindurch oder noch weiter bis ins Tal hinunter. Dort läuft das Wasser durch eine Wasserturbine. Wenn die Turbine vom Wasser gedreht wird, dreht sie eine Achse. Die Achse dreht den Generator und der Generator erzeugt den elektrischen Strom. Wir nutzen also die Energie des aufgestauten Wassers, um Strom zu gewinnen.

Wie ist ein Speicherkraftwerk aufgebaut? Was kannst du auf dem zweiten Bild sehen?

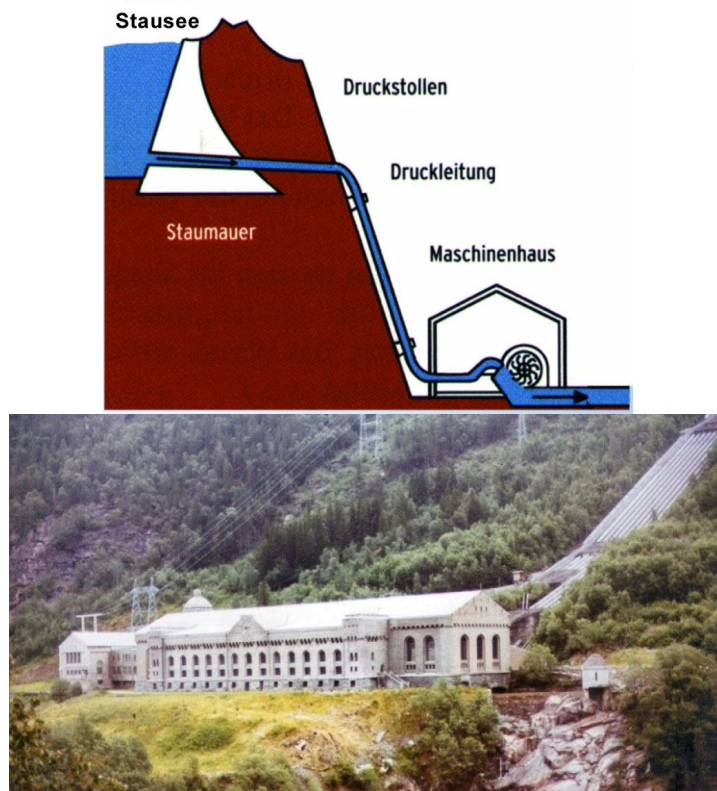


Abbildung 6-8: Das erste Bild zeigt, wie ein Speicherkraftwerk aufgebaut sein kann. Bei diesem Speicherkraftwerk liegt der Stausee hinter einem Berg. Das Maschinenhaus steht in einem Tal. Durch einen Stollen fließt das Wasser in das Maschinenhaus. Dort durchströmt es eine Turbine. Mit der Turbine wird der Strom erzeugt. Das zweite Bild zeigt das Wasserkraftwerk Rjukan in Norwegen. Der Stausee befindet sich hinter dem Berg. Durch die Rohre fließt das Wasser mit großem Druck in das Maschinenhaus. Dort wird mit Turbinen und Generatoren Strom erzeugt.

Quelle: BINE 2004a (www.bine.info); www.pixelio.de /Adolf Riess.

Quizfragen

(4) Was ist ein Speicherwasserkraftwerk?

- ein Wasserkraftwerk an einem Stausee
- ein Wasserkraftwerk an einem Fluss
- ein Wasserkraftwerk an einem Bach

Antwort: Ein Speicherwasserkraftwerk ist ein Wasserkraftwerk an einem Stausee. In einem Wasserkraftwerk an einem Stausee im Gebirge wird die Energie des gespeicherten Wassers in elektrische Energie umgewandelt.

(3) Wo stehen mehr Wasserkraftwerke?

- in den Bergen
- am Meer
- in großen Städten

Antwort: In den Bergen stehen die meisten Wasserkraftwerke. Um Energie aus Wasser zu gewinnen, muss das Wasser unter hohem Druck stehen und sehr schnell fließen. Dies tut es, wenn es von einem hochgelegenen Stausee ins Tal fließt. Daher sind Berge ideale Orte für Wasserkraftwerke.

(2) Was erzeugt ein Speicherwasserkraftwerk?

- elektrischen Strom
- Wasserdampf
- Trinkwasser

Antwort: Ein Speicherwasserkraftwerk erzeugt elektrischen Strom. Es wandelt die Energie des fließenden Wassers in elektrische Energie um.

(2) Welche Energie wandelt ein Speicherwasserkraftwerk in elektrischen Strom um?

- Bewegungsenergie aus dem Wind
- Wärmeenergie aus der Erde
- Bewegungsenergie des Wassers

Antwort: Ein Speicherwasserkraftwerk wandelt die Bewegungsenergie des Wassers in elektrische Energie um. Die elektrische Energie ist der Strom, den das Wasserkraftwerk herstellt.

(2) Was ist ein Stausee?

- viele stehende Autos in einer großen Pfütze
- ein künstlicher See zur Wasserkraftnutzung
- ein Teich zum Feuerlöschen

Antwort: Ein Stausee ist ein künstlicher See zur Wasserkraftnutzung. Um Wasserkraft gleichmäßig nutzen zu können, werden Stauseen im Gebirge angelegt.

6-9 Wie kommt das Wasser auf die Berge? (2)

Weißt du, wie das Wasser auf die Berge kommt? Das ist ganz einfach: Wenn die Sonne scheint, wandelt sie Wasser in unsichtbaren Wasserdampf um. Auch wenn die Wäsche trocknet, verdunstet das Wasser und verschwindet als Wasserdampf in der Luft. Die Sonne scheint auf Meere, Flüsse und Seen und es entsteht Dampf. Der Wind weht die Luft mit dem Wasserdampf über das Land bis in die Berge. Dort kühlt sich die Luft ab und der Wasserdampf kondensiert wieder zu feinen Tröpfchen. Es bilden sich Wolken. Wenn sich die Tröpfchen zu größeren Tropfen zusammenschließen, fällt Regen. So kommt das Wasser in die Berge. Und von den Bergen fließt das Wasser über die Bäche und die Flüsse wieder zum Meer zurück und kann dabei Wasserkraftwerke antreiben.

Verfolge den Weg des Wassers. Beginne auf dem Meer.

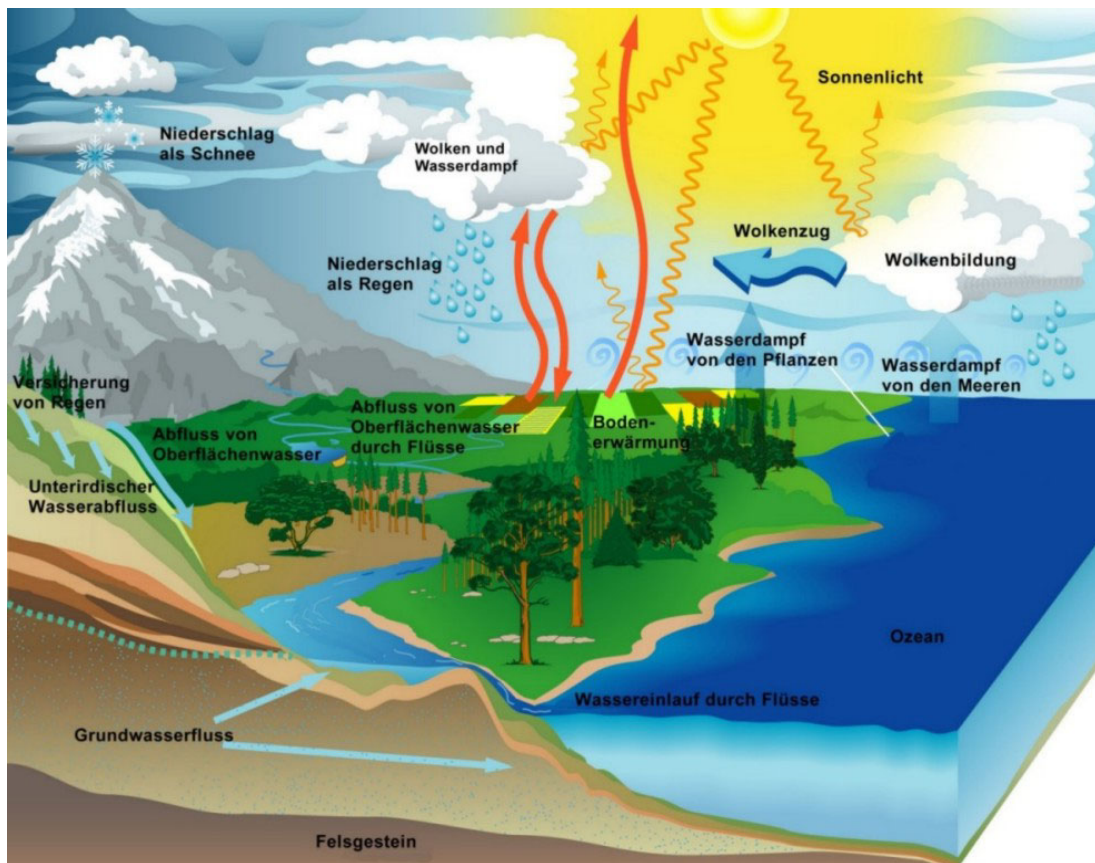


Abbildung 6-9: Vom Meer aber auch aus Wäldern und Wiesen verdunstet Wasser als Wasserdampf. Wenn der Wasserdampf aufsteigt und sich abkühlt, bildet er Wolken. Die Wolken bringen den Regen. Der Regen fällt als Schnee in den hohen Bergen oder als Regentropfen auf das Land. Ein Teil des Regens fließt über die Flüsse in das Meer zurück. Ein anderer Teil des Regens sickert in den Boden. Dort fließt der Regen als Grundwasser zum Meer zurück. Und warum immer zum Meer? Das ist so, weil das Meer tiefer als das Land liegt.

Quelle: NASA (<http://watercycle.gsfc.nasa.gov>); Bearbeitung Scharp und Schmidthals 2007c.

Quizfragen

(1) Wie kommt das Wasser auf den Berg?

- indem es mit Eimern hoch getragen wird
- es entsteht dort
- indem es dort regnet oder schneit

Antwort: Das Wasser kommt auf dem Berg, indem es dort regnet oder schneit. Die Sonne verdunstet das Wasser der Meere, Seen und Flüsse zu Wasserdampf. Der Dampf steigt auf und bildet Wolken. Die Winde wehen die Wolken über das Land bis in die Berge. Aus den Wolken fällt der Regen und so kommt das Wasser auf die Berge.

(3) Wo kommt der meiste Regen her?

- aus dem Wasser, das aus dem Meer verdunstet
- aus Schneeflocken über den Bergen
- aus den Wolken, die sich über Flüssen und Seen bilden

Antwort: Der meiste Regen stammt aus dem Wasser, das aus dem Meer verdunstet. Der Wasserdampf wird über das Land geweht, bildet dort Wolken. Diese Wolken spenden den Regen. Es bilden sich aber auch Wolken über dem Land vom Dampf der Flüsse und Seen. Aber dies ist nicht so viel.

6-10 Wie stark sind Wasserkraftwerke? (3)

Ein Auto ist stark, wenn es viele Kilowatt Leistung hat. Ein Auto mit 30 Kilowatt Leistung ist ein kleines und langsames Auto. Das sind 30-mal 1.000 Watt, denn ein Kilowatt sind 1.000 Watt. Ein Auto mit 100 Kilowatt Leistung ist ein großes und sehr schnelles Auto. Kleine Wasserkraftwerke an Bächen – man nennt sie auch Laufwasserkraftwerke – sind so stark wie ein größeres Auto. Sie haben eine Leistung von 70 Kilowatt. Große Wasserkraftwerke an deutschen Flüssen – auch dies sind Laufwasserkraftwerke – sind sehr viel stärker. Sie können bis zu 25.000 Kilowatt Leistung haben. In einer Stunde erzeugt solch ein Wasserkraftwerk soviel elektrischen Strom, wie sechs Familien in einem eigenen Haus im ganzen Jahr nutzen. Aber die Speicherwasserkraftwerke an Talsperren haben eine noch höhere Leistung, in Deutschland bis zu 1.000.000 Kilowatt. Das sind 1.000 Megawatt. Das ist so stark wie 10.000 große Autos. Mit solch einem Wasserkraftwerk kannst du eine Kleinstadt mit elektrischem Strom versorgen.

Das Bild zeigt ein großes Laufwasserkraftwerk. Wie stark könnte es sein? Wie viele Familien kann es mit elektrischem Strom versorgen?



Abbildung 6-10: Das Bild zeigt das Wasserkraftwerk Böfinger Halde an der Donau. Es hat eine Leistung von 8.000 Kilowatt. Es kann so viel elektrischen Strom in einer Stunde erzeugen, wie zwei Familien in einem eigenen Haus in einem ganzen Jahr nutzen. Das Wasserkraftwerk versorgt über ein Jahr ungefähr 13.500 Familien mit elektrischem Strom.

Quelle: Siemens (www.siemens.de).

Quizfragen

(3) Wie stark können große Laufwasserkraftwerke an Flüssen sein?

- bis zu 10 Kilowatt
- bis zu 100 Kilowatt
- bis zu 1.000 Kilowatt

Antwort: Moderne Laufwasserkraftwerke haben eine Stärke von bis zu 1.000 Kilowatt. In vier Stunden erzeugt eine solche Anlage soviel elektrischen Strom, wie eine Familie in einem eigenen Haus in einem ganzen Jahr verbraucht.

(3) Wie stark können Speicherwasserkraftwerke in Deutschland sein?

- bis zu 10.000 Kilowatt
- bis zu 100.000 Kilowatt
- bis zu 1.000.000 Kilowatt

Antwort: Große Speicherwasserkraftwerke, haben eine Stärke von bis zu 1.000.000 Kilowatt. In einer Stunde erzeugt eine solche Anlage soviel elektrischen Strom, wie 250 Familien in einem ganzen Jahr nutzen.

6-11 Warum ist Wasserkraft so wichtig? (1)

Werden wir in der Zukunft auch noch die Kraft des Wassers nutzen? Ja, denn die Wasserkraft ist eine erneuerbare Energie. Sie ist immer wieder von neuem da und wir können sie nicht aufbrauchen. Das kommt daher, weil das Wasser immer im Kreis fließt. Das musst du nicht wörtlich nehmen. Man sagt aber, das Wasser ist in einem Kreislauf. Es beginnt mit einem Regenschauer. Der Regen fällt auf die Erde. Das Wasser sickert in den Boden und es fließt in Bäche und Flüsse. Das Wasser in dem Boden fließt zu den Flüssen und die Flüsse fließen zum Meer. Und etwas von dem Wasser im Meer – aber auch das Wasser in den Flüssen und den Seen – wird zu Dampf. Überall entsteht Dampf. Der Dampf steigt nach oben in den Himmel und bildet Wolken. Der Wind trägt die Wolken über das Land und in die Berge. Dort regnet es und alles beginnt von vorne. Deshalb ist die Wasserkraft eine erneuerbare Energie. Und was machen wir, wenn die Wasserkraftwerke nicht genug elektrischen Strom erzeugen? Wenn es zu viel oder zu wenig Wasser in den Flüssen gibt? Dann müssen wir andere erneuerbare Energien nutzen. Denn auch wenn Wasserkraftwerke nicht genug Energie erzeugen, kann die Sonne scheinen oder der Wind wehen.

Warum ist Wasserkraft eine erneuerbare Energie? Was hat das mit dem Bild zu tun?



Abbildung 6-11: Das Bild zeigt Wolken über Deutschland und der Nordsee. Der Wind treibt die Wolken über das Meer und über das Land. Die Wolken bringen den Regen auf das Land. Von dort fließt es aus den Flüssen in das Meer zurück. Dies wird immer so sein, da sich immer Wolken bilden werden. Und deshalb werden auch die Flüsse immer fließen und wir können immer in Wasserkraftwerken Energie gewinnen.

Quelle: NASA / GFSG Jacques Descloitres (www.nasa.gov).

Quizfragen

(3) Warum kann es auch zukünftig Wasserkraftwerke geben?

- weil es unendlich viel Wasser im Himmel gibt
- weil Wasser immer wieder verdunstet, regnet, ins Meer fließt und beim Abfließen Strom erzeugen kann
- weil es große Wasserspeicher unter der Erde gibt

Antwort: Es wird auch zukünftig Wasserkraftwerke geben, weil Wasser immer wieder zu Dampf wird und abregnet.

(3) Können wir alle Energie, die wir brauchen, mit Wasserkraft erzeugen?

- ja, wir müssen nur genügend Wasserkraftwerke bauen
- nein, denn der erzeugte Strom hat die falsche Farbe
- nein, dazu reichen unsere Flüsse nicht aus

Antwort: Leider können wir nicht alle Energie, die wir brauchen mit Wasserkraft erzeugen. Dafür haben wir an den Flüssen und in den Tälern nicht genug Platz.

(3) Welche Energie wird von der Natur geliefert und kann nicht aufgebraucht werden?

- Steinkohle
- Wasserkraft
- Erdöl

Antwort: Wasserkraft wird immer wieder neu nachgeliefert, wenn es regnet. Die Wasserkraft ist deshalb in Flüssen dauerhaft vorhanden, wir können sie nicht aufbrauchen. Man sagt deshalb, dass Wasserkraft ein erneuerbarer Energieträger ist. Erdgas und Erdöl sind nicht-erneuerbare Energieträger, denn sie kommen nur begrenzt in der Erde vor. Und sind darum nur begrenzt nutzbar.

7 Sonnenenergie

7-01 Wie kann man Sonnenenergie fühlen? (1)

7-02 Was ist eine Sonne? (2)

7-03 Woher kommt die Energie der Sonne? (3)

7-04 Warum ist die Sonne für das Leben wichtig? (1)

7-05 Was ist Sonnenlicht? (3)

8 Sonnenwärme

- 8-01 Kann man Sonnenwärme zum Heizen nutzen? (1)
- 8-02 Was ist Absorption? (3)
- 8-03 Was ist Reflexion? (3)
- 8-04 Wie kannst du die Sonnenwärme nutzen? (1)
- 8-05 Kann man Sonnenlicht in einem Schlauch einfangen? (1)
- 8-06 Was ist ein Solarkollektor? (1)
- 8-07 Was sind Solarkollektorröhren? (3)
- 8-08 Wie kommt Sonnenwärme in den Wasserhahn? (3)
- 8-09 Warum ist Sonnenwärme so wichtig? (1)

9 Solarstrom

9-01 Wie stellt man Solarstrom her? (1)

9-02 Wofür haben wir Solarstrom erfunden? (1)

9-03 Was ist „Stromstärke“? (3)

9-04 Was ist „Stromspannung“? (3)

9-05 Wie stellt man Solarstrom her? (1)

9-06 Was ist eine Fotovoltaikanlage? (1)

9-07 Wo siehst du Solarstromanlagen? (1)

9-08 Wo kann man noch Solarstromanlagen nutzen? (1)

9-09 Warum ist Solarstrom so wichtig? (1)

10 Bioenergie

- 10-1 Was ist Bioenergie? (1)
- 10-2 Welche Energie ist in Lebensmitteln? (3)
- 10-3 Wozu braucht man Bioenergie noch? (3)
- 10-4 Woher kommt die Energie in Lebensmitteln? (3)
- 10-5 Wie erzeugt man mit Bioenergie Wärme? (1)
- 10-6 Wie erzeugt man mit Bioenergie Strom? (1)
- 10-7 Wie stellt man Biogas her? (2)
- 10-8 Wie kann man Biogas nutzen? (2)
- 10-9 Wie stellt man Biodiesel her? (1)
- 10-10 Aus welchen Pflanzen stellt man Treibstoffe her? (1)
- 10-11 Warum ist Bioenergie so wichtig? (1)

11 Erdwärme

11-01 Was ist Erdwärme? (1)

11-02 Warum ist die Erde so heiß? (3)

11-03 Was ist Geothermie? (3)

11-04 Wie tief muss man graben, um warmes Wasser zu finden? (3)

11-05 Kann man Häuser mit Erdwärme heizen? (1)

11-06 Wie kann man Wärme aus der Erde pumpen? (3)

11-07 Was macht eine Wärmepumpe? (3)

11-08 Wie erzeugt man heißes Wasser mit einer Wärmepumpe? (3)

11-09 Wie holt man die Erdwärme tief aus der Erde heraus? (3)

11-10 Kann man Erdwärme in Strom verwandeln? (1)

11-11 Wie nutzt man das heiße Gestein in der Erde? (3)

11-12 Warum ist Erdwärme so wichtig? (1)

12 Klimawandel

12-01 Was ist Wetter? (3)

12-02 Was ist das Klima? (3)

12-03 Warum ist die Sonne so wichtig für das Wetter? (1)

12-04 Wieso erwärmt das Sonnenlicht die Erde? (2)

12-05 Was geschieht in einem Treibhaus und was ist der Treibhauseffekt? (2)

12-06 Was sind Treibhausgase? (3)

12-07 Was ist der natürliche Treibhauseffekt? (2)

12-08 Was ist der menschliche Treibhauseffekt? (2)

12-09 Was ist der Klimawandel? (3)

12-10 Welche Folgen hat der Klimawandel? (1)

12-11 Wie will man das Klima schützen? (3)

13 Energiesparen

- 13-01 Warum soll man Energie sparen? (1)
- 13-02 Wie kann man Wärme im Haus sparen? (2)
- 13-03 Wie kann man Benzin sparen? (1)
- 13-04 Wie kann man elektrische Energie sparen? (1)
- 13-05 Wie kann man Lichtenergie sparen? (3)
- 13-06 Wie kann man Wärmeenergie sparen? (1)

14 Anhang: Weiterführende Informationen für Lehrkräfte

14.1 Themenbereich: Energie

14.2 Themenbereich: Mit Energie leben

14.3 Themenbereich: Erneuerbaren Energien im Überblick

14.4 Themenbereich Nicht-erneuerbare Energien

14.5 Themenbereich: Windenergie

14.6 Themenbereich: Wasserkraft

14.7 Themenbereich: Sonnenenergie

14.8 Themenbereich: Solarthermie (Sonnenwärme)

14.9 Themenbereich: Fotovoltaik (Solarstrom)

14.10 Themenbereich: Bioenergie

14.11 Themenbereich: Geothermie – Erdwärme und Umgebungswärme

14.12 Themenbereich: Klimawandel

14.13 Themenbereich: Energiesparen

15 Quellen, Internetseiten und Literatur

15.1 Bildquellen und Internetseiten zum Thema Energie und erneuerbare Energien

Biodiesel (Archer Daniels Midland Company): www.biodiesel.de

Biomasse und nachwachsende Rohstoffe (C.A.R.M.E.N. e.V.): www.carmen-ev.de

Braunkohle (Bundesverband Braunkohle): hwww.braunkohle.de

Energiedaten (AGEB Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen): www.ag-energiebilanzen.de

Energietechnik und Grundlagen der erneuerbaren Energien (BINE Fachinformationszentrum Karlsruhe): www.bine.info

Erdbilder, planetare Objekte und Raumfahrt (NASA): www.nasa.gov und <http://visibleearth.nasa.gov>

Erdölaufbereitung (Shell): www.shell.de

Erdöl und Ergas (WEG Wirtschaftsverband Erdöl- und Erdgasgewinnung): www.erdoel-erdgas.de

Erneuerbare Energie (BMU Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit): www.erneuerbare-energien.de

Erneuerbare Energien – Technik, Statistik (Quaschning – Erneuerbare Energiesysteme): www.volker-quaschning.de.

Fotodatenbanken: www.aboutpixel.de und www.pixelio.de

Geothermie (Bundesverband Geothermie e.V.): www.geothermie.de/

Heizanlagen Biomasse (HDG Bavaria Heizsysteme): www.hdg-bavaria.com

Heizanlagen Heizöl und Gas (Viessmann): www.viessmann.de

Kraftwerkstechnologie (E.ON): www.eon-kraftwerke.com

Kraftwerkstechnologie (RWE): www.rwe.com

Kraftwerkstechnologie: www.siemens.de

Nicht-erneuerbare Energien: www.bmwi.de (siehe Energie)

Solarenergie (DGS Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie): www.dgs.de

Steinkohle (Deutsche Steinkohle AG): www.deutsche-steinkohle.de

Wasserkraft (Bundesverband Deutscher Wasserkraftwerke): www.wasserkraft.org

Windenergie (Bundesverband Windenergie): <http://www.wind-energie.de>

Windenergie (Danish Windindustry Association): www.windpower.org

Wärmepumpen (Bundesverband WärmePumpe e.V.): www.waermepumpe-bwp.de

15.2 Literaturquellen

- AGEB (2005) Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen: Primärenergieverbrauch in der Bundesrepublik Deutschland 2003/2004. AGEB: o.O. Online: www.ag-energiebilanzen.de. (Stand: Februar 2005).
- AGEB (2006) Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen: Primärenergieverbrauch in der Bundesrepublik Deutschland 2005/2004. AGEB: o.O. Online: www.ag-energiebilanzen.de. (Stand: März 2007).
- AGEB Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (2004): Primärenergieverbrauch in Deutschland 2003 auf Vorjahresniveau. AGEB: o.O. Online: www.ag-energiebilanzen.de/daten/daten13.htm (Stand: Dezember 2004).
- AGEB Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (o.J.): Vorwort zu den Energiebilanzen für die Bundesrepublik Deutschland. AGEB: o.O. Online: www.ag-energiebilanzen.de/daten/daten13.htm (Stand: Dezember 2004).
- BINE Fachinformationszentrum Karlsruhe (2001): basisEnergie 8 – Geothermie. BINE: Karlsruhe.
- BINE Fachinformationszentrum Karlsruhe (2003a): basisEnergie 1 - Energie. BINE: Karlsruhe.
- BINE Fachinformationszentrum Karlsruhe (2003b): basisEnergie 4 - Thermische Nutzung der Sonnenenergie. BINE: Karlsruhe.
- BINE Fachinformationszentrum Karlsruhe (2004a): basisEnergie 18 – Wasserkraft. BINE: Karlsruhe.
- BINE Fachinformationszentrum Karlsruhe (2004b): basisEnergie 17 – Effiziente Kraftwerke. BINE: Karlsruhe.
- BINE Fachinformationszentrum Karlsruhe (2006): projektinfo 09 – Kraftwerke mit Kohlevergasung. BINE: Karlsruhe.
- BMU Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2004a): Umweltpolitik - Erneuerbare Energien in Zahlen. BMU: Berlin. Online: www.erneuerbare-energien.de/1024/index.php?fb=/sachthemen/ee/statistik/start/&n=12100. (Stand: Februar 2005)
- BMU Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Daten zur Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland im Jahr 2004. In: BMU 2005:212-215.
- BMU Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2005): Umwelt Nr. 4./2005. BMU: Berlin, S.212-215.
- BMU Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2004b): Erneuerbare Energien – Innovationen für die Zukunft. BMU: Berlin.

- BMU Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2002): Erneuerbare Energien und Nachhaltige Entwicklung. BMU: Berlin.
- BMU Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2007): Erneuerbare Energien in Zahlen. BMU: Berlin. Stand: Juni 2007. Online: <http://www.erneuerbare-energien.de/inhalt/38788/5466/>.
- BMWA Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (2005): Energiedaten 2006. Berlin: BMWi. Online: www.bmwi.de (siehe Energiestatistiken). [Zugriff 15.08.2006]
- BMWi Bundesministerium für Wirtschaft (2006): EWI-Prognos Studie - Entwicklung der Energiemärkte bis zum Jahre 2030. BMWi: Berlin. Dokumentation Nr. 545. Berlin: BMWi.
- BMWi Bundesministerium für Wirtschaft (2007): Zahlen und Fakten - Energiedaten. BMWi: Berlin. Online: www.bmwi.de (Stand: März 2007).
- DLR-Institut für Technische Thermodynamik, Institut für Energie- und Umweltforschung, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie, Wuppertal (2001): Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien. Stuttgart, Heidelberg, Wuppertal – November.
- Dresdner Bank (2005): Energie für die Welt von Morgen. Frankfurt: Dresdner Bank. Online: www.dresdner-bank.de/dresdner_bank/06_economic_research/img/0511_studie_energie.pdf. (Zugriff: März 2007).
- E.ON: Atomkraftwerk. E.ON: Hannover. Online: <http://www.eon-kraftwerke.com>. (Zugriff: März 2007).
- E.ON: Steinkohlekraftwerk. E.ON: Hannover. Online: <http://www.eon-kraftwerke.com>. (Zugriff: März 2007).
- Ewers, Johannes (2005): CO2 fossil-arme gefeuerte Kraftwerke – Grundbaustein für den effizienten weltweiten Klimaschutz. O.O.: RWE. Online: www.bine.info. (Zugriff: März 2007).
- Ewers, Johannes und Lambertz, Johannes (2006) Clean Power Coal. VGB PowerTech 5/2006. Online: www.bine.info. (Zugriff: März 2007).
- Fritz, Jack. J.; Henry, Jean-Francois (1984): Small and mini Hydropower Systems - Resource Assessment and Project Feasibility. New York, St. Louis.
- Fromme, Johannes; Russler, Steffen (2006): Zwischenevaluation des Online-Spiels powerado. Arbeitsbericht PC5. Magdeburg: Universität Magdeburg – Lehrstuhl für Erziehungswissenschaftliche Medienforschung.
- Gasch, R. (Hrsg.) (1991): Windkraftanlagen, Teubner, Stuttgart
- Gerling, J.P. (2005): Erdöl – Reserven, Ressourcen und Reichweiten. Hannover: Bundesanstalt für Geowissenschaften.

- Gerling, J.P. (2006): Erdöl und Erdgas – Gesamtressourcen und Verfügbarkeit. Hannover: Bundesanstalt für Geowissenschaften. Online: www.wec-austria.at/en/files/download/Vortrag_Bregenz_kurz.pdf. (Zugriff: März 2007).
- Hampel, W. (2002): Astronomie mit Neutrinos. Max-Planck-Institut für Kernphysik: Heidelberg.
- IPCC (Hrsg. 2001): Climate Change 2001: Summary for Policymakers and Technical Summary of the Working Group I Report, IPCC Cambridge.
- Kraftwerke Online: Online: <http://www.kraftwerke-online.de>. Nöther & Partner: Berlin (Zugriff: März 2007)
- Lamp, Hartmut (o.J.): Bioenergie in Kommunen. Bundesverband Bioenergie: Bonn. Online: http://www.bioenergie.de/veranstaltungen/online/Lamp_Einf%C3%BChrung.pdf. (Zugriff November 2007)
- MS Encarta (2007): Erdöl. Microsoft: o.O. Online: <http://de.encarta.msn.com>. (Zugriff: März 2007)
- Oswald, Hartmut (2007): Erfahrbare EE – Klimaballon EE. Arbeitspapier ME6. UfU: Berlin.
- Planet Wissen / Claudia Kracht (2005): Entstehung der Steinkohle. Köln/Mainz: WDR/SWR. Online: <http://www.planet-wissen.de> (Zugriff: März 2007).
- Planet Wissen / Harald Brenner (2005): Entstehung der Steinkohle. Köln/Mainz: WDR/SWR. Online: <http://www.planet-wissen.de> (Zugriff: März 2007).
- Scharp, Michael; Dinziol, Martin (2007): Materialien erneuerbare Energien für die Primarstufe – Energie und mit Energie leben. Berlin: Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung.
- Scharp, Michael; Behringer, Rolf (2007): Materialien erneuerbare Energien für die Primarstufe – Erneuerbare Energien und nicht-erneuerbare Energien im Überblick. Berlin: Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung.
- Scharp, Michael; Behringer, Rolf (2007): Materialien erneuerbare Energien für die Primarstufe – Sonnenenergie, Sonnenwärme und Solarstrom. Berlin: Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung.
- Scharp, Michael; Schmidthals, Malte (2007): Materialien erneuerbare Energien für die Primarstufe – Wasserkraft und Windenergie. Berlin: Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung.
- Scharp, Michael; Hartmann, Uwe (2007): Materialien erneuerbare Energien für die Primarstufe – Bioenergie und Geothermie. Berlin: Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung.
- Scharp, Michael; Janssen, Sigrid (2007): Materialien erneuerbare Energien für die Primarstufe – Klimawandel und Energie sparen. Berlin: Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung.

Scharp, Michael; Schmidthals, Malte; Hartmann, Uwe (2007): Materialien erneuerbare Energien für die Primarstufe – Hintergrundmaterialien erneuerbare Energien und nicht-erneuerbare Energien. Berlin: Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung.

Schmidthals, M., Manjock, A. Twele, J. (2002): Unterrichtseinheit Windenergie, UfU e.V. und BWE Service GmbH, Berlin, Osnabrück

Solarserver (o.J.): Solarzelle. Tübingen: Heindl GmbH. Online:
<http://www.solarserver.de/lexikon/solarzelle.html>. Zugriff März 2007.

Thoning, K.W.; Tans, P.P. (2000): Atmospheric carbon dioxide record from continuous in situ measurements at Mauna Loa, Hawaii. Colorado (USA): National Oceanic and Atmospheric Administration, Climate Monitoring and Diagnostics Laboratory. Online:
<http://cdiac.ornl.gov/trends/co2/nocm-ml.htm>. [Zugriff: 14.08.2006].

UBA Umweltbundesamt (o.J.): Umweltdaten Deutschland Online: Energieverbrauch. UBA: Berlin. Online: <http://www.env-it.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=2326>. (Stand: März 2007).

USDI/USGS (2006) = US Department of the Interior / US Geological Survey, Mineral Commodities Summary 2006, Washington D.C.

WEG Wirtschaftsverband Erdöl- und Erdgasgewinnung e.V. (o.J.): Hannover: WEG. Online: www.erdoel-erdgas.de. (Zugriff: März 2007)