

IZT

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

powerado-Materialien für die Primarstufe:

Band 5 – Bioenergie und Erdwärme

Michael Scharp, Uwe Hartmann

Werkstattbericht Nr. 93



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 978-3-929173-93-2

© 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. 93)

ISBN 978-3-929173-93-2

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	24
7 Sonnenenergie	25
8 Sonnenwärme	26
9 Solarstrom	27
10 Bioenergie	29
11 Erdwärme	53
12 Klimawandel	78
13 Energiesparen	79
14 Anhang: Weiterführende Informationen für Lehrkräfte	80
14.1 Themenbereich: Energie	80
14.2 Themenbereich: Mit Energie leben.....	80
14.3 Themenbereich: Erneuerbaren Energien im Überblick.....	80
14.4 Themenbereich Nicht-erneuerbare Energien.....	80
14.5 Themenbereich: Windenergie	80
14.6 Themenbereich: Wasserkraft.....	80
14.7 Themenbereich: Sonnenenergie.....	80
14.8 Themenbereich: Solarthermie (Sonnenwärme).....	80
14.9 Themenbereich: Fotovoltaik (Solarstrom).....	80
14.10 Themenbereich: Bioenergie	80
14.11 Themenbereich: Geothermie – Erdwärme und Umgebungswärme.....	80
14.12 Themenbereich: Klimawandel.....	80
14.13 Themenbereich: Energiesparen	80
15 Quellen, Internetseiten und Literatur	81
15.1 Bildquellen und Internetseiten zum Thema Energie und erneuerbare Energien.....	81
15.2 Literaturquellen	82

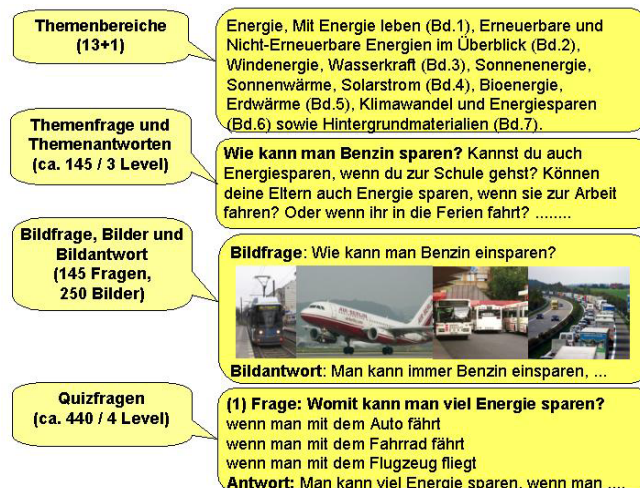
0 Einleitung

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 Sammelpfätzen 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)

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)

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)

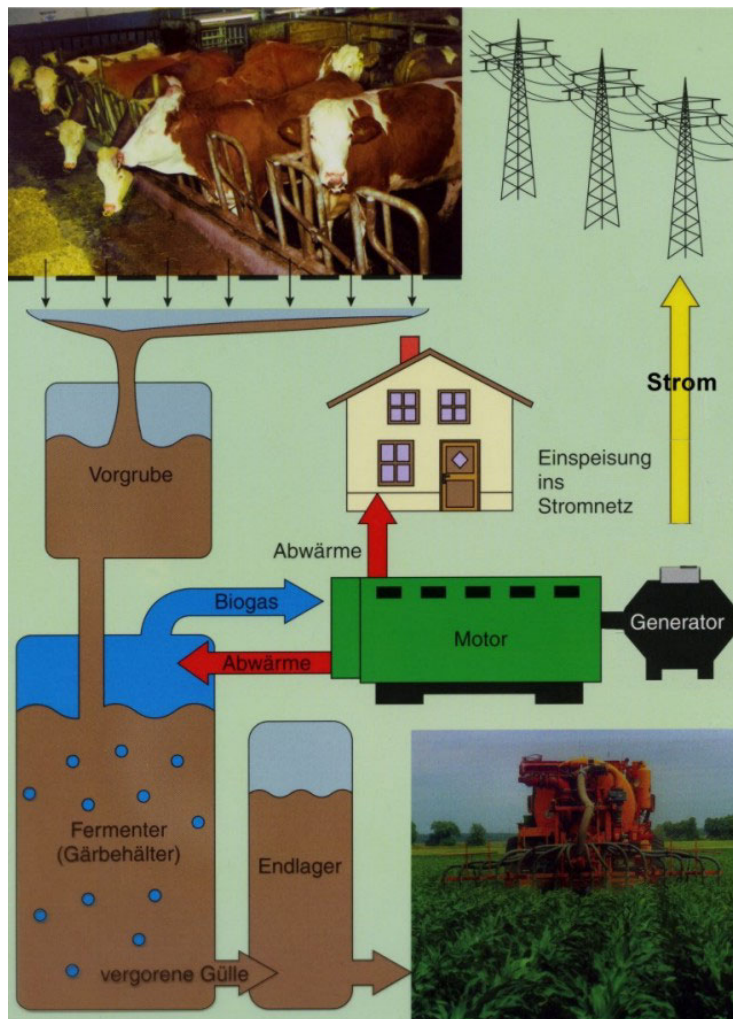
9-08 Wo kann man noch Solarstromanlagen nutzen? (1)

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)

Abbildung: Herstellung von Biogas.



Quelle: C.A.R.M.E.N. e.V. (www.carmen-ev.de).

10-1 Was ist Bioenergie? (1)

Bioenergie ist die Energie, die in allem, was lebt, enthalten ist. „Bio“ stammt von einem griechischen Wort und bedeutet Leben. Wenn wir essen, nehmen wir diese Bioenergie zu uns, damit wir leben können. Wir können die Bioenergie von Pflanzen aber auch nutzen und aus ihr Wärme oder Strom zu erzeugen. Aber auch aus tierischen Abfällen können wir Bioenergie gewinnen. Wenn man keine bestimmte Pflanze oder Tier meint, spricht man oft auch von Biomasse. Alle Pflanzen sind Biomasse und sie wachsen immer wieder nach. Die gelben Sonnenblumen sind Biomasse und der gelbe Raps ist Biomasse. Der Weizen, aus dem der Bäcker das Brot bäckt, ist Biomasse. Laub, Stroh und Holz sind Biomasse. Aber auch die Abfälle von Tieren und Menschen sind Biomasse und enthalten Bioenergie. Ein Kuhfladen ist Biomasse und die Gülle von Schweinen ist Biomasse. Die stinken zwar, haben aber viel Bioenergie, die wir nutzen können.

Was ist auf den Bildern zu sehen? Was stellt man daraus her?



Abbildung 10-1: Das linke Bild zeigt Weizenähren. Weizen ist ein Getreide aus dem der Bäcker Brot backt. Je heller das Brot, desto mehr Weizen enthält es. Wir gewinnen aus dem Brot die Energie, die wir zum Leben brauchen: Bioenergie. Das rechte Bild zeigt einen Misthaufen. Wir können aus dem Mist Energie gewinnen, denn Mist ist auch Biomasse.

Quelle: www.aboutpixel.de / nomis; www.pixelio.de / typecosmic

Quizfragen

(2) Was ist Bioenergie?

- die Energie, die im Wind enthalten ist
- die Energie, die im Wasser enthalten ist
- die Energie, die in Pflanzen enthalten ist

Antwort: Bioenergie ist die Energie, die in Pflanzen enthalten ist. Die Energie im Wind ist Windenergie. Die Energie im Wasser nennt man Wasserkraft.

(2) Woher kommt das „Bio“ von Biomasse?

- von dem Wort „Bios“ (Leben)
- von dem Computerchip „Bios“
- aus dem alten Ägypten

Antwort: Die Silbe „Bio“ in „Biomasse“ kommt von dem Wort „Bios“. „Bios“ stammt von den Griechen und bedeutet Leben. Der Computerchip „Bios“ enthält die wichtigsten Programme eines Computers.

(1) Was enthält Bioenergie?

- Wasser
- Holz
- Luft

Antwort: Holz enthält Bioenergie. Holz ist pflanzliche Biomasse.

(3) Was ist Biomasse?

- Schilfrohr
- Kupferrohr
- Kanonenrohr

Antwort: Schilfrohr ist Biomasse. Schilf ist eine Pflanze am Ufer von Flüssen und Seen.

(4) Welche Farbe hat die Rapsblüte?

- Rot
- Blau
- Gelb

Antwort: Rapsblüten haben eine gelbe Farbe. Aus Rapssamen kann man Biodiesel herstellen.

10-2 Welche Energie ist in Lebensmitteln enthalten? (3)

Biomasse enthält Energie und diese Energie ist die Bioenergie. Mit jedem Frühstück isst du Biomasse und nimmst Bioenergie zu dir. Aber du isst nur ganz besondere Biomasse. Die Körner der Weizenähren im Müsli oder in Corn Flakes zum Beispiel. Das Brot ist aus gemahlene Körnern gebacken worden. All dies nennt man pflanzliche Biomasse. Milch und Trinkschokolade sind auch Biomasse und enthalten Bioenergie. Genauso sind Hamburger und Wurst Biomasse. Milch, Käse, Eier, Fleisch und Fisch sind tierische Biomasse. Sie enthalten auch Bioenergie. Und warum isst du? Weil es gut schmeckt und du Hunger hast. Du musst auch essen, um Energie zu bekommen. Alle Lebensmittel enthalten Bioenergie. Wir nennen Bioenergie auch chemische Energie, die auch eine Energieform ist. Wir können sie nicht sehen, aber wir wissen, dass sie da ist.

Was ist in diesen Dingen enthalten?



Abbildung 10-2: Das Bild zeigt Lebensmittel: Mehl und Zucker, Apfelmus und Gurken, Bohnen, Erbsen, Tomatensoße und Orangensaft. In all diesen Dingen ist Bioenergie enthalten.

Quelle: Scharp und Hartmann 2007e.

Quizfragen

(4) Welche Energie ist in Lebensmitteln enthalten?

- Kernenergie
- chemische Energie
- elektrische Energie

Antwort: Chemische Energie ist in den Lebensmitteln enthalten. Und weil Lebensmittel auch von Pflanzen stammen, sagen wir auch, Lebensmittel haben Bioenergie

(3) Wie nennt man die chemische Energie in Lebensmitteln auch?

- Essensenergie
- elektrische Energie
- Bioenergie

Antwort: Die chemische Energie in Lebensmitteln nennt man auch Bioenergie.

(1) Welches Getränk enthält Bioenergie?

- Mineralwasser
- Tee
- Milch

Antwort: Milch enthält Bioenergie. In Tee und Mineralwasser ist keine Bioenergie, sondern vor allem Wasser.

(4) Welche Energie ist in Lebensmitteln enthalten?

- Bioenergie
- Kernenergie
- elektrische Energie

Antwort: Bioenergie ist in Lebensmitteln enthalten. Wir nennen sie auch chemische Energie.

(3) Was wird aus Pflanzen erzeugt?

- Butter
- Brot
- Bierwurst

Antwort: Brot wird aus Getreide erzeugt und Getreide sind Pflanzen. Butter und Bierwurst kommt von Tieren.

(2) Was ist ein erneuerbarer Energieträger?

- Holz
- Erdgas
- Steinkohle

Antwort: Holz ist ein erneuerbarer Energieträger. Holz enthält Bioenergie. Und deshalb ist Holz auch Biomasse. Erdgas und Steinkohle stammen zwar auch von Pflanzen ab, aber sie werden nicht als erneuerbarer Energieträger bezeichnet.

10-3 Wozu braucht man Bioenergie noch? (3)

Wir müssen Essen um zu Leben. In den Lebensmitteln ist die Bioenergie, die wir brauchen. Aber wozu braucht man noch Bioenergie? Stell dir vor, du würdest in Afrika leben, weit entfernt von einer Stadt. Dort gibt es keinen Strom, dort gibt es kein Erdgas. Ohne Strom oder Erdgas kannst du keinen Herd benutzen. Aber kochen die Menschen in Afrika nicht auch? Auch wenn sie weitab von den Städten wohnen? Ja, sie kochen genau wie wir. Aber sie nehmen Holz für ihre Öfen und Kochstellen. So wie wir es vor langer Zeit auch gemacht haben. Denn mit Holz kann man heizen und auch Wasser heiß machen. Holz enthält Bioenergie und ist pflanzliche Biomasse. Das besondere an dieser Bioenergie ist, dass sie immer wieder nachwächst. Jede Pflanze, die wächst und die wir ernten, schenkt uns Bioenergie. Bioenergie ist deshalb weltweit die wichtigste erneuerbare Energiequelle für alle Menschen. Aus Bioenergie gewinnen die Menschen heute mehr Energie als aus Wasserkraft und aus dem Wind.

Wie kochen die Menschen in Afrika, wenn sie auf dem Land wohnen? Woher kommt die Energie zum Kochen?



Abbildung 10-3: In ländlichen Gegenden von Afrika gibt es keinen Strom oder kein Gas zum Kochen. Die Menschen kochen sehr häufig mit Holz. Das Holz sammeln sie aus dem Buschland. Es wird zu Bündeln zusammengebunden (linkes Bild) und über weite Strecken getragen. In den Dörfern kochen die Menschen auf einem offenen Feuer (rechtes Bild) oder in Öfen.

Quelle: Michael Knoll.

Quizfragen

(3) Welcher Brennstoff wird als Biomasse bezeichnet?

- Benzin
- Erdgas
- Holz

Antwort: Holz ist ein Brennstoff und wird auch als Biomasse bezeichnet. Holz entsteht durch biologisches Wachstum. Wir können die Bioenergie des Holzes durch Verbrennung nutzen. Erdgas, Kohle und Erdöl sind auch aus Pflanzen entstanden und Benzin wird aus Erdöl hergestellt. Sie sind also eigentlich auch Biomasse. Aber sie "wachsen" nicht so schnell nach wie alle Pflanzen, sondern brauchen eine sehr lange Zeit. Deshalb werden sie – wenn man von Brennstoffen spricht – nicht als Biomasse bezeichnet.

(4) Welcher Brennstoff enthält Bioenergie?

- Plastik
- Holz
- Turnschuhe

Antwort: Holz ist ein Brennstoff und enthält Bioenergie. Plastik und Turnschuhe werden zwar aus Erdöl hergestellt und Erdöl entstand auch aus Pflanzen. Aber Plastik und Turnschuhe sind keine Brennstoffe. Und deshalb werden sie auch nicht als Biomasse bezeichnet.

(4) Welcher Brennstoff wird als Biomasse bezeichnet?

- Stroh
- Steinkohle
- Braunkohle

Antwort: Stroh ist ein Brennstoff und wird auch als Biomasse bezeichnet. Stroh entsteht durch biologisches Wachstum. Wir können die Bioenergie des Strohs durch Verbrennung in Kraftwerken nutzen. Erdgas, Kohle und Erdöl sind auch aus Pflanzen entstanden und Benzin wird aus Erdöl hergestellt. Sie sind also eigentlich auch Biomasse. Aber sie "wachsen" nicht so schnell nach wie alle Pflanzen, sondern brauchen eine sehr lange Zeit. Deshalb werden sie – wenn man von Brennstoffen spricht – nicht als Biomasse bezeichnet.

10-4 Woher kommt die Energie in Lebensmitteln? (3)

Woher kommt die Energie im Obst, in Nüssen, im Gemüse und im Müsli? All dies stammt von Pflanzen und Pflanzen nehmen die Energie aus dem Sonnenlicht. Sie fangen das Sonnenlicht ein in den grünen Blättern. Um zu wachsen und Früchte wachsen zu lassen brauchen sie nur Licht, Wasser und Kohlendioxid. Kohlendioxid ist in der Luft, genauso wie Sauerstoff in der Luft ist. Aus Licht, Kohlendioxid und Wasser stellen alle grünen Pflanzen Zucker her. Der Zucker ist ganz ähnlich dem Zucker in der Zuckertüte. Aus diesem Zucker bauen die Pflanzen alle Pflanzenteile: Wurzeln, Stängel, Blüten und Blätter. Bäume und Sträucher erzeugen aus Zucker auch Holz. Den Vorgang, in dem aus Licht, Kohlendioxid und Wasser die Pflanzen Zucker herstellen, nennt man „Fotosynthese“. „Foto“ bedeutet Licht. „Synthese“ ist griechisch und bedeutet etwas zusammenzufassen. Wenn wir also Gemüse, Körner und Obst essen, dann nehmen wir die Bioenergie der Pflanzen zu uns. Und die Pflanzen haben die Energie aus dem Sonnenlicht gewonnen.

Was siehst du auf dem Bild? Was brauchen Pflanzen um zu wachsen?



Abbildung 10-4: Das Bild zeigt Äpfel und die Blätter und Zweige eines Apfelbaums. Die Blätter nehmen aus Luft Kohlendioxid und die Wurzeln aus dem Boden Wasser auf. Mit der Energie des Sonnenlichtes erzeugen sie aus Wasser und Kohlendioxid Zucker. Und aus dem Zucker lassen sie Blätter, Zweige, Wurzeln und natürlich Äpfel wachsen.

Quelle: www.aboutpixel.de/schlachobers.

Quizfragen

(4) Wie nennt man den Vorgang, durch den Pflanzen Energie gewinnen?

- Fotosynthese
- Fotovoltaik
- Fotografie

Antwort: Der Vorgang, durch den Pflanzen Energie gewinnen, heißt Fotosynthese. „Foto“ stammt aus dem Griechischen und bedeutet „Licht“. „Synthese“ ist auch griechisch und bedeutet „zusammenfassen“. In der Fotosynthese wird Zucker aus Sonnenlicht, Wasser und Kohlendioxid erzeugt. Kohlendioxid ist ein Gas in der Luft.

(4) Woher kommt die Energie in den Pflanzen, die man Bioenergie nennt?

- aus dem Sonnenlicht
- aus der Sonnenwärme
- aus dem Sonnenstrom

Antwort: Pflanzen erhalten ihre Energie aus dem Sonnenlicht. Die Sonnenwärme brauchen sie nur um nicht zu erfrieren. Sonnenstrom kommt nicht von der Sonne.

10-5 Wie erzeugt man mit Bioenergie Wärme? (1)

Wir können Biomasse in Lebensmitteln nutzen und sie essen. Aber wir können Biomasse auch nutzen, um Wärme zu gewinnen. Holz kann man in einem Holzkamin oder einem Ofen verbrennen. Aber mit einem Kamin stellen wir heute keine Wärme mehr für die Heizung oder das warme Wasser her. Und warum nicht? Weil wir viel bessere Anlagen haben. Diese nutzen die Energie des Holzes viel besser aus. Moderne Heizkessel arbeiten mit Holzpellets oder Holzhäcksel. Pellets sind gepresstes Holz, Holzhäcksel sind kleingehacktes Holz. Die Pellets oder Häcksel werden in modernen Heizkesseln verbrannt. Die Verbrennungswärme nutzen wir, um das Haus zu heizen oder warmes Wasser herzustellen.

Was könnte auf den Bildern zu sehen sein?



Abbildung 10-5: Das erste Bild zeigt Holzpellets. Sie sind so klein, damit sie gut brennen. Das zweite Bild zeigt die Brennschale, in der Pellets verbrennen. Die Wärme wird über die beiden Rohre an der Schale auf Wasser übertragen und zum Wärmetauscher geführt. Das untere Bild zeigt einen Heizkessel für Hackschnitzel. Hackschnitzel kleine Stückchen aus Holz. Diese werden mit einer Schnecke (links am Heizkessel) in den Brennraum geführt.

Quelle: CARMEN e.V. (www.carmen-ev.de); Viessmann (www.viessmann.de); HDG Bavaria Heizsysteme (www.hdg-bavaria.com).

Quizfragen

(1) Kann man mit Biomasse heizen?

- nein, denn es qualmt
- ja, denn mit einem Feuer kann man warmes Wasser herstellen
- ja, denn Müll muss auch verbrannt werden

Antwort: Mit Biomasse kann man warmes Wasser herstellen und heizen. Aber man darf kein Feuer mit Müll machen. Denn Müll verbrennt mit giftigen Abgasen.

(3) Warum sind Holzheizungen besonders wichtig?

- weil sie das erneuerbare Holz nutzen
- weil sie eine schönere Wärme als andere Heizungen machen
- weil man seinen Müll darin verbrennen kann

Antwort: Holzheizungen sind besonders wichtig, weil sie das erneuerbare Holz nutzen. Holz wird von der Natur nachgeliefert. Die Wärme von Holzheizungen ist genauso schön wie von Gasheizungen. Abfälle darf man nicht im Haus verbrennen. Das ist zu gefährlich.

(3) Wie kann man die Bioenergie in Holz nutzen?

- durch Kompostierung
- durch Vergraben
- durch Verbrennung

Antwort: Man kann Holz verbrennen und so die Bioenergie zum Heizen, für warmes Wasser und zur Stromerzeugung nutzen. Bei der Kompostierung im Garten gewinnen wir Gartenerde.

10-6 Wie erzeugt man mit Bioenergie Strom? (1)

Wir können die Bioenergie in der Biomasse nutzen, um die Wohnung zu heizen oder warmes Wasser zu gewinnen. Aber wir brauchen auch Strom für unsere Wohnungen. Wie kann man die Bioenergie in Strom umwandeln? Hierzu braucht man einen großen Ofen, in dem man Holz verbrennt. Diesen Ofen nennt man auch Heizkessel, der ähnlich einem Heizkessel in einem Wohnhaus, aber sehr viel größer ist. Das Feuer des Heizkessels bringt Wasser zum Kochen, das in Rohren durch den Kessel fließt. Das Wasser verdampft und wird zu heißem Dampf. Mit diesem Dampf kann man eine Turbine betreiben. Die Turbine dreht eine Achse und diese Achse dreht einen Generator. Der Generator erzeugt dann den Strom.

Das Bild zeigt ein Biomassekraftwerk. Was kann man dort alles verbrennen? Was erzeugt das Kraftwerk?



Abbildung 10-6: Ein Biomassekraftwerk verbrennt meistens Holz aus dem Wald. Dieses Biomassekraftwerk kann aber auch andere Biomasse verbrennen. Hierzu muss es nur besonders gebaut werden. Dieses Kraftwerk verbrennt auch altes Holz, welches als Müll gesammelt wurde. Dieses Holz ist oft angestrichen. Deshalb muss man das Abgas besonders reinigen. Das Kraftwerk kann auch Gartenabfälle und Zitronenschalen verbrennen. Diese fallen in einer Fabrik nahe dem Kraftwerk an. Das Kraftwerk erzeugt Strom und Wärme.

Quelle: Siemens (Kraftwerk Malchin, 10 Megawatt, www.siemens.de).

Quizfragen

(2) Was kann man mit Holz machen?

- Wasser durch Trocknung gewinnen
- elektrischen Strom durch Verbrennung gewinnen
- Autos und Züge für den Verkehr bauen

Antwort: Man kann Holz verbrennen und elektrischen Strom gewinnen.

(3) Wie erzeugt man aus Bioenergie elektrischen Strom?

- durch Mahlen von Holz in einer Mühle
- durch Verbrennung von Holz in einem Kraftwerk
- durch Verbrennen von Holz in einem Ofen

Antwort: Man erzeugt aus Bioenergie Strom durch Verbrennung von Holz in einem Holzkraftwerk.

(2) Kann man Holz verbrennen und elektrischen Strom erzeugen?

- nein, das geht erst in zehn Jahren
- das haben schon die alten Germanen gemacht
- ja, das geht ganz einfach

Antwort: Man kann Holz verbrennen und elektrischen Strom erzeugen. Aber die Germanen kannten keinen Strom, auch wenn sie Holz genutzt haben.

(2) Was braucht man, um mit Holz elektrischen Strom zu erzeugen?

- einen Heizkessel, eine Turbine und einen Generator
- einen Gartengrill, eine Turbine und einen Generator
- einen Ofen, ein Wasserrad und einen Generator

Antwort: Um elektrischen Strom aus Holz zu erzeugen, braucht man einen Ofen oder Heizkessel, eine Turbine und einen Generator.

10-7 Wie stellt man Biogas her? (2)

Holz kann man verbrennen. Holz ist Biomasse, aber auch andere Dinge sind Biomasse: Kuhfladen, Schweinemist und grüne Pflanzen. Kann man die Bioenergie in dieser Biomasse auch nutzen? Ja, das kann man auch. Man kippt diese Biomasse in einen großen Tank, ein Tank so groß wie ein Schwimmbecken. Man rührt Wasser hinzu, damit das Ganze flüssig genug ist. Dann deckt man es fest zu, so dass keine Luft an die Brühe im Tank kommt. Nun wartet man einfach ab. Denn in dem Mist sind viele Bakterien, die diese Biomasse abbauen. Bakterien sind ganz kleine Lebewesen, die man nur mit dem Mikroskop sehen kann. In unserem Bauch gibt es ebenfalls Bakterien, die uns helfen, unser Essen zu verdauen. Die Bakterien in den Kuhfladen und dem Schweinemist fressen die Biomasse in dem großen Tank. Sie zersetzen ihn Stückchen für Stückchen. Das nennt man Fermentation oder Verfaulung. Warum machen sie es? Das ist ganz einfach: Sie leben von dieser Biomasse wie wir von Müsli, Äpfeln oder Kartoffeln leben. Und wenn sie das alles fressen, erzeugen sie ein Gas, das Biogas oder Methan genannt wird. Biogas ist energiereich und wir können die Energie nutzen, um Wärme oder auch elektrischen Strom zu erzeugen.

**Verfolge den Weg des Biogases.
Wo kommt es her und wo geht es hin?
Wo sind die Bakterien beschäftigt?**

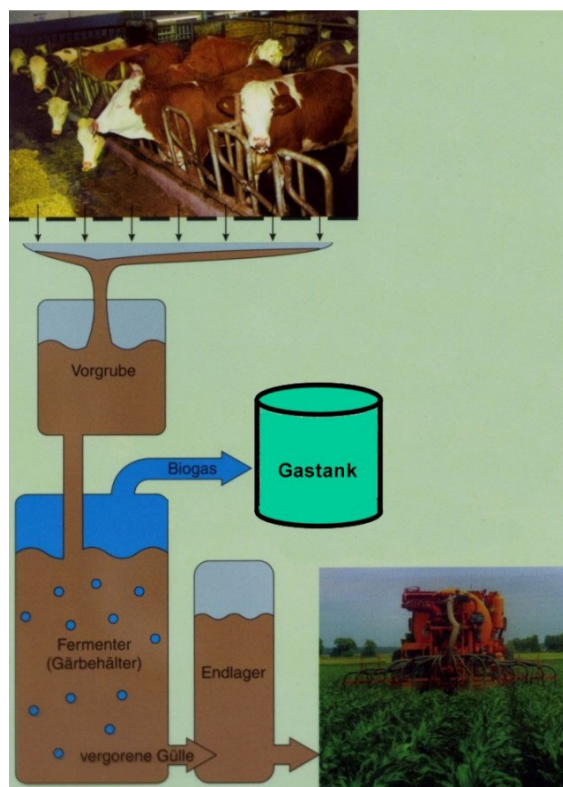


Abbildung 10-7: Zuerst wird der Kuhmist aus dem Stall in einer Vorgrube gesammelt. Von dort fließt er in den Gärbehälter. Der Gärbehälter ist der Tank, in dem die Bakterien das Biogas herstellen. Das Biogas strömt in einen Gastank. Die Reste aus dem Gärbehälter werden in dem Endlager gesammelt. Von dort werden sie als Dünger auf die Felder gebracht.

Quelle: C.A.R.M.E.N. e.V. (www.carmen-ev.de); Bearbeitung Scharp und Hartmann 2007e.

Quizfragen

(4) Wie entsteht Biogas?

- beim Faulen von Mist
- beim Säubern von Erdgas
- beim Verbrennen von Holz

Antwort: Biogas entsteht beim Faulen von Mist und anderen Abfällen aus Biomasse.

(4) Warum ist Biogas eine erneuerbare Energie?

- weil es eine neue Energieform ist
- weil es neben dem Erdgas unter den Meeren lagert
- weil wir Biogas solange haben werden, wie wir Kühe und Schweine züchten werden

Antwort: Biogas ist eine erneuerbare Energie, weil wir es so lange herstellen können, wie wir Schweine und Kühe züchten werden. Aber wir können Biogas auch aus Pflanzen herstellen, wenn wir sie in Kesseln zusammen mit Mist verfaulen lassen. Biogas lagert aber nicht in der Erde.

(4) Was ist der Vorteil von Biogas gegenüber Erdgas?

- es riecht besser als Erdgas
- es kann aus Mist hergestellt werden
- es explodiert seltener als Erdgas

Antwort: Der Vorteil von Biogas gegenüber Erdgas ist, dass Biogas aus Mist hergestellt werden kann. Und Mist gibt es so lange, wie wir Kühe und Schweine züchten. Deshalb ist es eine erneuerbare Energie.

(2) Was ist tierische Biomasse?

- alles, was Tiere im Stall fallen lassen
- alles, was eine Pflanze ist
- alles, was auf Baustellen anfällt

Antwort: Tierische Biomasse ist alles, was Tiere im Stall fallen lassen. Tierische Biomasse sind auch die Dinge, die stinken und nicht so appetitlich sind. Kuhfladen und Schweinemist zum Beispiel.

10-8 Wie kann man Biogas nutzen? (2)

In einer Biogas-Anlage erzeugen Bakterien aus Mist und pflanzlichen Abfällen Biogas. Das Biogas wird aufgefangen, gereinigt und getrocknet. Dann wird es in großen Motoren verbrannt. Die Motoren sind wie Automotoren und sie laufen mit Biogas. Der Motor treibt einen Generator an und der Generator erzeugt Strom. Aber nicht nur Strom, denn wenn der Motor das Gas verbrennt, wird er auch heiß. Deshalb muss er gekühlt werden mit kaltem Wasser. Das Wasser wird hierbei heiß und das heiße Wasser kann der Bauer nutzen, um den Biogas-Tank warm zu halten. Auch Bakterien mögen es lieber warm als kalt. Der Bauer kann die Wärme aber auch zum Heizen und zum Duschen nutzen. So gewinnt man aus Abfällen zunächst Biogas und aus Biogas gewinnt man Strom und Wärme.

**Verfolge den Weg des Biogases.
Wie nutzt man das Biogas?**

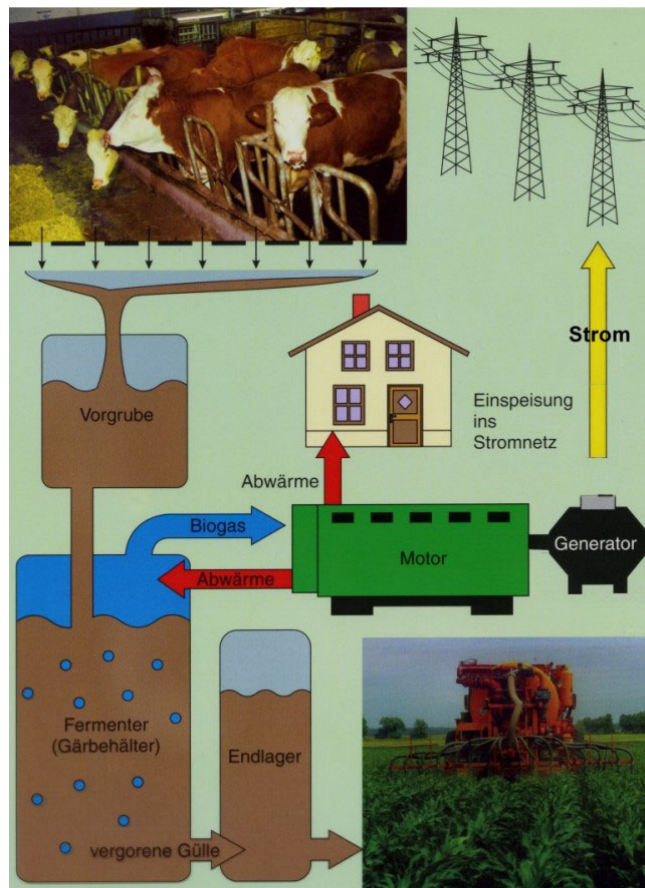


Abbildung 10-8: Der Kuhmist aus dem Stall wird in der Vorgrube gesammelt. Von dort fließt er in den Gärbehälter. Der Gärbehälter ist der Tank, in dem die Bakterien aus dem Mist Biogas erzeugen. Das Biogas fließt zu einem Motor. In dem Motor wird es verbrannt. Die Wärme des Motors erwärmt den Gärtank. Sie kann auch zum Heizen eines Hauses genutzt werden. Der Motor treibt einen Generator an. Der Generator erzeugt den Strom. Der Strom fließt in das Leitungsnetz.

Quelle: C.A.R.M.E.N. e.V. (www.carmen-ev.de); Bearbeitung Scharp und Hartmann 2007e.

Quizfragen

(2) Was braucht man, um aus Biomasse Strom zu erzeugen?

- einen Brennstoff, einen Motor und einen Generator
- einen Brennstoff, einen Rotor und einen Generator
- einen Brennstoff, einen Elektromotor und einen Generator

Antwort: Um aus Biomasse Strom herzustellen, braucht man einen Brennstoff, einen Motor und einen Generator. Der Brennstoff kann Holz, Stroh oder Biogas sein. Ein Rotor ist Teil einer Windenergieanlage. Ein Elektromotor verbraucht Strom und erzeugt keinen Strom

(4) Wie heißt die Maschine, die einen Motor antreibt, um elektrischen Strom herzustellen?

- Elektromotor
- Generator
- Rotor

Antwort: Die Maschine, die einen Motor antreibt um Strom zu produzieren, heißt Generator. Ein Elektromotor verbraucht elektrischen Strom. Der Rotor einer Windenergieanlage nimmt die Energie aus dem Wind.

10-9 Wie stellt man Biodiesel her? (1)

Wir können aus Pflanzen auch Benzin herstellen. Es ist ein besonderes Benzin, das wir Biodiesel nennen. Was ist der Unterschied zwischen Benzin und Diesel? Benzin ist leichter und brennt besser. Aber Dieselautos brauchen weniger Treibstoff. Und was ist der Unterschied zwischen Diesel und Biodiesel? Diesel wird aus Erdöl hergestellt und Biodiesel aus Pflanzen. Und deshalb ist Diesel keine erneuerbare Energie, Biodiesel aber ist eine erneuerbare Energie. Biodiesel wird aus den Samen von Raps hergestellt. Rapssamen entstehen aus den Blüten des Raps. In großen Mühlen mit Walzen aus Stahl wird das Öl aus dem Rapssamen gepresst. Liter für Liter. Dann wird das Pflanzenöl gereinigt und kommt in eine Raffinerie, wo der Biodiesel hergestellt wird.

Was sind das für Pflanzen? Was kann man mit der Pflanze herstellen? Mit welchem Treibstoff kann der Bus auch fahren?



Abbildung 10-9: Das linke Bild zeigt eine Wiese mit Raps. Aus Raps kann man Biodiesel herstellen. Autos und Busse können auch mit Biodiesel fahren.

Quelle: BMU.

Quizfragen

(3) Was ist Biodiesel?

- eine umweltfreundliche Jeans
- Diesel, der besonders teuer ist
- Treibstoff für Autos aus Pflanzenöl

Antwort: Biodiesel ist ein Treibstoff aus Ölsamen wie zum Beispiel Rapssamen.

(4) Welche Pflanze liefert uns heute schon Treibstoffe für Autos und Busse?

- Raps
- Birken
- Ringelblumen

Antwort: Aus Raps können wir heute schon Treibstoffe für Autos herstellen. Diesen Treibstoff nennen wir Biodiesel.

(2) Was können wir mit Rapsöl machen?

- Auto fahren
- Häuser anstreichen
- Blumen gießen

Antwort: Mit Rapsöl kann man Autos fahren lassen. Aus Rapsöl stellen wir Biodiesel her und Biodiesel ist ein Treibstoff.

(3) Wie gewinnt man Öl aus Pflanzensamen oder Kernen?

- durch Verbrennen
- durch Pressen
- durch Liegenlassen

Antwort: Durch Pressen gewinnt man Öl aus Pflanzensamen oder aus Kernen.

10-10 Aus welchen Pflanzen stellt man Treibstoffe her? (1)

Wir können Biodiesel für Fahrzeuge aus Raps herstellen. Es gibt aber auch andere Pflanzen, aus denen Treibstoffe hergestellt werden. Aus Zuckerrohr zum Beispiel kann man einen Treibstoff herstellen, der Ethanol heißt. Ethanol ist nichts anderes als Alkohol, wie er auch im Wein oder Bier ist. Ethanol aus Zuckerrohr wird vor allem in Brasilien hergestellt. Dort ist es warm und feucht und deshalb wächst dort viel Zuckerrohr. Dieser Ethanol wird auch Bioethanol genannt. Bioethanol kann man auch aus Zuckerrüben herstellen, die bei uns wachsen. So können wir die Bioenergie in Raps, Zuckerrohr und Zuckerrüben nutzen, um Treibstoffe für Autos herzustellen.

Was sind das für Pflanzen? Was kann man mit den Pflanzen machen?



Abbildung 10-10: Das linke Bild zeigt Zuckerrüben. Das mittlere Bild zeigt Zuckerrohr. Aus Zuckerrüben wird Zucker hergestellt, aus Zuckerrohr wird Rohrzucker hergestellt. Aus beiden Pflanzen kann man Alkohol (Ethanol) herstellen. Ethanol kann als Treibstoff für Autos verwendet werden. Das rechte Bild zeigt eine Ölpalme. Aus den Früchten gewinnt man Palmöl. Aus Palmöl kann man Biodiesel herstellen. Auch Biodiesel ist ein Treibstoff.

Quelle: Südzucker AG; www.pBase.com / Khen Kaeoh ; www.pBase.com / Marc Andeson.

Quizfragen

(1) Kann man aus Pflanzen Treibstoffe zum Auto fahren herstellen?

- nein
- in 10 Jahren geht es
- ja

Antwort: Man kann jetzt aus Rapssamen und anderen Pflanzen Treibstoffe zum Autofahren herstellen.

(4) Welche Pflanze liefert uns heute schon Treibstoffe für Autos und Busse?

- Röhricht
- Rohrzucker
- Rhododendron

Antwort: Aus Rohrzucker können wir heute schon Treibstoffe für Autos herstellen. Diesen Treibstoff nennen wir Bioethanol. Er wird vor allem in Südamerika hergestellt.

(4) Woraus stellt man Treibstoffe für Autos her?

- Zucchini
- Zuckrerbsen
- Zuckerrüben

Antwort: Aus Zuckerrüben können wir heute schon Treibstoffe für Autos herstellen. Diesen Treibstoff nennen wir Bioethanol.

(2) Was enthält Bioenergie?

- Kupferrohr
- Kanonenrohr
- Zuckerrohr

Antwort: Zuckerrohr enthält Bioenergie. Zuckerrohr wird vor allem in Südamerika angebaut.

(2) Was ist Biomasse?

- Kupferrohr
- Zuckerrohr
- Kanonenrohr

Antwort: Zuckerrohr ist Biomasse. Zuckerrohr wird vor allem in Südamerika angebaut.

10-11 Warum ist Bioenergie so wichtig? (1)

Im Herbst verlieren die Bäume ihr Laub und die kleinen Pflanzen werden welk. Wenn im Frühjahr und Herbst die Stürme über das Land ziehen, werden viele Bäume umgeworfen. Aber jedes Jahr wachsen die grünen Pflanzen aufs Neue aus dem Boden. Auch die Laubbäume bekommen neue Blätter und Zweige. In jedem Frühjahr und Sommer erneuert sich die Pflanzenwelt. Weil das so ist, ist alle Energie aus Pflanzen eine erneuerbare Energie. Und es gibt sehr, sehr viele Pflanzen. Wir können mit Holz und anderen Pflanzen Wärme erzeugen. Wir können mit Biogas und Biodiesel Strom erzeugen. Wir können mit Biodiesel und Bioethanol Autos fahren lassen. Und weil wir immer pflanzliche und tierische Biomasse haben werden, ist Bioenergie eine erneuerbare Energie. Und hat Bioenergie denn auch Nachteile? Leider gibt es in Deutschland nicht genug Biomasse, um alle Energie zu erzeugen, die wir brauchen. Denn wir brauchen sehr viel Energie. Aber wir können auch noch die Windenergie, die Wasserkraft, die Erdwärme und die Sonnenenergie nutzen, wenn wir nicht genug Bioenergie haben. Und alles zusammen ist ausreichend.

Warum ist Biomasse eine erneuerbare Energie?



Abbildung 10-11: Bäume und andere Pflanzen wachsen immer wieder nach. Sie lassen sich auch ganz einfach wieder neu anpflanzen. Im Wald werden Bäume alle fünfzig oder hundert Jahre abgeholzt. Anschließend werden sie dann wieder nachgepflanzt.

Quelle: BMU / H.C. Oed; BMU.

Quizfragen

(2) Warum ist Bioenergie eine erneuerbare Energie?

- weil Bioenergie eine neue Energie ist
- weil wir erst seit kurzem wissen, wie wir aus Pflanzen Energie gewinnen können
- weil Bioenergie in Pflanzen enthalten ist und Pflanzen immer wieder wachsen

Antwort: Bioenergie ist eine erneuerbare Energie, weil Pflanzen uns immer wieder aufs Neue Energie liefern können. Schon die Menschen in der Steinzeit haben die Bioenergie im Holz genutzt, um Feuer zu machen. Bioenergie ist die älteste von Menschen genutzte Energie.

(3) Können wir allen elektrischen Strom, den wir brauchen, aus der Bioenergie von Holz erzeugen?

- ja, wir müssen nur genug Holzkraftwerke bauen
- nein, der Strom ist dann zu teuer
- nein, dazu wächst nicht genug Holz in den Wäldern

Antwort: Nein, wir können nicht allen Strom, den wir brauchen, mit Bioenergie aus Holz erzeugen. Wir haben nicht genug Wälder und Wiesen hierfür.

(1) Woraus gewinnen wir eine erneuerbare Energie?

- Erdöl
- Rapssamen
- Braunkohle

Antwort: Aus Rapssamen gewinnen wir Biodiesel und dieser ist eine erneuerbare Energie. Biodiesel ist ein Treibstoff für Autos. Und da Raps immer wieder neu wächst, ist der Biodiesel aus Raps eine erneuerbare Energie.

(2) Was kann man nehmen, um Strom zu erzeugen?

- Stroh, Steine und Biogas
- Stahl, Biogas und Holz
- Biogas, Stroh und Holz

Antwort: Man kann Biogas, Stroh und Holz verbrennen, um Strom zu gewinnen.

(2) Womit kann man Wärme erzeugen?

- mit Biogas, Holz und Biodiesel
- mit Biodiesel, Sand und Holz
- mit Holz, Biodiesel und Steinen

Antwort: Man kann Biogas, Holz oder Biodiesel verbrennen, um Wärme zu gewinnen.

(3) Welche Energie ist in Pflanzen gespeichert?

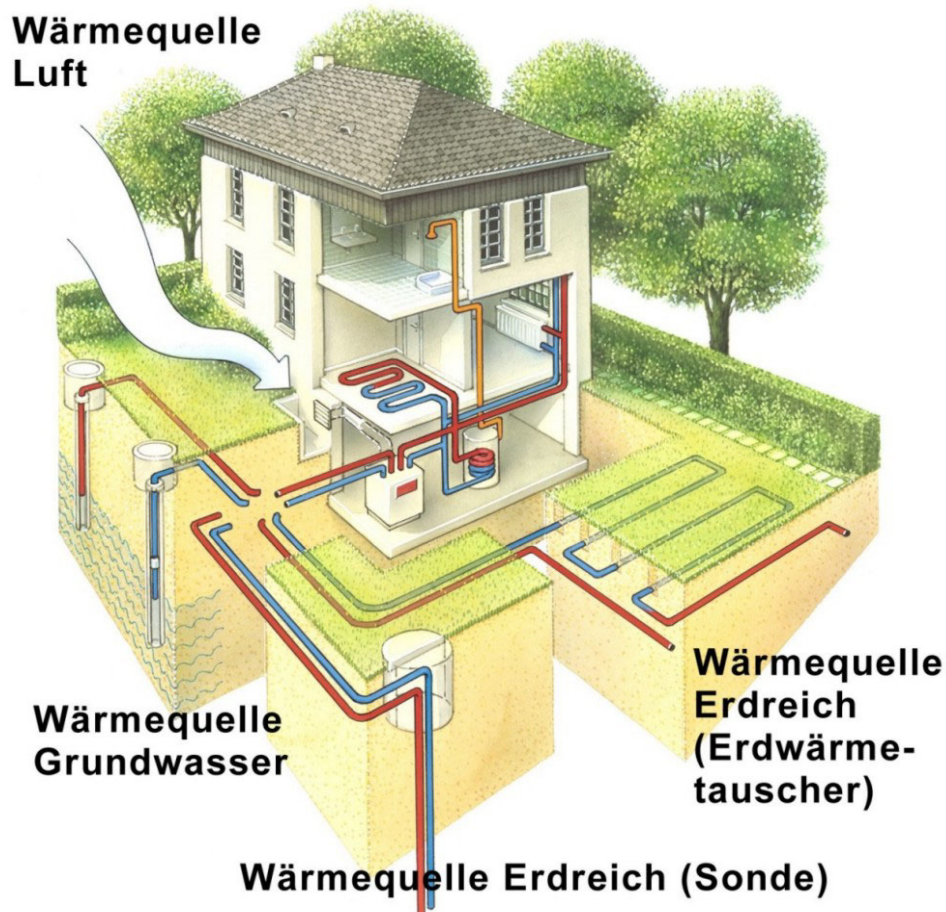
- elektrische Energie
- Wärmeenergie
- Bioenergie

Antwort: Bioenergie ist in Pflanzen gespeichert.

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)

Abbildung: Nutzungsmöglichkeiten der Umgebungswärme.



Quelle: Viessmann (www.viessmann.de).

11-1 Was ist Erdwärme? (1)

Die Erde hat viel Energie. Es gibt heiße Quellen, aus denen warmes oder heißes Wasser aus der Erde sprudelt. Viele Schwimmbäder nutzen dieses heiße Wasser. Sogar im Winter kann man dann draußen schwimmen, so warm ist das Wasser. Diese Schwimmbäder heißen „Thermalbäder“. „Thermal“ ist ein Wort der alten Griechen und bedeutet „Wärme“. Ein Thermalbad ist ein warmes Schwimmbad. Aber ein besonderes, denn die Wärme kommt aus der Erde und nicht aus dem Heizkessel. Schon die alten Römer und die alten Germanen kannten das warme Wasser aus der Erde. Auch sie nutzten es zum Baden. In Island und in Amerika gibt es auch heiße Quellen mit Fontänen. Eine Fontäne ist ein Wasserstrahl, der in die Höhe schießt. Man nennt diese Fontäne Geysire (sprich: Geisire). Du kannst aber noch woanders sehen, dass die Erde sehr heiß ist. Kennst du die Vulkane Vesuv und Ätna in Italien? Auch dort sieht man, dass es im Erdinneren sehr heiß ist. Überall auf der Welt gibt es Vulkane, die sehr aktiv sind. Aus diesen Vulkanen fließt zuweilen flüssiger Stein: die Lava. Auch dies zeigt, dass die Erde im Innern sehr heiß ist.

Was siehst du auf dem Bild? Woher kommt die Energie?



Abbildung 11-1: Das linke Bild zeigt einen Geysir in Island. Wasser in der Erde wird kochend heiß und zu Dampf. Und der Dampf schießt mit dem Wasser in die Höhe. Auf dem rechten Bild ist ein Ausbruch von Lava auf einem Vulkan auf Hawaii zu sehen. Lava ist flüssiges Gestein und mehr als zweitausend Grad Celsius heiß. Unter Vulkanen fließt sie dicht unter der Erdoberfläche.

Quelle: www.pixelio.de / Jochen Dose; USGS United States Geological Survey (www.usgs.gov).

Quizfragen

(2) Was ist Erdwärme?

- heiße Moorbäder gegen Krankheiten
- Wärme im Inneren der Erde
- Wärme, die von der Sonne zur Erde kommt

Antwort: Erdwärme ist die Wärme im Inneren der Erde. Diese kann als Energiequelle genutzt werden. Im Erdinneren wird es immer heißer, je tiefer wir kommen.

(2) Wie kann man erkennen, dass die Erde im Inneren sehr heiß ist?

- an Vulkanausbrüchen
- an Waldbränden
- an heißen Sandstürmen

Antwort: An Vulkanausbrüchen kann man erkennen, dass die Erde im Inneren sehr heiß ist. Vulkanausbrüche bringen glühendes Gestein aus dem Erdinneren an die Oberfläche.

(1) Wie ist es im Mittelpunkt der Erde?

- sehr heiß
- so warm wie bei uns auf der Erdoberfläche
- sehr kalt

Antwort: Im Mittelpunkt der Erde ist es sehr heiß. Im Erdinneren wird es immer heißer, je tiefer wir kommen.

(4) Was ist ein Thermalbad?

- ein Schwimmbad am Meer
- ein kaltes Schlammbad
- ein Bad mit Wasser aus heißen Quellen

Antwort: Ein Thermalbad ist ein Bad mit Wasser aus heißen Quellen.

(4) Wie nennt man heiße Wasserfontänen natürlichen Ursprungs?

- Geishas
- Geysire
- Geister

Antwort: Heiße Wasserfontänen natürlichen Ursprungs heißen Geysire. Sie werfen das Wasser oft meterhoch in die Luft.

(2) Warum sind Vulkane heiß?

- weil heißes Wasser hinein gelaufen ist
- weil darin ein Feuer brennt
- weil heißes Gestein aus dem Erdinneren an die Oberfläche kommt

Antwort: Vulkane sind heiß, weil heißes Gestein aus dem Erdinneren an die Oberfläche kommt.

11-2 Warum ist die Erde so heiß? (3)

Die Erde war nicht immer so, wie du sie kennst. Heute ist es auf der Oberfläche kühl und tief in ihrem Innern ist die Erde sehr heiß. Als die Erde entstand, war sie eine Kugel aus flüssigem Stein und Metall. Viele tausend Grad Celsius heiß. Celsius war ein berühmter Wissenschaftler. Celsius war berühmter Wissenschaftler und hatte als erster die Idee, die Temperatur in Grad einzuteilen. Grad bedeutet nur Teil. Mit Grad Celsius beschreibt man die Temperatur. Weil es im Weltall so kalt ist, kühlte die Erde sich langsam ab. Aber nur an der Oberfläche. Ganz tief unter dem Boden ist sie immer noch glühend heiß. So heiß, dass Stein und Metall flüssig sind. Aber das ist nur ein Grund, warum die Erde im Innern noch immer so heiß ist. Im Innern der Erde befinden sich noch viele Stoffe, die radioaktiv sind. Radioaktive Stoffe verändern sich mit der Zeit: sie zerfallen. Dabei wird viel Energie frei. Was wird wohl sein, wenn du eine Schaufel nimmst und ein Loch gräbst? Am Anfang ist die Erde kühl. Und wenn du noch tiefer gräbst, so wie die Bergleute, die Kohle aus der tiefen Erde holen? Dort unten wird es immer wärmer. Wenn es oben kühl und im Erdinneren sehr heiß ist, muss es immer wärmer werden, je tiefer man gräbt. Immer, wenn du 100 m tiefer gräbst, wird es ungefähr drei Grad Celsius wärmer.

Beschreibe die Bilder!

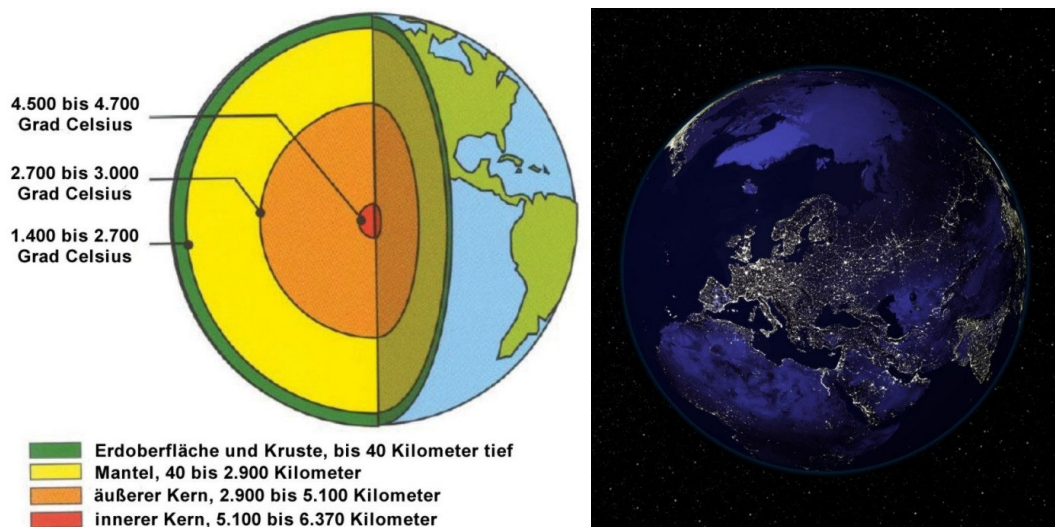


Abbildung 11-2: Das linke Bild zeigt die Erde. Sie ist aufgeschnitten, um zu zeigen, wie heiß sie ist. Die Erdkruste reicht bis in 40 Kilometer Tiefe. Dann folgt der Mantel der Erde. Er reicht von 40 Kilometer Tiefe bis in 2.900 Kilometer Tiefe. Unterhalb des Mantels befindet sich der eigentliche Erdkern. Der Erdkern besteht aus Metall. Der äußere Kern ist flüssig und sehr heiß. Der innere Kern ist fest, weil auf ihn das ganze Gewicht der Erde drückt. Er ist noch heißer als der äußere Kern. Das rechte Bild zeigt die Erde aus dem Weltall. Im Durchschnitt ist die Temperatur auf der Oberfläche etwa 15 Grad.

Quelle: DGS; Bearbeitung Scharp und Hartmann 2007e; NASA (<http://visibleearth.nasa.gov>).

Quizfragen

(3) Je tiefer man gräbt, desto?

- wärmer wird es
- kälter wird es
- heller wird es

Antwort: Je tiefer man in die Erde gräbt, desto wärmer wird es.

(3) Woher kommt ein Teil der Wärme tief im Innern der Erde

- durch das Sonnenlicht, das auf die Erde scheint
- aus der Zeit, als die Erde entstand
- weil die Erde ganz schnell durch das Weltall rast

Antwort: Ein Teil der Wärme tief im Erdinnern stammt noch aus der Zeit, als die Erde entstand. Als die Erde entstand, war sie eine Kugel aus flüssigem Stein und Metall. Viele tausend Grad Celsius heiß.

(4) Warum ist es im Mantel und im Kern der Erde immer noch so heiß?

- weil dort Erdöl und Steinkohle verbrennen und Wärme entsteht
- weil dort radioaktive Stoffe zerfallen und Wärme entsteht
- weil dort Wasserstoff wie in der Sonne verbrennt

Antwort: Die Erde ist im Mantel und im Kern immer noch so heiß, weil dort radioaktive Stoffe zerfallen und Wärme entsteht.

11-3 Was ist Geothermie? (3)

Geothermie ist ein Wort, das wir von den alten Griechen übernommen haben. „Geos“ bedeutet die „Erde“ und „Thermos“ bedeutet „Wärme“. Geothermie bedeutet also Erdwärme. Wir sprechen von Geothermie und meinen, dass wir die Energie der Erde nutzen können: wir können die Erdwärme nutzen. In Schwimmbädern nutzen wir oft die Erdwärme so wie sie ist. Wir lassen das heiße, salzige Wasser aus der Erde in Schwimmbecken laufen und baden darin. Diese Schwimmbäder nennt man Thermalbäder. Aber wir können die Erdwärme auch anders nutzen: Um Häuser zu heizen oder um Strom herzustellen. Und weil es soviel Energie in der Erde gibt, können wir sie gar nicht aufbrauchen. Und deshalb ist Erdwärme auch eine erneuerbare Energie.

Das Bild zeigt ein Schwimmbad, welches Wasser aus der Erde verwendet. Warum dampft das Wasser?



Abbildung 11-3: Das Wasser für das Schwimmbaden wird aus der Erde gepumpt. Es ist sehr warm. Und weil es so warm ist, verdampft es und bildet Nebel.

Quelle: iserundschmidt.

Quizfragen

(2) Was ist „Geothermie“?

- die Wärme des Sonnenlichts
- die Stärke des Windes
- die Wärme der Erde

Antwort: Geothermie ist die Wärme der Erde. „Geos“ bedeutet die „Erde“ und „Thermos“ bedeutet „Wärme“. Wir können die Wärme der Erde nutzen um unsere Häuser zu heizen.

(4) Was bedeutet „Geothermie“?

- die Nutzung der Wärme aus dem Erdinneren
- die Temperatur im Erdinneren messen
- die Vermessung der Kontinente

Antwort: Geothermie bedeutet die Nutzung der Wärme aus dem Erdinneren. „Geo“ ist ein griechisches Wort und heißt „Erde“. Auch „Thermie“ ist ein griechisches Wort und bedeutet ungefähr „Wärme“. „Geothermie“ ist die Nutzung der Erdwärme als Energiequelle.

11-4 Wie tief muss man graben, um warmes Wasser zu finden? (3)

Die Sonne hat den ganzen Sommer geschienen und die Erde von oben erwärmt. Von unten, ganz tief aus der Erde, fließt auch Wärme nach oben. Oben ist der Boden fast so warm wie die Luft. Im Sommer ist er vielleicht 20 Grad Celsius warm, im Winter ist er gefroren. Dann hat er 0 Grad Celsius oder noch weniger. Aber nur dicht unter der Erde ist der Boden gefroren oder auch warm wie die Luft. Wenn man tiefer als zehn Meter gräbt, ist der Boden im Sommer und Winter immer gleich warm. Dort ist er etwa 10 Grad Celsius warm. In 100 Meter Tiefe kann die Temperatur bis zu 15 Grad Celsius warm sein. Wenn man noch tiefer gräbt, dann wird es immer wärmer.

Wie warm ist es in der Erde im Winter und im Sommer?

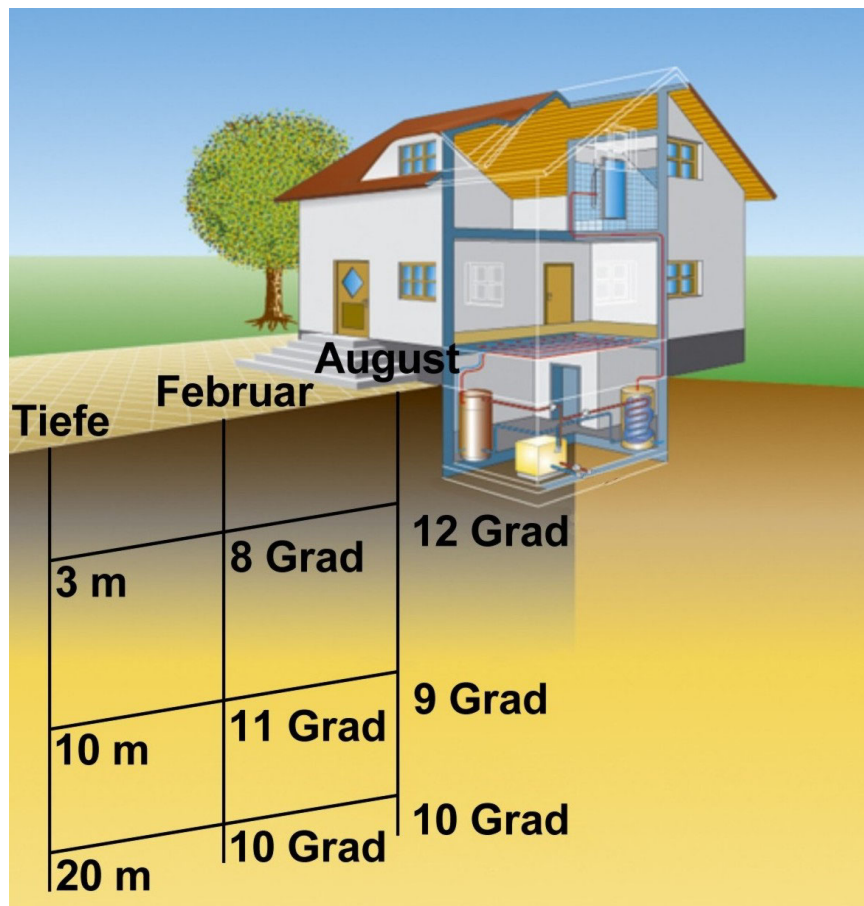


Abbildung 11-4: Das Bild zeigt die Temperatur in der Erde. Im Monat Februar, einem Wintermonat, ist es in drei Meter Tiefe etwa 8 Grad Celsius warm. Im August, einem Sommermonat, ist es in drei Meter Tiefe etwa 12 Grad Celsius warm. Wenn man noch tiefer geht, ist im Sommer und im Winter die Erde gleich warm. In zwanzig Meter Tiefe ist es immer 10 Grad Celsius warm. Erst wenn man viel tiefer gräbt, wird es wärmer.

Quelle: Bundesverband WärmePumpe e.V. (www.waermepumpe-bwp.de), Temperaturprofil nach BINE 2001 (www.bine.info); Bearbeitung Scharp und Hartmann 2007e.

Quizfragen

(4) Wie warm ist die Erde in zwanzig Metern Tiefe?

- etwa 1 Grad Celsius
- etwa 10 Grad Celsius
- etwa 100 Grad Celsius

Antwort: In zwanzig Metern Tiefe ist es etwa 10 Grad Celsius warm. Dort ändert sich die Temperatur des Bodens nur ganz wenig auch wenn es Sommer oder Winter ist.

(4) Was ist richtig

- tief in der Erde ist es richtig heiß
- tief in der Erde ist alles Wasser gefroren
- tief in der Erde ist es nicht wärmer als an der Oberfläche

Antwort: Richtig ist, dass es tief in der Erde richtig heiß ist. Je tiefer man gräbt, desto heißer ist es.

11-5 Kann man Häuser mit Erdwärme heizen? (1)

Um ein Haus zu heizen, braucht man eine Heizungsanlage. Eine Heizungsanlage kann Erdgas oder Erdöl verbrennen, um Wärme zu erzeugen. Aber kann man auch mit der Wärme der Erde heizen? Kann man dies auch im Winter tun, wenn es draußen friert und der Boden ganz steinhart ist? Ja, das geht, wenn man nur tiefer gräbt. Ganz dicht unter der Oberfläche ist der Boden gefroren. Es ist 0 Grad Celsius oder noch kälter. Man muss nur ein Loch bohren, das viele Meter tief ist. In 20 Meter Tiefe ist es etwa 10 Grad Celsius warm, in 100 Meter Tiefe vielleicht 15 Grad Celsius. Auch das ist nicht viel, denn du willst dein Zimmer 20 Grad Celsius warm haben. Das Bad soll 23 Grad Celsius warm sein und das Wasser in der Badewanne 33 Grad Celsius. Wenn aber die Temperatur in der Erde nur etwa 10 Grad Celsius ist, muss man aus 10 Grad Celsius 30 Grad Celsius machen. Das hört sich schwierig an, aber es geht einfacher als du denkst. Wir brauchen dazu eine Wärmepumpe. Eine Wärmepumpe macht zwei Dinge. Zum einen holt sie die Wärme aus der Erde. Zum anderen macht sie aus mäßig warmem Wasser heißes Wasser, um damit Häuser zu heizen.

Was könnten die Männer dort machen?



Abbildung 11-5: Das Bild zeigt eine Bohrung für eine Erdwärmeheizung. Mit der Heizung soll die Turnhalle im Hintergrund geheizt werden. Aus dem Bohrloch wird die Wärme in der Erde mit einer Wärmepumpe geholt.

Quelle: Scharp und Hartmann 2007e.

Quizfragen

(3) Wozu ist Erdwärme nützlich?

- um Häuser zu heizen
- um beim Zelten nicht zu frieren
- um U-Bahn zu fahren

Antwort: Erdwärme ist nützlich, da wir mit der Erdwärme Häuser heizen können.

(1) Kann man auch im Winter mit der Erdwärme heizen?

- nein
- ja
- noch nicht, aber in zehn Jahren

Antwort: Man kann auch heute schon mit der Erdwärme im Winter heizen. Hierzu braucht man eine Wärmepumpe.

(3) Kann man Häuser mit der Erdwärme heizen?

- nein, nur mit einer Gasheizung
- jetzt noch nicht, aber in zehn Jahren
- ja, wenn man eine Wärmepumpe hat

Antwort: Man kann Häuser mit Erdwärme heizen. Hierzu braucht man eine Wärmepumpe. Am besten geht das bei neuen Häusern, die nur wenig Heizenergie brauchen.

11-6 Wie kann man Wärme aus der Erde pumpen? (3)

Mit einer Wärmepumpe kann man die Wärme aus der Erde pumpen. Dazu braucht man eine Erdwärmesonde, welche die Wärme aus der Erde aufnimmt. Hierzu wird ein tiefes Loch in die Erde gebohrt: bis zu 100 Meter tief! In dieses Loch wird ein Rohr gelassen, das wie ein „U“ gebogen ist. Man kann auch zwei oder mehr derartige Rohre nehmen, die wie ein U gebogen sind. Und wie bekommt man nun die Wärme aus der Erde? In das eine Ende des Rohres lässt man von oben eine kalte Flüssigkeit fließen. Wasser mit Glykol zum Beispiel, damit das Wasser nicht gefrieren kann. Das Wasser fließt von oben bis zum Knick nach unten in dem Rohr. Dann steigt es wieder in dem Rohr nach oben. Wenn das Wasser durch das Rohr fließt, nimmt es die Wärme der Erde auf. Es wird so warm wie die Erde: Ungefähr 10 Grad bis 15 Grad Celsius warm. Damit das Wasser fließen kann, drückt die Wärmepumpe das Wasser zuerst nach unten und dann nach oben. So bekommt man die Wärme mit dem Wasser aus der Erde. Aber noch ist das Wasser aus der Erde zu kalt, um ein Haus zu heizen. Und deshalb muss die Wärme noch mit einer Wärmepumpe verdichtet werden.

Verfolge den Lauf des Wassers. Wo fließt das warme Wasser und wo das kalte?

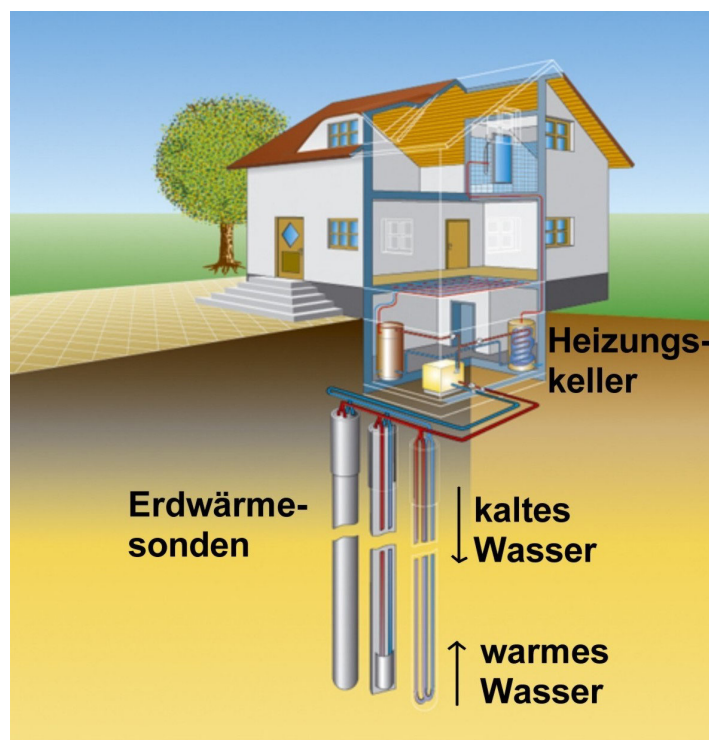


Abbildung 11-6: Das Bild zeigt den Aufbau einer Wärmepumpe, die Erdwärme in Heizwärme umwandelt. Vom Heizungskeller fließt kaltes Wasser, welches mit Glykol gemischt ist, in die Erdwärmesonden nach unten. Dann fließt es wieder nach oben und zurück zur Wärmepumpe. Auf seinem Weg nimmt es die Wärme des Bodens auf.

Quelle: Bundesverband WärmePumpe e.V.; Bearbeitung Scharp und Hartmann 2007e.

Quizfragen

(4) Wie tief muss man bohren um mit der Erdwärme ein kleines Haus zu heizen?

- fast hundert Meter
- nur fünfhundert Meter
- fast tausend Meter

Antwort: Man muss bis zu hundert Meter tief bohren, um mit der Erde ein kleines Haus zu heizen. Aber man kann auch einen langen Schlauch flach in der Erde verlegen. Dieser Schlauch muss nur ungefähr 1,30 Meter tief liegen. Aber dieser Schlauch muss sehr lang sein, um genug Wärme aus der Erde zu holen.

(2) Wie kann man Wärme aus der Erde pumpen?

- indem man ein Rohr in die Erde bohrt und eine Flüssigkeit durchlaufen lässt
- indem man Luft in die Erde pumpt und die heiße Luft wieder auffängt
- indem man einen Heizkörper in der Erde vergräbt und heißes Wasser durchlaufen lässt

Antwort: Man kann Wärme aus der Erde pumpen, indem man ein Rohr in die Erde bohrt und eine Flüssigkeit durchlaufen lässt

11-7 Was macht eine Wärmepumpe? (3)

Eine Wärmepumpe holt mäßig warmes Wasser aus der Erde. Das Wasser ist vielleicht 10 Grad Celsius warm. Das ist nicht warm genug, um ein heißes Bad zu nehmen. Mit Hilfe der Wärmepumpe kann die Temperatur erhöht werden. Sie macht etwas ganz Besonderes: Sie verdichtet die Wärme. Wie kannst du dir das vorstellen? Wie kann man Wärme verdichten? Stell dir vor, du hast einen Luftballon. Der Luftballon ist so warm wie die Luft in dem Raum, in dem du bist. Die Luft des Ballons hat eine ganz bestimmte Menge Wärme. Und was geschieht mit der Wärme, wenn du den Luftballon zu einer kleinen Kugel zusammenpresst ohne die Luft herauszulassen? Die ganze Wärme ist auf einmal in einer kleinen Kugel, die in eine Faust passt. Wenn du es schnell machen würdest, geht keine Wärme verloren. Du verdichtest die Wärme, wenn du den Ballon zusammenpresst und nun ist er viel wärmer als vorher. Auch wenn er die gleiche Menge Wärme enthält. Aber diese gleiche Menge Wärme ist jetzt in einem kleinen Ballon, also ist er wärmer.

Was passiert, wenn man einen Luftballon ganz schnell zusammenpressen würde?



Abbildung 11-7: Ein Luftballon ist so warm wie die Luft in einem Zimmer. In ihm ist Wärme enthalten. Wenn man den Ballon ganz schnell zusammenpresst, wird er kleiner. Aber er enthält immer noch die gleiche Menge Wärme. Nun ist aber die Wärme in einem kleinen Ballon. Also wird der Ballon wärmer. Genauso funktioniert eine Wärmepumpe. Sie presst ein Gas ganz schnell zusammen.

Quelle: Scharp und Hartmann 2007e.

Quizfragen

(4) Was macht eine Wärmepumpe?

- sie pumpt Wärme vom Keller in das Dach
- sie verdichtet Wasser und erzeugt heißes Wasser
- sie verdichtet Gas und liefert uns heißes Gas

Antwort: Eine Wärmepumpe verdichtet ein Gas und liefert uns heißes Gas. Aber sie pumpt auch lauwarmes Wasser aus der Erde. Das warme Wasser wird von einer einfachen Wasserpumpe vom Keller in ein Bad unter dem Dach gepumpt.

(3) Wozu braucht man Wärmepumpen?

- um die Erdwärme zum Heizen zu nutzen
- um die Sonnenwärme zum Heizen zu nutzen
- um die Windenergie zum Heizen zu nutzen

Antwort: Man braucht Wärmepumpen, um die Erdwärme zum Heizen zu nutzen.

11-8 Wie erzeugt man heißes Wasser mit einer Wärmepumpe? (3)

Wenn wir Wärme mit einer Wärmepumpe aus der Erde holen, haben wir nur mäßig warmes Wasser. Die Wärmepumpe macht nun noch etwas: Sie verdichtet die Wärme mit einer Pumpe und übergibt die Wärme an die Heizungsanlage. Hierzu braucht die Wärmepumpe ein Gas. Ein Gas wie in Feuerzeugen zum Beispiel. In dem Feuerzeug ist das Gas flüssig. Wenn du es öffnest, dann verdampft das Gas, weil es Wärme aus der Luft und von der Hand aufnimmt. Das lauwarme Wasser aus der Erde fließt zu einem Verdampfer und macht dort flüssiges Gas gasförmig. Warum ist das Gas nun wie ein Gas und nicht mehr wie eine Flüssigkeit? Es hat Wärme aufgenommen und wurde gasförmig. Das warme Gas strömt nun weiter zu einem Verdichter, der das Gas zusammenpresst. Aber mehr noch: Der Verdichter verdichtet auch die Wärme des Gases und nun ist das Gas wärmer als das Wasser aus der Erde. Es ist so warm, dass wir heißes Wasser für die Heizung damit herstellen können. Das heiße Gas fließt zu einem Verflüssiger. Dort gibt es seine Wärme an kaltes Wasser ab. Das kalte Wasser wird warm und das heiße Gas wird kalt. Wenn das Gas kalt wird, wird es auch wieder flüssig. Nun fließt das kalte flüssige Gas wieder zurück zum Verdampfer. Dort holt es sich neue Wärme und wird wieder zum gasförmigen Gas. So fließt alles im Kreis. Wir holen die Wärme aus der Erde, um damit unsere Häuser zu heizen und um warmes Wasser zu haben. Und die ganze Anlage, die aus dem lauwarmen Wasser der Erde heißes Wasser erzeugt, heißt Wärmepumpe.

Das Bild zeigt den Kreislauf der Wärme in einer Wärmepumpe. Wo fließt das warme Wasser aus dem Boden hin? Wo fließt die Wärme zur Heizung?

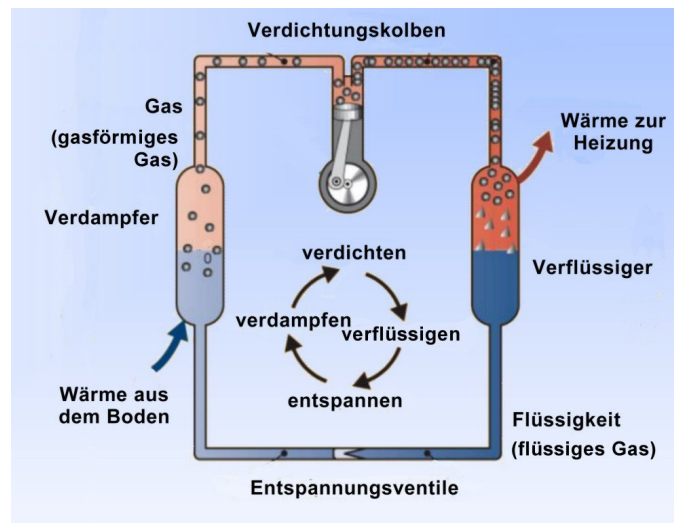


Abbildung 11-8: Die Wärme aus dem Boden fließt zum Verdampfer der Wärmepumpe. Dort erzeugt sie ein Gas. In dem Verdichter wird das Gas zusammengeschoben. Das verdichtete Gas wird in dem Verflüssiger flüssig. Hier gibt es seine Wärme ab an die Heizung. Dann fließt das flüssige Gas wieder zum Verdampfer. Dort wird es wieder zu Gas und nimmt neue Wärme auf.

Quelle: Bundesverband Wärmepumpe e.V.; Bearbeitung Scharp und Hartmann 2007e.

Quizfragen

(4) Was ist ein Verdichter bei einer Wärmepumpe?

- ein Gerät, das ein Gas verdichtet und kaltes Gas macht
- ein Gerät, das ein Gas verdichtet und Wärme vernichtet
- ein Gerät, das ein Gas verdichtet und heißes Gas macht

Antwort: Ein Verdichter bei einer Wärmepumpe verdichtet Gas und erzeugt so ein heißes Gas.

(4) Was braucht man, um mit Erdwärme zu heizen?

- Bohrungen in den warmen Keller des Nachbarn und eine Wärmepumpe
- Bohrungen in der Erde neben dem Haus und eine Wärmepumpe
- Bohrungen in die Erde neben dem Haus und einen Wärmevernichter

Antwort: Um mit Erdwärme zu heizen, braucht man Bohrungen in die Erde neben dem Haus, und eine Wärmepumpe.

11-9 Wie holt man die Erdwärme tief aus der Erde heraus? (3)

Mit einer Wärmepumpe kann man ein Haus heizen. Aber was macht man, wenn man Wärme für eine sehr große Schule oder ein Dorf braucht? Hierzu muss man ein Erdwärmekraftwerk bauen und noch tiefer graben. In 1.500 Meter bis 3.000 Meter Tiefe ist viel Wärme und oft auch sehr heißes Wasser. Um viele oder große Gebäude zu heizen, muss diese Wärme an die Oberfläche gepumpt werden. Hierzu werden zwei Rohre, die manchmal dicht nebeneinander und manchmal etwas weiter auseinander stehen, in die Erde gebohrt. Aus dem einen Rohr holt man das heiße Wasser und in das andere Rohr leitet man das kalte Wasser ein. Du denkst dir, das geht nicht? Probiere es aus und nimm eine volle Milchtüte. Bohre oben zwei kleine Löcher hinein und stecke zwei Strohhalme hinein. Und nun puste in den einen Strohhalm. Dann schießt die Milch aus dem anderen Strohhalm. Genauso kann man die Wärme aus der Erde holen. Man presst kaltes Wasser in das eine Rohr und aus dem anderen Rohr kommt das heiße Wasser aus der Erde. Und weil wir heißes Wasser aus der Tiefe nutzen, nennen wir es „hydrothermal“. „Hydro“ ist ein Wort der alten Griechen und heißt Wasser. Und „thermal“? „Thermal“ bedeutet Wärme. Und mit dem heißen Wasser können wir viele Häuser heizen oder auch Strom erzeugen.

Verfolge den Lauf des Wassers. Wo kommt das warme Wasser her und wo fließt es hin?

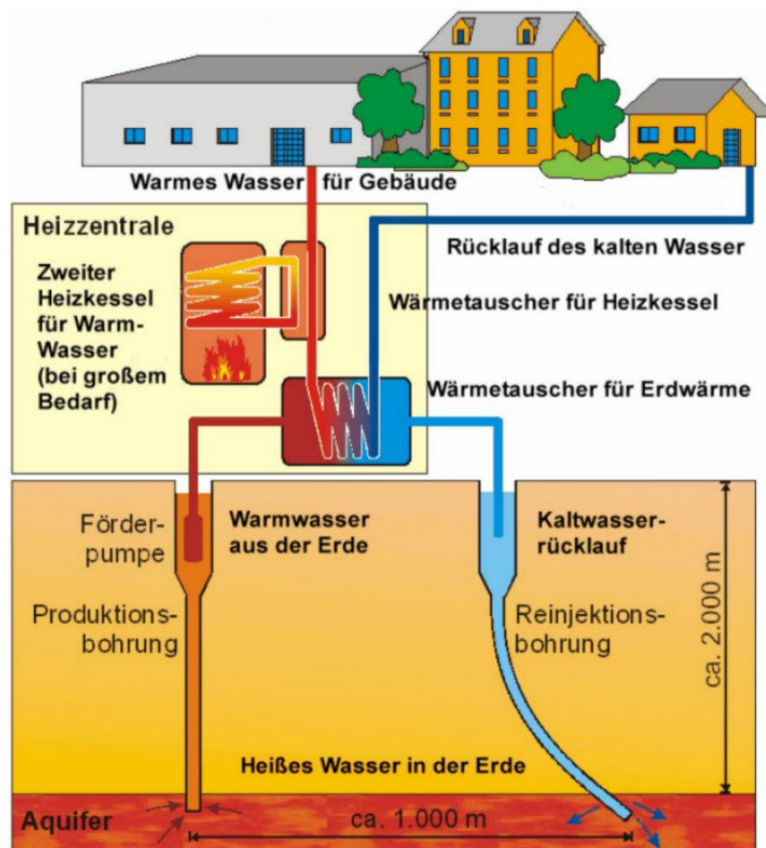


Abbildung 11-9: Das Bild zeigt ein hydrothermales Erdwärmekraftwerk. Das heiße Wasser fließt tief in der Erde. Die Schicht in der Erde, die dieses Tiefenwasser enthält, wird Aquifer genannt. Mit der Produktionsbohrung wird das heiße Wasser herausgepumpt. Es fließt durch einen Wärmetauscher und erwärmt das Wasser, das für die Heizung der Gebäude gebraucht wird. Im Wärmetauscher kühlt es sich ab und wird wieder in die Erde zurückgepumpt. Dies macht man, damit der Wasserfluss nicht gestört wird. In der Erde erwärmt es sich und wird wieder herausgepumpt.

Quizfragen

(2) Wie kann man die Erdwärme an die Oberfläche holen?

- indem man heißes Wasser nach oben holt
- indem man das heiße Gestein nach oben holt
- indem man die Wärme mit Hammerschlägen aufscheucht

Antwort: Man kann die Erdwärme an die Oberfläche holen, indem man heißes Wasser aus der Erde herauspumpt.

(2) Wie tief muss man bohren, um mit der Erdwärme viele Häuser gleichzeitig zu heizen?

- nur zweihundert Meter
- zwischen zwei- und dreitausend Meter
- mehr als zwanzigtausend Meilen unter dem Meer

Antwort: Man muss ungefähr zweitausend bis dreitausend Meter tief bohren. Nur dort findet sich in Deutschland viel heißes Wasser. Aber manchmal muss man auch nicht so tief bohren.

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

Mit der Erdwärme können wir heißes Wasser herstellen. Wir brauchen aber auch Strom. Können wir aus Wärme Strom erzeugen? Ja, das geht, denn Wärme ist eine Energieform und Strom ist auch eine Energieform. Wie müssen nur die eine Energieform in eine andere umwandeln. Als erstes pumpen wir heißes Wasser aus der Erde. Das heiße Wasser leiten wir in einen Wärmetauscher. Dort erwärmt das heiße Wasser aus der Erde kaltes Wasser und macht es zu Dampf. Das muss man immer so machen, da das Wasser aus der Erde sehr salzig ist. Und salziges Wasser lässt alle Maschinen rosten. Der Dampf strömt in eine Turbine. Wenn der Dampf durch die Turbine strömt, dreht er die Turbine. Und die Turbine dreht mit einer Achse einen Generator. Wenn der Generator sich dreht, entsteht ein Strom. So erzeugt ein Erdwärmekraftwerk aus der Wärme der Erde Strom. Jetzt brauchen wir nur noch Leitungen, um den Strom zu unseren Häusern zu bringen.

Wie nennt man diese Maschine? Welche Teile kannst du sehen?

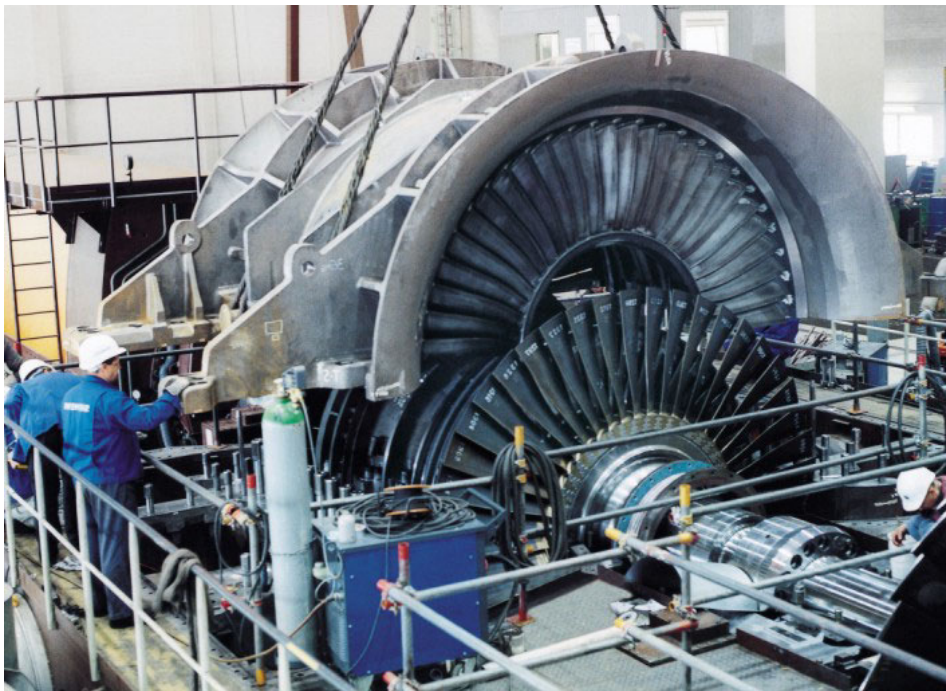


Abbildung 11-10: Das Bild zeigt eine Turbine, die gerade zusammgebaut wird. Deutlich sind die Flügel und die Achse zu sehen. Die Turbine ist eine Dampfturbine. Heißer Dampf strömt durch die Turbine und lässt die Turbinenräder drehen. Die Turbine treibt den Generator an, der den Strom erzeugt.

Quelle: Siemens (www.siemens.de).

Quizfragen

(3) Welche Energie kann man aus Erdwärme gewinnen?

- Bioenergie (Holz)
- elektrische Energie (Strom)
- Kernenergie (Uran)

Antwort: Aus Erdwärme wird häufig elektrischer Strom hergestellt. Und elektrischer Strom ist Energie.

(4) Was braucht man, wenn man aus Erdwärme Strom erzeugen will?

- kalten Dampf für die Turbine und einen Generator
- heißes Wasser und Dampf, einen Rotor und einen Generator
- heißes Wasser und Dampf, eine Turbine und einen Generator

Antwort: Um aus Erdwärme Strom herzustellen, braucht man heißes Wasser und Dampf, eine Turbine und einen Generator. Mit kaltem Dampf kann man keine Turbine antreiben. Ein Rotor ist ein Teil einer Windenergieanlage.

(3) Wozu benutzt man Erdwärme?

- zum Autofahren und zum Busfahren
- zur Beleuchtung von Wäldern und Wiesen
- zum Heizen und um Strom herzustellen

Antwort: Erdwärme nutzt man zum Heizen und um Strom herzustellen.

(4) Wie kann die Wärme aus dem Erdinneren geholt werden?

- durch Wasser, das sich im Erdinneren erhitzt und das man nach oben pumpt
- durch lange Stromkabel
- durch Ausgraben des heißen Gesteins

Antwort: Man kann Wärme aus dem Erdinneren holen, indem man Wasser, das sich im Erdinneren erhitzt, nach oben pumpt. Wenn in der Tiefe der Erde kein Wasser ist, wird kaltes Wasser hinunter gepumpt. Dort erwärmt es sich und wird als heißes Wasser wieder an die Oberfläche gepumpt.

(4) Was ist eine Turbine?

- ein Gerät, das einen Generator dreht um Strom zu erzeugen
- ein Gerät, das Autos antreibt
- ein Gerät, das einen Generator antreibt um Wärme zu erzeugen

Antwort: Eine Turbine ist ein Gerät, das einen Teil eines Generators dreht. Der Generator erzeugt den Strom.

(1) Was kann man aus Erdwärme erzeugen?

- warmes Wasser und Licht.
- warmes Wasser und Strom.
- Biodiesel und Strom

Antwort: Aus Erdwärme kann man zunächst nur warmes Wasser und Strom erzeugen. Man kann den Strom dann nutzen, um Licht zu machen.

11-10 Wie nutzt man das heiße Gestein in der Erde? (3)

Wenn genug heißes Wasser in der Erde ist, kann man mit einem Erdwärmekraftwerk eine sehr große Schule mit Wärme versorgen. Aber was macht man, wenn es kein heißes Wasser tief in der Erde gibt? Wenn es dort unten nur heiße Steine gibt? Dann wird kaltes Wasser in die Erde gepresst, das sich an den heißen Steinen im Erdinneren erwärmt. Die Technik funktioniert so: Es werden zwei Löcher in die Erde gebohrt, in die jeweils ein Rohr hineinkommt. Das Gestein zwischen den Bohrungen wird durch den Wasserdruck gesprengt und es bilden sich viele kleine Risse, die von der einen Bohrung zu der anderen Bohrung reichen. Dann presst man noch mehr kaltes Wasser in die eine Bohrung hinein. Es fließt an den heißen Steinen vorbei. Das Wasser erhitzt sich und kann als heißes Wasser aus dem anderen Bohrloch herauslaufen. Das Wasser wurde also von dem heißen Gestein erwärmt. Und weil man heißes Gestein nutzt, nennen wir es „Hot-Dry-Rock“. Das ist englisch. Es bedeutet heißer, trockener Stein.

Verfolge den Weg des Wassers – Von der Oberfläche bis zur Stromerzeugung.

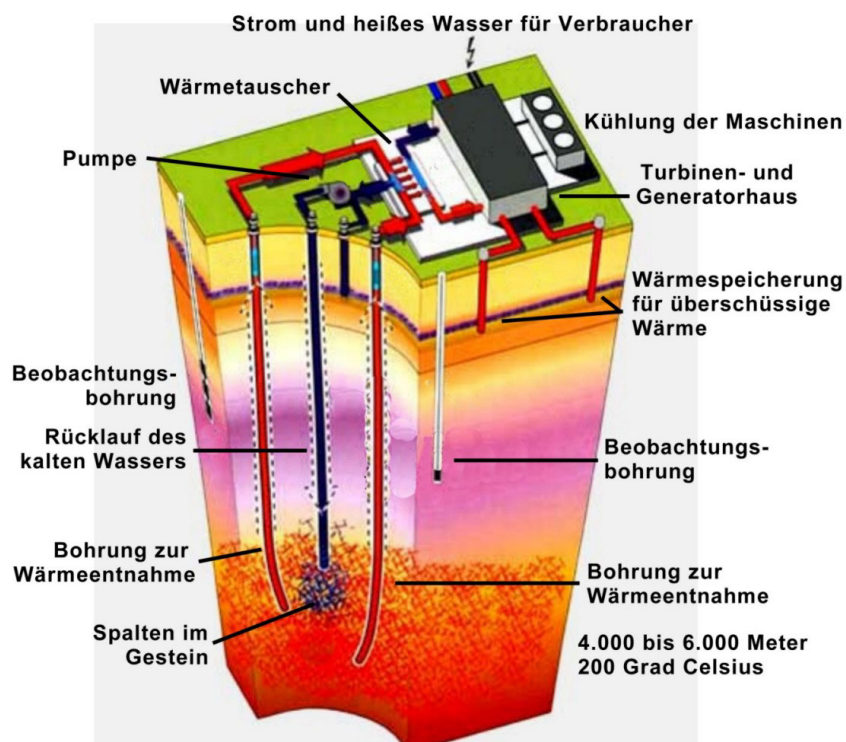


Abbildung 11-11: Kaltes Wasser wird durch eine Bohrung in die Erde gepumpt. Es erwärmt sich im heißen Gestein und fließt durch die Bohrungen wieder an die Oberfläche. In einem Wärmetauscher wird mit der Erdwärme Wasserdampf hergestellt. Das kalte Wasser fließt wieder in die Erde zurück. Der Dampf strömt in ein Turbinenhaus, in dem mit einem Generator Strom erzeugt wird. Mit einem Teil der Wärme werden Häuser beheizt.

Quelle: Geothermische Vereinigung / Helmut Tenzer; Bearbeitung Scharp und Hartmann 2007e.

Quizfragen

(3) Was bedeutet „Hot-Dry-Rock“

- die Nutzung von heißen Steinen zur Lufttrocknung
- eine Möglichkeit zur Nutzung der Erdwärme
- ein Rock'n Roll Tanz

Antwort: „Hot-Dry-Rock“ ist englisch. Es bedeutet heißer, trockener Stein. Man leitet kaltes Wasser auf heiße, trockene Steine in der Tiefe der Erde. Dann pumpt man die Erdwärme als heißes Wasser wieder nach oben.

(3) Wie nutzt man das heiße Gestein im Innern der Erde zur Energiegewinnung?

- indem man kaltes Wasser in die Erde presst und das herauslaufende heiße Wasser auffängt
- indem man sie aus der Erde ausgräbt
- indem man Erdöl auf den heißen Steinen verdampfen lässt

Antwort: Man nutzt das heiße Gestein im Innern der Erde zur Energiegewinnung, indem man kaltes Wasser in die Erde presst und das herauslaufende heiße Wasser auffängt.

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

Erdwärme ist in der Erde in einer so großen Menge enthalten, dass wir sie nie aufbrauchen können. Erdwärme ist deshalb eine erneuerbare Energie. Und es ist eine umweltfreundliche Energie. Denn wenn wir die Wärme aus der Erde pumpen, brauchen wir viel weniger Energie, als wir erhalten. Wir brauchen zwar Strom für die Pumpen, aber wir gewinnen mehr Strom, als wir verbrauchen. Und deshalb belasten wir auch die Umwelt nicht so stark mit Abgasen. Aber noch ist es nicht ganz so einfach, die Erdwärme zu nutzen. Nur für kleine Häuser können wir zurzeit die Erdwärme in Deutschland ganz einfach zum Heizen nutzen. Denn für kleine Häuser brauchen wir nur höchstens hundert Meter tief bohren, um die Erdwärme anzuzapfen. Wenn wir Strom aus der Erdwärme gewinnen wollen, müssen wir bis zu dreitausend Meter tief bohren. Nur dort ist das Wasser heiß genug, um Strom mit Turbinen und Generatoren herzustellen. Aber eine Bohrung bis in diese Tiefe kostet sehr viel Geld. Auch hat man bisher nur sehr wenige derart tiefe Bohrungen gemacht und man hat deshalb wenig Erfahrung mit dieser Technik. Die Nutzung der Erdwärme befindet sich noch ganz am Anfang, aber sie wird in Zukunft ganz wichtig sein.

Was könnte das für ein Kraftwerk sein?



Abbildung 11-12: Das Bild zeigt ein geothermisches Kraftwerk in Island. Ein geothermisches Kraftwerk ist ein Erdwärmekraftwerk. Das Kraftwerk nutzt heißes Wasser aus der Erde, um Strom zu erzeugen.

Quelle: www.pixelio.de / Phillip Schindler.

Quizfragen

(4) Warum können wir auch zukünftig Erdwärme nutzen?

- weil die Sonne die Erde immer wieder aufheizt
- weil sie eine schönere Wärme als andere Heizungen abgibt
- weil das Erdinnere viele Millionen Jahre lang heiß bleibt

Antwort: Wir können auch zukünftig die Erdwärme nutzen, weil das Erdinnere viele Millionen Jahre lang heiß bleibt.

(3) Warum ist die Erdwärme eine erneuerbare Energie?

- weil es mehr Erdwärme gibt, als wir aufbrauchen können
- weil es eine neue Energie ist
- weil die Erdwärme immer wieder aus dem Sonnenlicht nachwächst

Antwort: Erdwärme ist eine erneuerbare Energie, weil wir die Erdwärme der Erde niemals aufbrauchen können.

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

Schmidhals, 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)