

# IZT

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

powerado-Materialien für die Primarstufe:

**Band 2**  
**Erneuerbare und nicht-erneuerbare**  
**Energien im Überblick**

Michael Scharp, Rolf Behringer

**Werkstattbericht Nr. 90**



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 978-3-929173-90-1**

© 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. 90)

ISBN 978-3-929173-90-1

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](http://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](http://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

<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>7</b>
<b>0 Einleitung</b> .....	<b>8</b>
0.1 Entwicklung und Struktur der Materialien.....	8
0.2 Material- und Bildverwendung. ....	13
0.3 Pädagogische Hinweise.....	14
0.4 Themenübersicht.....	14
<b>1 Energie</b> .....	<b>19</b>
<b>2 Mit Energie leben</b> .....	<b>20</b>
<b>3 Erneuerbare Energien</b> .....	<b>21</b>
<b>4 Nicht erneuerbare Energien</b> .....	<b>55</b>
<b>5 Windenergie</b> .....	<b>88</b>
<b>6 Wasserkraft</b> .....	<b>89</b>
<b>7 Sonnenenergie</b> .....	<b>90</b>
<b>8 Sonnenwärme</b> .....	<b>91</b>
<b>9 Solarstrom</b> .....	<b>92</b>
<b>10 Bioenergie</b> .....	<b>93</b>
<b>11 Erdwärme</b> .....	<b>94</b>
<b>12 Klimawandel</b> .....	<b>95</b>
<b>13 Energiesparen</b> .....	<b>96</b>
<b>14 Anhang: Weiterführende Informationen für Lehrkräfte</b> .....	<b>97</b>
14.1 Themenbereich: Energie.....	97
14.2 Themenbereich: Mit Energie leben.....	97
14.3 Themenbereich: Erneuerbaren Energien im Überblick.....	97
14.4 Themenbereich Nicht-erneuerbare Energien.....	97
14.5 Themenbereich: Windenergie.....	97
14.6 Themenbereich: Wasserkraft.....	97
14.7 Themenbereich: Sonnenenergie.....	97
14.8 Themenbereich: Solarthermie (Sonnenwärme).....	97
14.9 Themenbereich: Fotovoltaik (Solarstrom).....	97
14.10 Themenbereich: Bioenergie.....	97
14.11 Themenbereich: Geothermie – Erdwärme und Umgebungswärme.....	97
14.12 Themenbereich: Klimawandel.....	97
14.13 Themenbereich: Energiesparen.....	97
<b>15 Quellen, Internetseiten und Literatur</b> .....	<b>98</b>
15.1 Bildquellen und Internetseiten zum Thema Energie und erneuerbare Energien.....	98
15.2 Literaturquellen.....	99

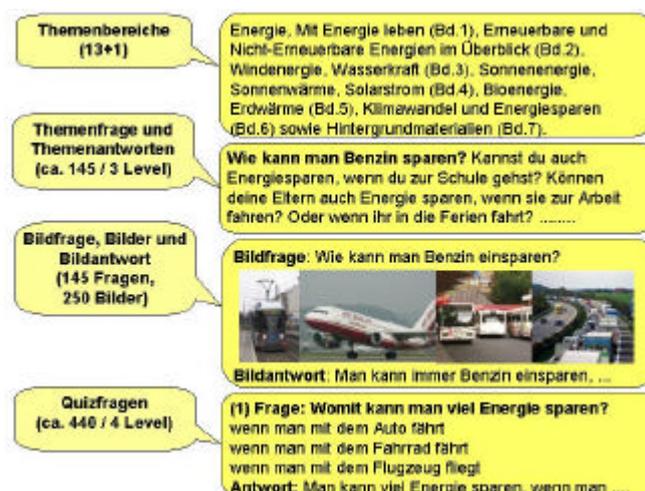
## 0 Einleitung

### 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 dienten 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.<sup>1</sup>

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 Mühlenturm oder dem Mühle nhaus aufgehängt. Und an der Achse hingen 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.

<sup>1</sup> 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 Sammelplätzen 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](http://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"><li>➤ weil wir sie aufbrauchen können</li><li>➤ weil sie schon alt sind</li><li>➤ weil wir sie schon lange kennen</li></ul> <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"><li>➤ weil sie aus der Erde herausgeholt werden</li><li>➤ weil sie nicht mehr in der Natur entstehen</li><li>➤ weil wir sehr viel davon nutzen</li></ul> <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](http://www.pixelio.de) (übernommen von: Scharp und Schmidhals 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](mailto: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)

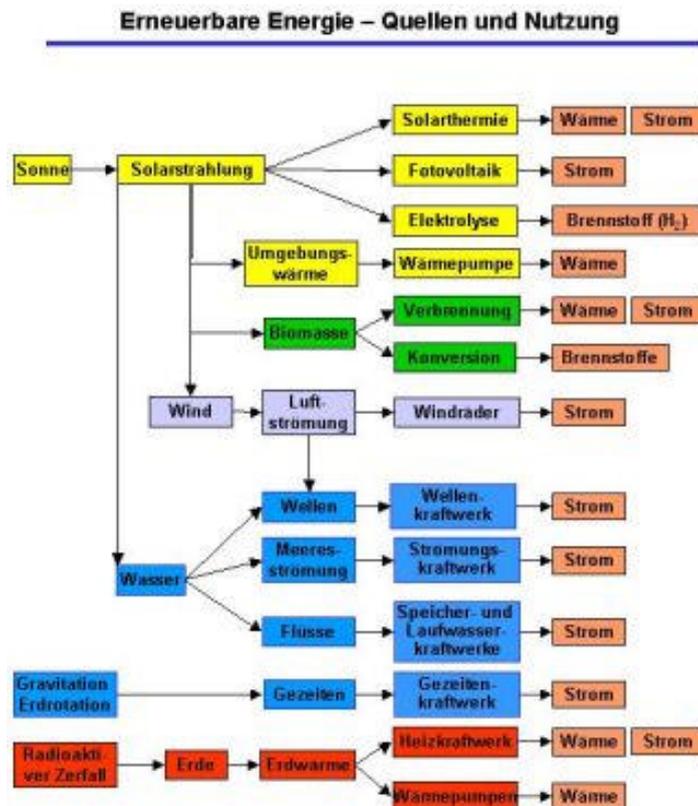
## 2 Mit Energie leben

- 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)

Abbildung: Erneuerbare Energie – Quellen und Formen (Scharp et al. 2007g).



### 3-1 Was sind erneuerbare Energien? (1)

Erneuerbare Energien sind das Sonnenlicht, der Wind, das fließende Wasser, die Wellen und die Gezeiten, die Erdwärme und alle Pflanzen. Erneuerbare Energien heißen erneuerbar, weil sie immer wieder neu entstehen. Erneuerbare Energien heißen erneuerbar, weil wir sie nicht aufbrauchen können. Der Wind entsteht immer wieder von neuem, Tag für Tag. Es gibt soviel Sonnenlicht, dass wir es nicht aufbrauchen können. Pflanzen wachsen immer wieder nach. Die Flüsse werden immer fließen und auch die Gezeiten werden nicht aufhören. Und deshalb heißen die Energien, die wir aus dem Sonnenlicht, dem Wind, dem Wasser, der Erde, den Pflanzen und aus der Erde mit ihrer Erdwärme gewinnen, erneuerbare Energien.

**Was siehst du auf dem Bild? Welche Quellen der erneuerbaren Energien sind dort zu sehen?**



Abbildung 3-1: Das Bild zeigt vier wichtige Quellen für die erneuerbaren Energien: Die Sonne, den Wind (der Wolken vor sich hertreibt), das fließende Wasser in einem Fluss und Biomasse (Bäume und Gras).

Quelle: BMU / H.C.Oed.

## Quizfragen

(3) Was ist eine erneuerbare Energie?

- eine Energie, die neuartig ist
- eine Energie, die immer wieder neu entsteht und die wir nicht aufbrauchen können
- eine Energie, die wir neu erfunden haben

*Antwort: Erneuerbare Energien sind Energien, die immer wieder neu entstehen und die wir deshalb nicht aufbrauchen können.*

(2) Was ist eine erneuerbare Energie?

- Erdöl
- Steinkohle
- Windenergie

*Antwort: Windenergie ist eine erneuerbare Energie. Erdöl und Steinkohle sind nicht-erneuerbare Energien. Sie kommen nur begrenzt in der Erde vor und wir können sie aufbrauchen.*

(2) Was ist eine erneuerbare Energie?

- Wasserkraft
- Erdgas
- Erdöl

*Antwort: Wasserkraft ist eine erneuerbare Energie. Erdöl und Erdgas sind nicht-erneuerbare Energien, denn wir können sie aufbrauchen. Sie kommen nur begrenzt in der Erde vor und wir können sie aufbrauchen.*

(2) Was ist eine erneuerbare Energie?

- Braunkohle
- Erdwärme
- Steinkohle

*Antwort: Erdwärme ist eine erneuerbare Energie. Braunkohle und Steinkohle sind nicht-erneuerbare Energien. Sie kommen nur begrenzt in der Erde vor und wir können sie aufbrauchen.*

(2) Was ist ein erneuerbarer Energieträger?

- Erdöl
- Uran
- Pflanzen

*Antwort: Pflanzen sind erneuerbare Energieträger. Erdöl und Uran sind nicht-erneuerbare Energien. Sie kommen nur begrenzt in der Erde vor und wir können sie aufbrauchen.*

(2) Was ist ein erneuerbarer Energieträger?

- Sonnenlicht
- Uran
- Steinkohle

*Antwort: Sonnenlicht ist ein erneuerbarer Energieträger. Uran und Steinkohle sind nicht-erneuerbare Energien. Sie kommen nur begrenzt in der Erde vor und wir können sie aufbrauchen.*

### 3-2 Woher kommen die erneuerbaren Energien? (2)

Die Sonne ist die wichtigste Quelle für die erneuerbaren Energien. Sie gibt Wärme und Licht, sie erzeugt Wind und Wellen und sie lässt die Pflanzen wachsen. Auch die Erde hat viel Energie, denn sie ist sehr heiß ganz tief in ihrem Inneren. Die Erde ist so heiß, weil sie als glühende Kugel entstand und es unendlich lange dauert, bis sie sich abkühlt. Nur an der Oberfläche hat sie sich soweit abgekühlt, dass wir darauf leben können. Aber auch der Mond erzeugt eine erneuerbare Energie, denn er hebt die Meere an. Wenn er weit draußen über dem Meer steht, zieht er das Wasser unter sich an und es entsteht an den Küsten die Ebbe. Wenn er über dem Land steht nahe der Küsten, zieht er das Wasser an und es entsteht die Flut. Die Erde ist aber eine Kugel, die sich immer dreht. Und wenn die Erde sich wegdreht verliert der Mond an Kraft und das Wasser fließt wieder zurück. Ebbe und Flut sind die Gezeiten. Es gibt also drei verschiedene Quellen für erneuerbare Energien: Die Sonne, die Erde und den Mond.

**Erkläre das Bild. Welche Quellen für erneuerbare Energien siehst du?**

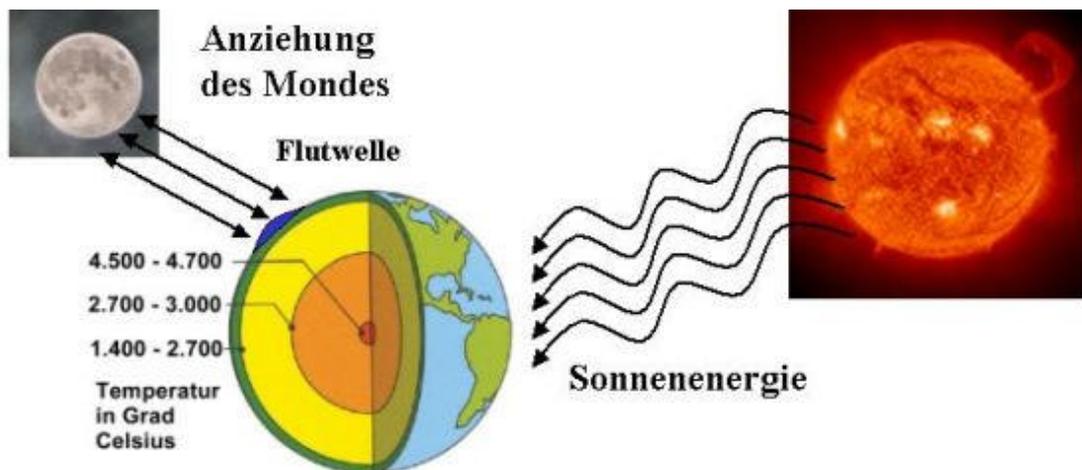


Abbildung 3-2: Das Bild zeigt die drei Quellen für erneuerbare Energien. Von der Sonne erhält die Erde Sonnenenergie. Diese Energie erzeugt Wind und Wellen, sie lässt die Pflanzen wachsen und die Luft warm werden. Im Inneren der Erde ist es sehr heiß. Auch diese Wärme ist eine erneuerbare Energie, da wir sie nicht aufbrauchen können. Die dritte Quelle für erneuerbare Energien ist der Mond. Der Mond hebt die Meere an und erzeugt Ebbe und Flut.

Quelle: Scharp und Behringer 2007b; DGS (Erde); NASA (Sonne); [www.pixelio.de / usteen](http://www.pixelio.de/usteen) (Mond).

## Quizfragen

(2) Was ist eine Quelle für erneuerbare Energien?

- der Mars
- die Sonne
- der Uranus

*Antwort: Die Sonne ist eine Quelle für erneuerbare Energien. Sie schenkt uns Sonnenlicht und Sonnenwärme. Der Mars und der Uranus schenken uns viel zu wenig Licht. Der Uranus ist ein Planet in unserem Sonnensystem.*

(2) Was ist eine Quelle für erneuerbare Energien?

- Venus
- Uranus
- Mond

*Antwort: Der Mond ist eine Quelle für erneuerbare Energien. Er bewirkt die Gezeiten in den Meeren. Die Venus und der Uranus sind zu weit weg, um uns Energie zu schenken.*

(1) Was ist eine Quelle für erneuerbare Energien?

- Wind
- Wüsten
- Wirbelstürme

*Antwort: Der Wind ist eine Quelle für erneuerbare Energien.*

(2) Was ist eine Quelle für erneuerbare Energien?

- Kohle
- Wasser
- Erdöl

*Antwort: Das Wasser ist eine Quelle für erneuerbare Energien.*

(3) Warum ist es im Erdinneren heiß?

- weil im Innern der Erde Kohle verbrennt
- weil der Mond die Erde wie einen Teig durchknetet
- weil die Erde als glühende Kugel geboren wurde und noch nicht abgekühlt ist

*Antwort: Im Erdinneren ist es so heiß, weil sie vor langer Zeit als glühende Kugel geboren wurde und noch nicht abgekühlt ist.*

(4) Warum ist der Mond eine Quelle der erneuerbaren Energien?

- weil er die Gezeiten bewirkt
- weil er nachts so hell leuchtet
- weil wir bei Vollmond putzmunter sind

*Antwort: Der Mond ist eine Quelle der erneuerbaren Energien, weil er die Gezeiten bewirkt.*

### 3-3 Warum ist die Sonne die wichtigste Energiequelle? (2)

Die Sonne wärmt die Erde, die Luft und die Meere. Sie spendet Licht. Wärme und Licht sind Energie. Die Sonne lässt die Pflanzen wachsen und so haben Menschen und Tiere Lebensmittel zum Essen. Zu Lebensmitteln sagt man auch Nahrungsmittel. Die Sonne spendet uns also lebenswichtige Energie. Soviel Energie an jedem Tag, dass wir sie niemals aufbrauchen können! Sie spendet mehr Energie als alle Kraftwerke der Erde erzeugen können. Die Sonne ist auch die Quelle für den Wind. Und der wiederum erzeugt die Wellen auf dem Meer. Sie erzeugt auch die Wolken, aus denen der Regen fällt. Der Regen wird zu Bächen und Flüssen. Wind, Wellen und Flüsse tragen Energie, die wir nutzen können. Die Energie in der Sonne, im Wind, in den Flüssen und in den Wellen wird dennoch nicht weniger. Sie wird, solange die Sonne scheint, auch nicht weniger werden. Wir wissen, dass die Sonne noch sehr, sehr lange scheinen wird. Und deshalb ist die Energie der Sonne eine erneuerbare Energie, denn wir können sie nicht aufbrauchen, wenn wir ihre Energie nutzen.

**Warum ist die Sonne die wichtigste Quelle für erneuerbare Energien? Welche Energie schickt uns die Sonne?**

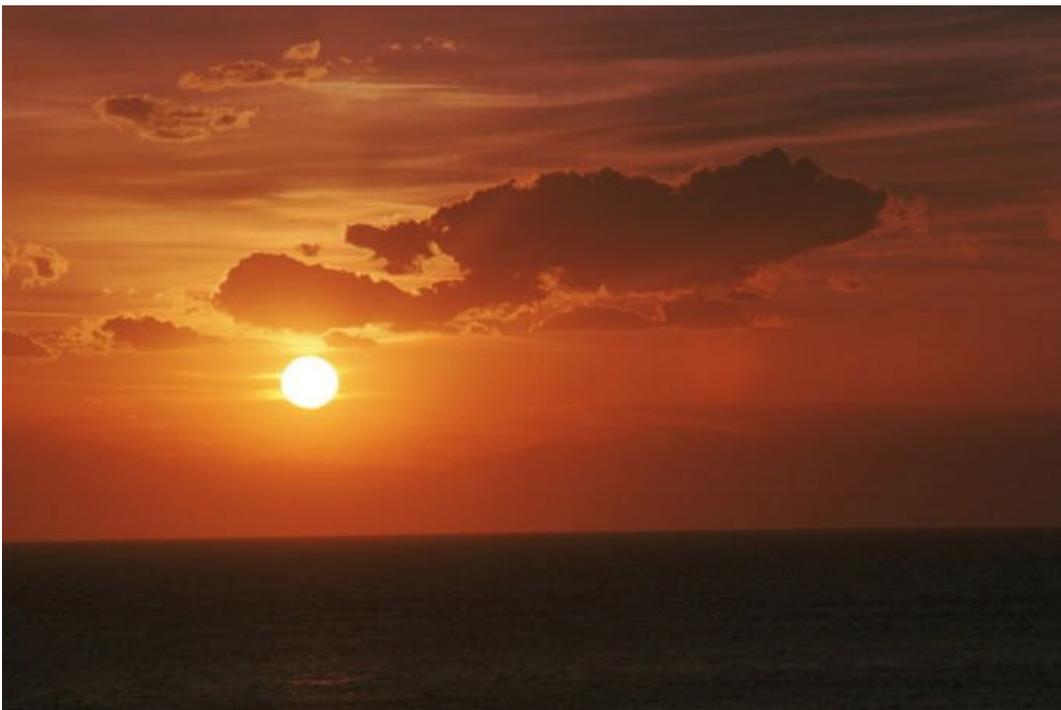


Abbildung 3-3: Die Sonne ist die wichtigste Quelle der erneuerbaren Energien, da sie Licht und Wärme spendet. Licht und Wärme sind Energieformen. Aber sie lässt auch den Wind wehen, sie lässt die Wolken entstehen und die Pflanzen wachsen. Die Wolken bringen den Regen und der lässt die Flüsse fließen. Die Sonne ist also auch die Quelle für die Bioenergie in den Pflanzen, die Windenergie im Wind und die Wasserkraft im Wasser.

Quelle: BMU / H.C.Oed.

## Quizfragen

(2) Warum ist die Sonne die wichtigste Quelle für erneuerbare Energien?

- weil sie in Deutschland besonders stark scheint
- weil ihre Energie nichts kostet
- weil sie die Quelle für viele erneuerbare Energien ist

*Antwort: Die Sonne ist die wichtigste Quelle für erneuerbare Energien, weil sie auch die Quelle für die Biomasse, die Windenergie und die Wasserkraft ist. Und weil sie selbst viel Energie liefert.*

(2) Warum kann die Sonnenenergie auch in der Zukunft genutzt werden?

- weil die Sonne auch in Zukunft weiter scheinen wird
- weil es immer mehr Wüsten gibt
- weil Sonnenenergie immer moderner wird

*Antwort: Sonnenenergie kann auch in Zukunft genutzt werden, weil die Sonne weiter scheinen wird. Die Sonne wird viel, viel länger scheinen als alle Zeit, die du dir vorstellen kannst.*

(3) Was ist die wichtigste Quelle für die erneuerbaren Energien?

- der Mond
- die Sonne
- die Erde

*Antwort: Die wichtigste Quelle für erneuerbare Energien ist die Sonne, denn aus ihrem Licht können wir elektrischen Strom und Wärme gewinnen. Die Sonne ist auch die Quelle für den Wind, aus dem wir in Windenergieanlagen elektrischen Strom erzeugen.*

(3) Was sind erneuerbare Energien?

- Energie, die regelmäßig von der Natur nachgeliefert wird
- Energien, die erst im letzten Jahrhundert entdeckt wurden
- im Science Fiction verwendete Energie für Raumschiffantriebe

*Antwort: Energien, die regelmäßig von der Natur nachgeliefert werden, nennen wir erneuerbare Energien. Hierzu gehören Wind- und Sonnenenergie, Wasserkraft, Biomasse und Erdwärme.*

(1) Welche Energie schenkt uns die Sonne?

- Sonnenwärme
- Sonnenblumen
- Sonnenbanklicht

*Antwort: Die Sonne schenkt uns Sonnenwärme. Und Sonnenwärme ist Energie.*

(3) Welche Energie brauchen Pflanzen um zu wachsen?

- Windenergie
- Sonnenenergie
- Erdwärme

*Antwort: Die Sonnenenergie lässt die Pflanzen wachsen. Die Pflanze braucht Wasser und Erde, gewinnt aber keine Energie hieraus.*

### 3-4 Kann man aus Sonnenlicht Wärme erzeugen? (1)

Wir können die Wärme der Sonne nutzen. Du hast das schon selbst oft erlebt: Wenn bei schönem Wetter das Sonnenlicht in dein Zimmer hinein scheint, wird es darin ganz schnell warm. Du weißt bestimmt, dass die Sonne Wasser erwärmt. So zum Beispiel im Sommer den See, in dem du dann baden kannst. Man kann nun Geräte kaufen, die heißes Wasser liefern, wenn die Sonne auf sie scheint. Sie heißen „solarthermische Anlagen“ oder werden auch „Solarkollektoren“ genannt. Solar bedeutet Sonne. „Thermisch“ kommt von einem griechischen Wort und bedeutet „Wärme“. Und „Kollektor“ bedeutet soviel wie Sammler. Mit einer solarthermischen Anlage fangen wir das Licht der Sonne ein und stellen heißes Wasser her.

#### Was siehst du auf den Bildern? Wie nennt man die Kästen?



Abbildung 3-4: Das linke Bild zeigt viele Solarkollektoren auf dem einem Hochhaus. Mit den Solarkollektoren wird heißes Wasser für mehr als einhundert Familien hergestellt. In den dicken Rohren fließt das heiße Wasser in einen großen Tank und von dort aus in die Bäder der Wohnungen. Das rechte Bild zeigt auch einen Solarkollektor. Mit ihm wird heißes Wasser zum Baden und Duschen für eine Familie hergestellt.

Quelle: DGS; Viessmann ([www.viessmann.de](http://www.viessmann.de)).

## Quizfragen

(1) Wie können wir die Energie der Sonne nutzen?

- indem wir die Fenster aufmachen, wenn es draußen kalt ist
- indem wir das Licht der Sonne in unsere Zimmer scheinen lassen, um sie zu erwärmen
- indem wir das Licht der Sonne in Flaschen einfangen und ins Haus bringen

*Antwort: Wir können die Energie der Sonne nutzen, indem wir das Licht in die Zimmer scheinen lassen. Dann werden die Zimmer warm.*

(1) Was bedeutet „Solarthermie“

- Licht von der Sonne
- Strahlung von der Sonne
- Wärme von der Sonne

*Antwort: Solarthermie bedeutet „Wärme von der Sonne“, denn „thermos“ bedeutet Wärme und „solar“ stammt von „Sonne“.*

(2) Was erzeugt ein Solarkollektor?

- er stellt warmes Wasser aus Sonnenlicht her
- er stellt Strom aus Sonnenlicht her
- er stellt kalte Luft aus Sonnenlicht her

*Antwort: Ein Solarkollektor erzeugt warmes Wasser aus Sonnenlicht.*

### 3-5 Kann man aus Sonnenlicht Strom erzeugen? (1)

Wir können das Licht der Sonne auch nutzen, um elektrischen Strom zu gewinnen. Der Strom ist genauso wie der Strom aus der Steckdose. Man kann ihn aber auch Solarstrom nennen. Hierbei fangen wir das Licht mit „Fotovoltaik-Anlagen“ ein. „Foto“ stammt von einem griechischen Wort und bedeutet „Licht“. „Voltaisch“ stammt von dem Namen eines berühmten italienischen Wissenschaftlers, Herrn Volta. Mit fotovoltai-schen Anlagen fangen wir das Licht ein und stellen elektrischen Strom her. Den Strom können wir nutzen, wie wir es schon immer gewohnt sind.

**Wo ist hier die Fotovoltaik -Anlage zu sehen? Was erzeugt sie?**



Abbildung 3-5: Das Bild zeigt Wohnhäuser aus Holz, die gerade gebaut werden. Auf den Dächern sind Fotovoltaik-Anlagen angebracht. Mit den Anlagen gewinnt man elektrischen Strom mit dem Licht der Sonne.

Quelle: BMU.

**Quizfragen**

(1) Was bedeutet „Fotovoltaik“

- Strom aus Licht gewinnen
- Wärme aus Licht gewinnen
- Licht aus Sonnenlicht gewinnen

*Antwort: Fotovoltaik bedeutet elektrischen Strom aus Licht gewinnen.*

(2) Was erzeugt eine Fotovoltaik-Anlage?

- sie erzeugt warmes Wasser aus Sonnenlicht
- sie erzeugt Strom aus Sonnenlicht
- sie erzeugt kalte Luft aus Sonnenlicht

*Antwort: Eine Fotovoltaik -Anlage erzeugt elektrischen Strom aus Sonnenlicht.*

### 3-6 Was ist Bioenergie und Biomasse? (1)

Pflanzen, Teile von Pflanzen und tierische Abfälle enthalten Energie. Diese Energie nennen wir Bioenergie. „Bio“ stammt von einem griechischen Wort und bedeutet Leben. Bioenergie ist die Energie, die in Pflanzen und tierischen Abfällen enthalten ist. Wir nennen auch Pflanzen und tierische Abfälle auch Biomasse. „Masse“ bedeutet „Menge“, zum Beispiel eine Menge Freunde oder eine Menge Geld. Und aus Pflanzen und tierischen Abfällen können wir Energie gewinnen. Wenn wir aus Pflanzen Bioenergie gewinnen, nutzen wir pflanzliche Biomasse. Wenn wir aus tierischen Abfällen Bioenergie gewinnen, nutzen wir tierische Biomasse.

#### Welche wichtigen Pflanzen siehst du?



Abbildung 3-6: Das linke Bild zeigt Zuckerrüben nach der Ernte, das mittlere Mais und das rechte Weizen. Aus allen Pflanzen kann man Bioenergie gewinnen. Für uns sind die Pflanzen Nahrung, aber man kann auch Treibstoffe für Autos aus ihnen gewinnen.

Quelle: [www.pixelio.de](http://www.pixelio.de): L.M. / qay / cajul.

## Quizfragen

(2) Was ist Bioenergie?

- Energie aus Kohle
- Energie aus tierischen Abfällen, wie zum Beispiel Kuhmist
- Energie aus Plastikabfällen

*Antwort: Bioenergie ist Energie aus tierischen Abfällen. Tierische Abfälle werden auch tierische Biomasse genannt.. Kohle stammt zwar aus abgestorbenen Pflanzen, wird aber nicht als Biomasse bezeichnet.*

(2) Was ist Biomasse

- alles, was aus Stein besteht
- alles, was Masse hat
- alles, was eine Pflanze ist

*Antwort: Biomasse ist alles, was eine Pflanze ist oder von Pflanzen abstammt.*

(1) Was enthält Bioenergie?

- tierische Abfälle wie Kuhmist
- Bauabfälle
- Plastikabfälle

*Antwort: Tierische Abfälle enthalten Bioenergie. Tierische Abfälle sind tierische Biomasse.*

(1) Was ist Biomasse?

- Steine
- Pflanzen
- Plastikabfall

*Antwort: Pflanzen sind Biomasse. Sie enthalten Bioenergie.*

(1) Was ist Biomasse?

- Heizöl
- Handys
- Holz

*Antwort: Holz ist Biomasse. Es enthält Bioenergie. Heizöl wird zwar aus Erdöl hergestellt, und Erdöl stammt aus abgestorbenen Pflanzen. Aber Erdöl wird nicht als Biomasse bezeichnet.*

(1) Was ist Bioenergie?

- Energie aus Pflanzen
- Energie aus Steine
- Energie aus Plastikabfall

*Antwort: Bioenergie ist Energie die wir aus Pflanzen gewinnen. Pflanzen sind Biomasse. Sie enthalten Bioenergie.*

(2) Was ist Biomasse?

- tierische Abfälle wie Kuhmist
- Bauabfälle
- Plastikabfälle

*Antwort: Tierische Abfälle sind Biomasse. Sie enthalten Bioenergie.*

### 3-7 Wofür brauchen wir pflanzliche Biomasse? (2)

Ohne Licht können wir nicht leben. Stell dir vor, es wäre immer nur Nacht. Auch Pflanzen brauchen Licht um zu wachsen. Eine Pflanze in einem dunklen Keller kann nicht wachsen und stirbt. Die Pflanzen nehmen die Energie des Sonnenlichts auf und wachsen. Und dabei speichern sie Energie. Diese Energie nennen wir Bioenergie. Getrocknete Pflanzen, zum Beispiel Holz oder Stroh, können wir verbrennen und somit Wärme erzeugen. Wir können aber auch Sonnenblumenkerne oder Rapspflanzen auspressen in einer Mühle. Dann erhalten wir Pflanzenöl. Diese Pflanzen heißen deshalb auch Ölpflanzen. Aus Sonnenblumenöl oder Rapsöl können wir Treibstoffe für Autos herstellen. Pflanzen sind deshalb auch erneuerbare Energieträger. Sie liefern uns Energie, die wir nutzen können.

**Was ist das für ein Biomasse? Was kann man damit erzeugen?**



Abbildung 3-7: Das Bild zeigt Stämme, die im Wald geschlagen wurden. Man kann aus dem Holz Möbel oder Häuser bauen. Aber man kann das Holz auch verbrennen, um Energie in Form von Wärme zu gewinnen.

Quelle: BMU.

## Quizfragen

(1) Was ist pflanzliche Biomasse?

- Windenergie und Wasserkraft
- Holz, Stroh und Sonnenblumen
- Feuer, Wasser und Erde

*Antwort: Pflanzliche Biomasse sind Holz, Stroh und Sonnenblumen. Aber auch alle anderen Pflanzen oder Pflanzenteile sind pflanzliche Biomasse.*

(1) Warum ist das Sonnenlicht so wichtig?

- weil es ohne Sonnenlicht keinen Vollmond gibt
- weil ohne Sonnenlicht kein Sonnenbaden möglich ist
- weil ohne Sonnenlicht Pflanzen nicht wachsen können

*Antwort: Sonnenlicht ist so wichtig, weil Pflanzen Sonnenlicht zum Wachsen brauchen. Ohne Sonnenlicht gibt es keine Pflanzen, ohne Pflanzen keine Tiere und keine Menschen.*

(2) Was ist eine erneuerbare Energie?

- Erdgas
- Bioenergie
- Steinkohle

*Antwort: Bioenergie ist eine erneuerbare Energie. Bioenergie wird aus Biomasse wie Holz oder Stroh gewonnen. Erdgas stammt zwar auch aus abgestorbenen Pflanzen, aber Erdgas wird nicht als erneuerbare Energie bezeichnet, da es sich nur ganz langsam bildet.*

(2) Was ist ein erneuerbarer Energieträger?

- Holz
- Erdöl
- Braunkohle

*Antwort: Holz ist ein erneuerbarer Energieträger. Holz enthält Bioenergie. Holz ist Biomasse. Erdöl stammt zwar auch aus abgestorbenen Pflanzen, aber Erdöl wird nicht als Biomasse bezeichnet, da es sich nur ganz langsam bildet.*

### 3-8 Was ist tierische Biomasse? (2)

Auch Tiere brauchen Sonnenlicht zum Leben. Allein schon, weil sie Pflanzen fressen und Pflanzen Licht brauchen, um zu wachsen. Und die Raubtiere fressen Tiere, die vorher Pflanzen gefressen haben. Alle Tiere hinterlassen auch Mist. Der Mist von Kühen sind Kuhfladen und der von Schweinen ist Gülle. Auch das ist tierische Biomasse. Wir können aus Kuhfladen und Gülle auch Energie gewinnen. Und das ist allemal besser, als sie auf den Feldern stinken zu lassen. In Indien, wo es viele Kühe gibt, macht man Feuer mit getrockneten Kuhfladen. Weißt du wie schwer ein Kuhfladen ist? Er wiegt zwei Kilogramm. Und davon lässt die Kuh bis zu zehn am Tag fallen. Das ergibt 20 Kilogramm Kuhfladen. Und in einem Kuhfladen steckt viel Energie. Genauso viel Energie, wie eine helle Lampe oder wie zehn Energiesparlampen in einer Stunde brauchen. Man muss nur wissen, wie man die Energie des Kuhfladens in elektrischen Strom umwandeln kann.

**Welche Biomasse gibt uns dieses Tier?**



Abbildung 3-8: Das Bild zeigt eine Kuh. Kühe geben uns Milch und Milch enthält Bioenergie. Die Kuh hinterlässt aber auch Kuhmist. Auch Kuhmist enthält Bioenergie, denn er ist tierische Biomasse.

Quelle: [www.pixelio.de](http://www.pixelio.de) / H.Lang.

**Quizfragen**

(1) Was ist tierische Biomasse?

- Kuhfladen, Hühnermist und Gülle
- Holz, Sonnenblumen und Stroh
- Erde, Luft und Steine

*Antwort: Tierische Biomasse sind Kuhfladen, Hühnermist und Gülle. Holz, Sonnenblumen und Stroh sind pflanzliche Biomasse.*

(3) Wie viel Energie steckt in einem Kuhfladen?

- genug, um zehn Stunden fernzusehen
- genug, um mit einer Energiesparlampe zehn Stunden Licht zu machen
- genug, um eine Stunde Auto zu fahren

*Antwort: In einem Kuhfladen steckt Energie für zehn Stunden Licht mit einer Energiesparlampe. In einem Kuhfladen stecken 100 Wattstunden.*

### 3-9 Was ist Biogas? (2)

Man kann Gülle und Kuhfladen in eine große Tonne packen und mit einem Deckel verschließen, damit keine Luft ran kommt. Dann bildet sich in der Tonne ein Gas, das man verbrennen kann. Weil das Gas aus der Biomasse gebildet wurde, heißt es Biogas. Man kann Biogas genauso nutzen wie man Erdgas nutzen kann. Man kann mit Biogas kochen, man kann mit Biogas heizen und man kann mit Biogas elektrischen Strom erzeugen. Man muss es nur vorher noch säubern und trocknen, damit es gut brennt und nicht stinkt.

#### Was könnte das sein?



Abbildung 3-9: Das obere Bild zeigt eine Biogasanlage. Du kannst die beiden großen grünen Tanks sehen. In den Tanks entsteht das Biogas aus Gülle und Kuhfladen. Unten ist der Motor zu sehen, der das Biogas verbrennt. Der Motor treibt einen Generator an, der den elektrischen Strom erzeugt. Auch die Wärme des Motors kann man zum Heizen nutzen.

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

## Quizfragen

(1) Woraus stellt man Biogas her?

- aus Erde
- aus Sonnenlicht
- aus Biomasse

*Antwort: Biogas wird aus Biomasse hergestellt. Hierzu kann man besonders gut Abfälle von Tieren nehmen wie Gülle oder Kuhmist.*

(2) Wozu kann man Biogas nutzen?

- mit Biogas kann man die Heizung in Wohnungen erwärmen
- mit Biogas kann man nichts machen, denn es stinkt
- mit Biogas kann man Biogemüse herstellen

*Antwort: Mit Biogas kann man die Wohnung heizen oder warmes Wasser erzeugen. Aus Biogas kann man kein Biogemüse herstellen. Mit Biogas kann man Biogemüse kochen, aber nicht herstellen.*

### 3-10 Ist der Wind eine Energiequelle? (1)

Fast das ganze Jahr weht der Wind über das Land. Nur selten ist es wirklich windstill. Der Wind treibt Blätter vor sich her, er lässt Segelboot segeln und man kann bei Wind Drachen steigen lassen. Der Wind hat Kraft und deshalb auch Energie. Wind ist eine Energiequelle. Wir müssen nur wissen, wie man die Windenergie nutzen kann. Früher hat man die Energie des Windes für Segelschiffe und für Mühlen genutzt. Heute nutzen wir die Windenergie in Windenergieanlagen. Windenergieanlagen stellen elektrischen Strom her. Und den elektrischen Strom brauchen wir für unser Leben. Der Wind ist also eine Energiequelle.

**Welche Energiequelle nutzt das Segelschiff? Welche Energiequelle nutzen die Windenergieanlagen? Wofür nutzen das Schiff und die Windenergieanlagen die Energiequelle?**



Abbildung 3-10: Das Segelschiff und die Windenergieanlagen nutzen den Wind als Energiequelle. Das Segelschiff nutzt die Energie des Windes, um Bewegungsenergie zu erhalten. Die Windenergieanlagen wandeln die Energie des Windes auch in Bewegungsenergie um. Aber diese Bewegungsenergie wird in einem Generator genutzt, um elektrischen Strom zu erzeugen. Und Strom ist elektrische Energie.

Quelle: [www.aboutpixel.de/](http://www.aboutpixel.de/) / ikke; [www.pixelio.de/](http://www.pixelio.de/) / Marco Bernebeck.

## Quizfragen

(2) Wie entsteht Wind?

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

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

(1) Welcher Satz ist richtig?

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

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

### 3-11 Ist Wasser eine Energiequelle? (1)

Wasser hat sehr viel Kraft. Du siehst es in einem Bach in den Bergen, der schäumt und sprudelt. Ein schnell fließender Bach kann auch Bäume und Steine mit sich reißen. Wasser hat also sehr viel Kraft. Diese Kraft des Wassers können wir in Wasserkraftwerken nutzen, um elektrischen Strom zu gewinnen. Wir können aber auch das Wasser von Bächen und Flüssen auffangen. Das macht man in Tälern hoch in den Bergen. Man baut dort eine hohe Mauer und speichert das Wasser hinter dieser Mauer, die man Staumauer nennt. So entsteht ein großer See, der Stausee. Aus diesem Stausee lässt man das Wasser durch Wasserkraftwerke ins Tal abfließen und gewinnt so elektrischen Strom.

**Was siehst du auf dem Bild? Was wird dort erzeugt?**



Abbildung 3-11: Das Bild zeigt die Hohewarttalsperre. Du kannst die Staumauer und den Stausee dahinter sehen. Ein Wasserkraftwerk erzeugt elektrischen Strom aus der Wasserkraft. Es nutzt die Energie im gespeicherten Wasser. Die Maschinen dafür sind in dem kleinen Haus am Fuß der Staumauer untergebracht.

Quelle: [www.pixelio.de](http://www.pixelio.de) / Marco Bernebeck.

## Quizfragen

(1) Was kann man aus der Wasserkraft gewinnen?

- Energie
- Mineralwasser
- Wasserstraßen

*Antwort: Aus Wasserkraft gewinnt man Energie. Diese Energie nutzen wir, indem wir sie in elektrischen Strom umwandeln.*

(2) Wie kann man die Energie des Wassers speichern?

- indem man es versickern lässt
- indem man Abwasserkanäle baut
- indem man Talsperren baut

*Antwort: Die Energie des Wassers kann man in Talsperren speichern. Man staut das Wasser auf und lässt es durch ein Wasserkraftwerk fließen.*

(1) Was kann man aus der Wasserkraft gewinnen?

- Mineralwasser
- Strom
- Wasserstraßen

*Antwort: Aus Wasserkraft gewinnt man elektrischen Strom. Strom ist auch Energie.*

(2) Was ist ein erneuerbarer Energieträger?

- Erdgas
- Erdöl
- Wasserkraft

*Antwort: Wasserkraft ist ein erneuerbarer Energieträger. Energieträger sind mit Energie beladen und wir können ihre Energie nutzen. Die Wasserkraft ist in Flüssen und Meeren vorhanden und wir können sie nicht aufbrauchen. Erdgas und Erdöl sind nicht-erneuerbare Energieträger.*

### 3-12 Ist das Meer eine Energiequelle? (3)

Auch das Meer hat viel Kraft. Bei Sturm kann man sehen, mit welcher Kraft das Meer an den Strand schlägt. Große Schiffe werden hoch gehoben und manchmal auch auf den Strand geworfen. Diese Kraft der Wellen kann man nutzen. Hierzu baut man Kraftwerke in das Meer hinein, nahe zum Strand. Diese Kraftwerke heißen Wellenkraftwerke. Sie gewinnen elektrischen Strom aus der Kraft, die in den Wasserwellen steckt. Es gibt aber noch andere Kraftwerke, die aus dem Meer Energie gewinnen. In jedem Meer gibt es starke Strömungen, die wie ein Fluss durch die Meere ziehen. In diese Strömungen kann man Turbinen bauen. Die Turbinen sehen wie Windenergieanlagen aus, nur dass sie unter Wasser die Rotoren haben. Wenn das Wasser an den Rotoren, die man auch Propeller nennen kann, vorbei strömt, dann drehen sie die Rotoren. Die Rotoren sind mit einem Generator verbunden, der den elektrischen Strom erzeugt.

**Was könnten das für Kraftwerke sein?**



Abbildung 3-12: Die Bilder zeigen Meeresströmungskraftwerke. Das linke Bild ist eine Versuchsanlage. Deutlich ist der Rotor oder Propeller zu sehen. Das Kraftwerk kann abgesenkt werden, wie es auf dem rechten Bild zu sehen ist. Die Meeresströmung dreht den Propeller und über eine Achse wird ein Generator gedreht. Der Generator erzeugt den elektrischen Strom, der mit Leitungen auf das Land geleitet wird.

Quelle: ISES und Marine Current Turbines MCT.

**Quizfragen**

(1) Was sind Wellenkraftwerke?

- Kraftwerke, die auf einem welligen Boden stehen
- Kraftwerke, die Wellensittiche züchten
- Kraftwerke, die die Kraft der Wasserwellen nutzen

*Antwort: Wellenkraftwerke gewinnen Energie aus der Kraft der Wellen im Meer.*

(1) Woraus gewinnt ein Wellenkraftwerk seine Energie?

- aus der Kraft der Wellen
- aus der Kraft des Windes
- aus dem Wasser von Bächen

*Antwort: Ein Wellenkraftwerk gewinnt aus der Kraft der Wellen Energie.*

### 3-13 Ist der Boden eine Energiequelle? (3)

Die Sonne wärmt auch den Boden. Man fühlt es im Sommer, wenn man sich auf den Boden setzen kann, ohne einen kalten Po zu bekommen. Im Winter ist der Boden kalt. Manchmal ist er gefroren, aber nur an der Oberfläche. Wenn du im Winter ein Loch im Garten gräbst, merkst du, dass der Boden in fünfzig Zentimeter Tiefe nicht mehr gefroren ist. Der Boden speichert also die Wärmeenergie der Sonne und wird auch aus dem Erdinneren erwärmt. Und diese Wärme kann man nutzen, um Häuser auch im Winter zu heizen.

**Was siehst du auf dem Bild? Woher kommt der weiße Nebel?**



Abbildung 3-13: Das Bild zeigt einen Acker. Weil der Boden warm ist, verdunstet die Feuchtigkeit auf dem Acker und es bildet sich Dampf.

Quelle: iserundschmidt.

**Quizfragen**

(1) Was ist eine Energiequelle?

- der Elektroherd
- der Erdboden
- das Auto

*Antwort: Der Erdboden ist eine Energiequelle. Er enthält sehr viel Wärme. Und Wärme ist Energie. Ein Auto und ein Elektroherd wandeln Energie um. Sie sind also keine Energiequellen.*

(1) Warum ist der Boden warm?

- weil wir auf ihm herum treten
- weil die Luft auf ihn drückt
- weil die Sonne ihn bescheint

*Antwort: Der Boden ist warm, weil die Sonne auf ihn scheint.*

### 3-14 Ist die Erde eine Energiequelle? (1)

Wenn du ein ganz tiefes Loch in der Erde gräbst, wird es immer wärmer. Diese Erdwärme stammt nicht von der Sonne, sondern aus dem Innern der Erde selbst. Sie stammt aus der Zeit, als die Erde noch eine flüssige und glühende Kugel war. Das ist unvorstellbar lange her – noch vor der Zeit der Dinosaurier. An manchen Stellen auf der Erde kommt heißes Wasser aus der Erde und bildet heiße Quellen. Es gibt viele Schwimmbäder, die das heiße Wasser in ihre Becken füllen. Diese Schwimmbäder nennt man Thermalbäder. Und je tiefer man gräbt, desto heißer wird es. Ganz tief im Innern ist die Erde so heiß, dass das Gestein flüssig ist. Das flüssige und heiße Gestein nennt man Lava. Lava ist so heiß, dass sie Eisen schmelzen kann. Aber so tief, wie die Lava in der Erde verborgen ist, brauchen wir nicht bohren, um die Erdwärme zu nutzen. Wir müssen etwa dreitausend Meter tief bohren. Dort ist genug Energie, um eine große Schule oder viele Wohnungen mit Wärme zu versorgen.

**Was ist das für ein Schwimmbad? Warum kann man dort im Winter noch Baden?**



Abbildung 3-14: Das Bild zeigt ein Becken des Thermalbades Brotterode in Thüringen. Die Schwimmbecken werden mit heißem Wasser aus der Erde geheizt. Und da die Erde das ganze Jahr über heißes Wasser spendet, kann man auch im Winter dort baden.

Quelle: [www.pixelio.de](http://www.pixelio.de) / Simmen.

## Quizfragen

(2) Woran kannst du erkennen, dass die Erde tief im Innern sehr heiß ist?

- weil es heiße Quellen gibt
- weil der Schnee in den Bergen schmilzt
- weil im Sommer am Meer der Strand so heiß ist

*Antwort: Du kannst an heißen Quellen erkennen, dass die Erde tief im Innern so heiß ist. Der Schnee schmilzt in den Bergen, weil er von der Sonne erwärmt wird. Im Sommer ist der Strand so heiß, weil die Sonne auf ihn scheint.*

(1) Welcher Satz ist richtig?

- die Erde hat Energie, denn sie dreht Windräder
- die Erde hat Energie, denn sie lässt Pflanzen wachsen
- die Erde hat Energie, denn sie hat warme Quellen

*Antwort: Die Erde hat Energie, denn sie hat warme Quellen ist richtig. Aber die Energie der Erde dreht keine Windräder und lässt auch keine Pflanzen wachsen.*

(1) Was ist eine Energiequelle ?

- der Elektroherd
- die Erde
- das Auto

*Antwort: Die Erde ist eine Energiequelle. Sie enthält sehr viel Wärme. Und Wärme ist Energie. Ein Auto und ein Elektroherd wandeln Energie um. Sie sind also keine Energiequellen.*

(3) Wie tief muss man graben, um die Energie der Erde für eine große Schule oder viele Wohnungen gut nutzen zu können?

- 300 Meter
- 3.000 Meter
- 30.000 Meter

*Antwort: Wir müssen im allgemeinen 3.000 Meter tief bohren um genug Wärmeenergie für eine Schule oder eine Wohnsiedlung zu bekommen. Im Süden von Deutschland kann es auch weniger sein als 3.000 Meter.*

### 3-15 Ist der Mond eine Energiequelle? (3)

Auch der Mond ist eine Quelle von erneuerbaren Energien. Er verursacht Ebbe und Flut. Hast du schon mal im Wasser der Nordsee ganz nahe am Strand gestanden, wenn Ebbe oder Flut einsetzen? Dann kannst du spüren, wie das Wasser an dir zerrt. Hier kannst du die Energie von Ebbe und Flut spüren. Ebbe und Flut nennt man auch die Gezeiten. Wenn der Mond über dem Meer steht, zieht er das Wasser unter sich an und es entsteht an den Küsten die Ebbe. Wenn er über dem Land steht nahe der Küsten, zieht er das Wasser an und es entsteht die Flut. Die Erde ist aber eine Kugel, die sich immer dreht. Und wenn die Erde sich wegdreht verliert der Mond an Kraft und das Wasser fließt wieder zurück. Die Energie von Ebbe und Flut kann man in Gezeitenkraftwerken in elektrischen Strom umwandeln. Hierzu baut man große Dämme in enge Buchten. Bei Flut läuft das Wasser in die Bucht und dort sperrt man es ein. Bei Ebbe fließt das Wasser vor der Mauer ins Meer zurück. Dann lässt man auch das Wasser hinter der Mauer wieder ins Meer zurück laufen und gewinnt elektrischen Strom in den Maschinen des Gezeitenkraftwerks. So gewinnt man in einem Gezeitenkraftwerk Energie aus Ebbe und Flut.

#### Warum ist der Mond eine Energiequelle?



Abbildung 3-15: Der Mond verursacht Ebbe und Flut auf den Meeren. Aus den Gezeiten kann man Energie gewinnen.

Quelle: [www.pixelio.de](http://www.pixelio.de) / Hans Georg Staudt.

## Quizfragen

(1) Warum ist der Mond eine Quelle für erneuerbare Energien?

- weil er Ebbe und Flut verursacht
- weil er die Erde nachts mit Licht bescheint
- weil er die Luft nachts erwärmt

*Antwort: Der Mond ist eine Quelle für erneuerbare Energien, denn er verursacht Ebbe und Flut. Der Mond zieht das Wasser der Meere an. Das strömende Wasser zwischen Ebbe und Flut kann zur Herstellung von Energie genutzt werden wie alles Wasser, das fließt.*

(3) Was ist ein Gezeitenkraftwerk?

- ein Kraftwerk, das zwischen 8 und 18 Uhr Energie liefert
- ein Kraftwerk, das Energie aus dem Wasser gewinnt
- ein Kraftwerk, das im Frühjahr aus dem Meer Energie gewinnt

*Antwort: Ein Gezeitenkraftwerk nutzt die Energie des Meeres, wenn dieses als Flut zum Land hin strömt. Hieraus kann man Energie gewinnen. Das Flut-Wasser kann aber auch in Buchten eingesperrt werden. Und wenn es wieder hinaus fließt, kann man Energie gewinnen.*

### 3-16 Wie viel erneuerbare Energie wurde in 2007 erzeugt? (3)

Es wird immer mehr Energie aus erneuerbaren Energien gewonnen. Noch ist es zwar nicht so viel, aber fast sechs Prozent der Primärenergie. Die Primärenergie ist in den Energieträgern enthalten, die am Anfang der Energiekette stehen: Erdöl, Erdgas, Kohle und die erneuerbaren Energieträger. Wenn du nicht weißt, was Prozent sind, dann mache folgendes: Stell dir 100 Gummibärchen vor. Jedes Gummibärchen steht für einen Teil der Energie, die wir brauchen. Alle 100 Gummibärchen sind die gesamte Energie. Fünf Prozent sind dann fünf von den 100 Gummibärchen. Und 0,8 Prozent? Das ist natürlich fast ein ganzes Gummibärchen. Fast sechs Prozent sind nicht viel, aber es werden immer mehr. Der Rest – die 94 und ein ganz kleines Gummibärchen – sind dann die Energie, die aus nicht-erneuerbaren Energien stammt.

**Welcher Teil der Energie, die wir brauchen, kommt von den erneuerbaren Energien?  
Woher kommt der Rest?**

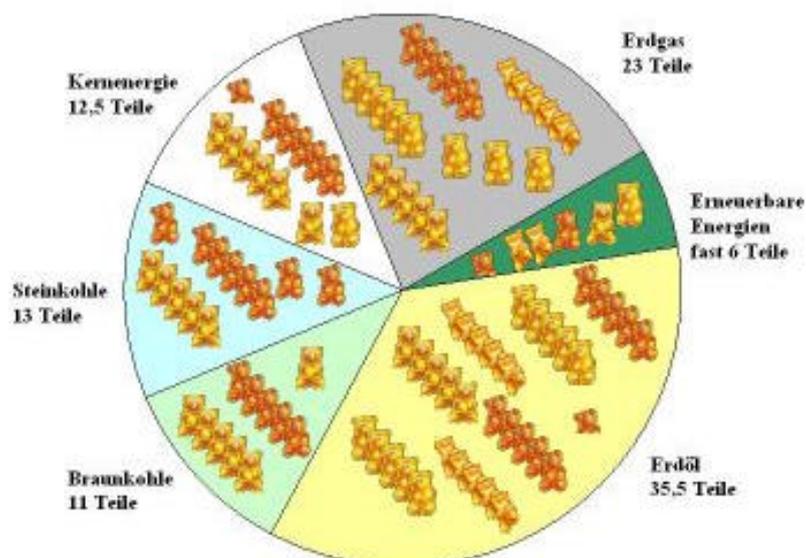


Abbildung 3-16: Das Bild zeigt die Anteile der verschiedenen Energieträger an unserem Energieverbrauch für das Jahr 2006. Von 100 Teilen Energie kommen fast sechs Teile aus erneuerbaren Energien. Ganz genau sind es 5,8 Teile. Die anderen 94 Teile stammen von nicht-erneuerbaren Energieträgern. Der größte Teil der Energie wird aus Erdöl hergestellt. Dies sind 35 Teile. Er wird vor allem für Benzin gebraucht.

Quelle: Scharp und Behringer 2007b nach den Daten des BMU 2007 ([www.erneuerbare-energien.de](http://www.erneuerbare-energien.de)).  
Angaben für das Jahr 2006 für Primärenergie.

### Quizfragen

(4) Wie viel Energie wurde in Deutschland im Jahr 2006 aus erneuerbaren Energien gewonnen?

- weniger als ein Prozent
- ungefähr sechs Prozent
- ungefähr neunzig Prozent

*Antwort: Im Jahr 2006 wurden ungefähr sechs Prozent Energie aus erneuerbaren Energiequellen (Sonne, Wind, Wasser, Biomasse, Erdwärme) gewonnen.*

(4) Wie viel Energie wurde in Deutschland im Jahr 2006 aus nicht-erneuerbaren Energien gewonnen?

- weniger als ein Prozent
- ungefähr sechs Prozent
- ungefähr sechsundneunzig Prozent

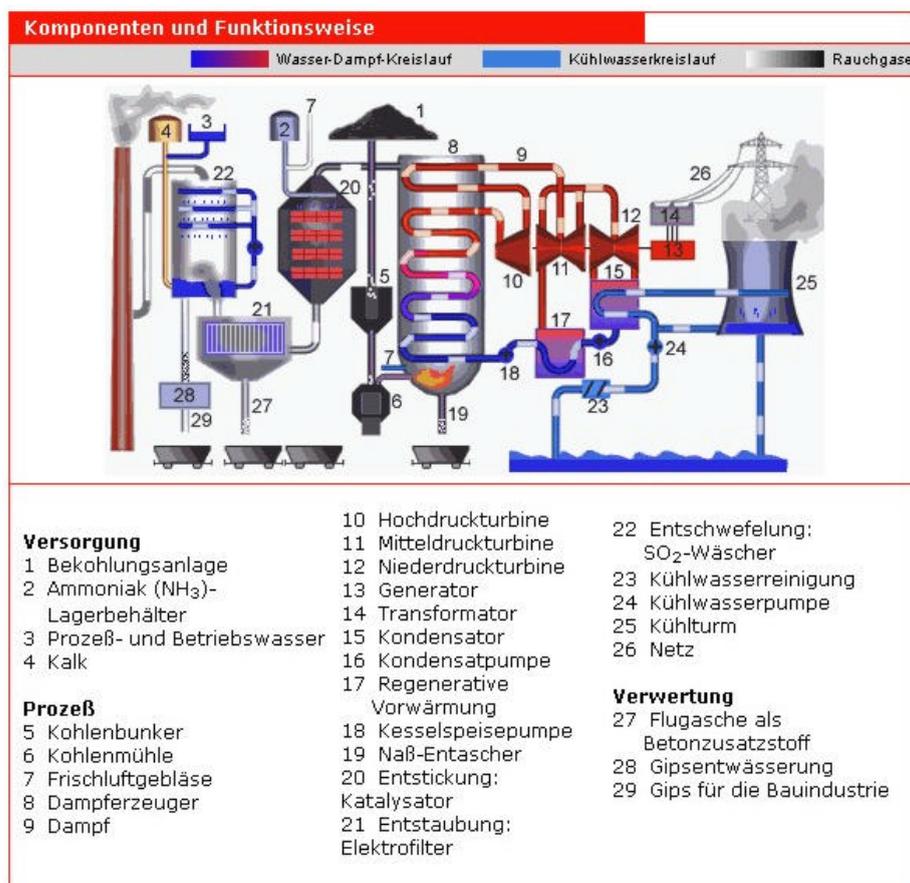
*Antwort: Im Jahr 2006 wurden ungefähr vierundneunzig Prozent Energie aus nicht-erneuerbaren Energien (Gas, Öl, Kohle, Atomkraft) gewonnen.*



## 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)

Abbildung: Funktionszeichnung eines Kohlekraftwerkes (Quelle: E.ON).



#### 4-1 Was sind nicht-erneuerbare Energien? (1)

Vor langer, langer Zeit entstanden die nicht-erneuerbaren Energieträger. Diese sind Erdöl und Erdgas, Steinkohle und Braunkohle. Sie heißen nicht-erneuerbare Energieträger, weil wir sie aufbrauchen können. Erdöl und Erdgas, Steinkohle und Braunkohle entstehen zwar auch heute noch - aber unendlich langsam. So langsam, dass wir es nicht merken. Und deshalb heißen sie eben auch nicht-erneuerbare Energieträger. Auch das Uran, der Brennstoff der Atomkraftwerke, ist ein nicht-erneuerbarer Energieträger. Aber Uran ist kein fossiler Energieträger, sondern ein Metall wie Eisen ein Metall ist. Uran ist aber viel schwerer und wir können es nutzen, um Energie zu gewinnen. Das Problem mit den nicht-erneuerbaren Energieträgern ist, dass wir sie sehr schnell verbrauchen. Schon heute gibt es Berechnungen, wie lange die nicht-erneuerbaren Energien reichen werden. Und das ist nicht mehr so lang: dreißig bis fünfzig Jahre. Du wirst es noch erleben, dass Erdöl, Erdgas und Uran aufgebraucht werden.

**Welcher Energieträger wird hier genutzt? Ist es ein erneuerbarer oder ein nicht-erneuerbarer Energieträger?**

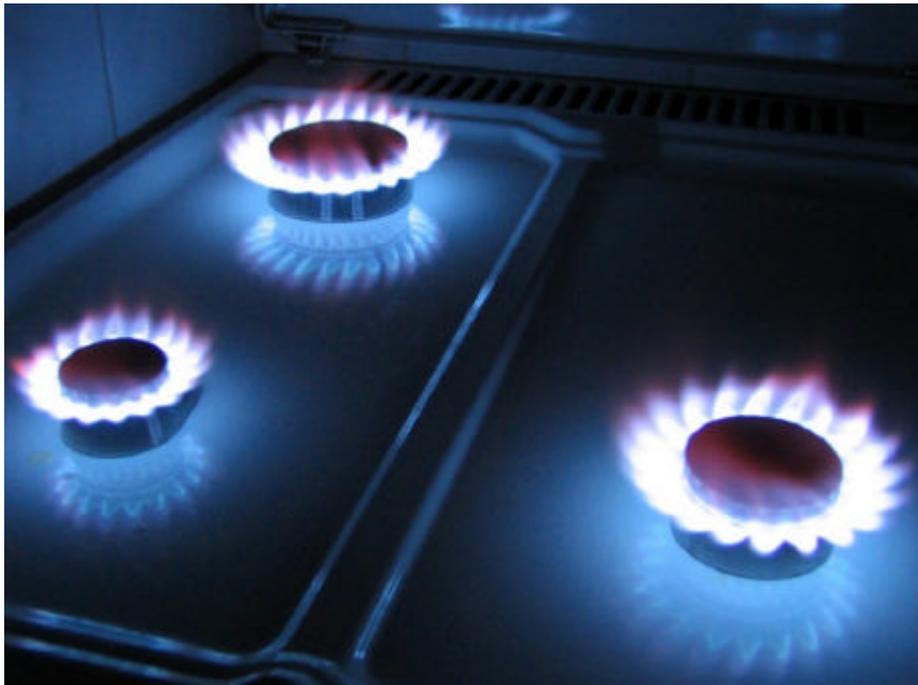


Abbildung 4-1: Das Bild zeigt einen Gasherd mit Gasflammen. Gasherde verbrennen heute noch Erdgas. Erdgas ist ein nicht-erneuerbarer Energieträger.

Quelle: [www.aboutpixel.de](http://www.aboutpixel.de) / Berliner1017.

### Quizfragen

(3) Warum heißen die nicht-erneuerbaren Energien „nicht-erneuerbar“?

- weil wir sie aufbrauchen können
- weil sie schon alt sind
- weil wir sie schon lange kennen

*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.*

(2) Warum werden fossile Brennstoffe auch nicht-erneuerbare Energieträger genannt?

- weil sie aus der Erde heraus geholt werden
- weil sie nicht mehr in der Natur entstehen
- weil wir sehr viel davon verbrauchen

*Antwort: Fossile Brennstoffe werden auch nicht-erneuerbare Energieträger genannt, weil sie nicht mehr in der Natur entstehen.*

(3) Welcher Energieträger wird in den nächsten Jahrzehnten aufgebraucht?

- Wasserkraft
- Windenergie
- Erdöl

*Antwort: Erdöl wird in den nächsten Jahrzehnten aufgebraucht werden. Erdöl wird aus begrenzten Lagerstätten gepumpt, die sich nicht wieder neu auffüllen. Man nennt es deshalb einen nicht-erneuerbaren Energieträger.*

#### 4-2 Was sind fossile Energieträger? (1)

Fossile Energieträger sind Erdöl und Erdgas, Steinkohle und Braunkohle. Man nennt sie fossile Energieträger oder fossile Brennstoffe, weil sie vor sehr, sehr langer Zeit entstanden sind. Es sind Brennstoffe, weil wir sie verbrennen können. Die fossilen Energieträger stecken zumeist tief in der Erde und sind von vielen Schichten aus Stein und Sand überlagert. Alle fossilen Brennstoffe sind vor allem aus abgestorbenen Pflanzen entstanden. Das Wort „fossil“ kommt von dem lateinischen Wort „fossilis“ und heißt „ausgegraben“. Du kennst das Wort zum Beispiel von den Dinosauriern, denn auch diese nennt man Fossilien, weil sie ausgegraben wurden.

**Was siehst du auf dem Bild? Welcher Energieträger ist dort zu sehen?**



Abbildung 4-2: Das Bild zeigt Steinkohle, die unter Tage im Bergbau abgebaut wird. Die Maschine ist ein Kohlehobel. Er bricht die Kohle aus dem Flöz. Der Flöz ist die Schicht mit der Steinkohle. Steinkohle ist ein nicht-erneuerbarer Energieträger.

Quelle: DSK Deutsche Steinkohle AG .

## Quizfragen

(2) Was sind fossile Energieträger?

- Steine und Lehm
- Kohle und Erdgas
- Sonne und Mond

*Antwort: Kohle und Erdgas sind fossile Energieträger. Fossil ist ein Fremdwort und bedeutet „ausgegraben“. Energieträger sind mit Energie beladen. Wir können ihre Energie nutzen.*

(2) Was sind fossile Brennstoffe?

- Energieträger, die aus abgestorbenen Pflanzen entstanden sind
- brennbarer Dinosauriermist
- Kohleöfen aus dem letzten Jahrhundert

*Antwort: Fossile Brennstoffe sind Energieträger, die aus abgestorbenen Pflanzen aus früheren Wäldern entstanden sind.*

(2) Was ist ein fossiler Brennstoff?

- Erde
- Erdwärme
- Erdgas

*Antwort: Erdgas ist ein fossiler Brennstoff. „Fossil“ ist ein Fremdwort und bedeutet „ausgegraben“. Ein Brennstoff kann verbrannt werden um Energie zu erzeugen.*

(2) Was ist ein fossiler Brennstoff?

- Erdgas
- Wasser
- Wind

*Antwort: Erdgas ist ein fossiler Brennstoff. „Fossil“ ist ein Fremdwort und bedeutet „ausgegraben“. Ein Brennstoff kann verbrannt werden, um Energie zu erzeugen.*

(1) Was ist ein fossiler Brennstoff?

- Braunbären
- Brombeeren
- Braunkohle

*Antwort: Braunkohle ist ein fossiler Brennstoff. „Fossil“ ist ein Fremdwort und bedeutet „ausgegraben“. Ein Brennstoff kann verbrannt werden, um Energie zu erzeugen.*

(3) Was ist älter?

- Steinkohle
- Neandertaler
- Faustkeile aus der Steinzeit

*Antwort: Steinkohle ist am ältesten. Steinkohle entstand schon vor 350 Millionen Jahren. Die ersten Dinosaurier lebten vor 250 Millionen Jahren. Steinkohle entstand, als die ersten Pflanzen wuchsen.*

### 4-3 Wie entstanden Erdöl und Erdgas? (2)

Vor langer, langer Zeit gab es große Meere. Und in den Meeren lebten viele Pflanzen und Tiere. Als sie starben, sanken sie auf den Grund der Meere. Und es bildete sich eine dicke Schicht mit toten Pflanzen und Tieren. Pflanzen und tote Tiere werden auch Biomasse genannt. Und über diese Schicht aus Biomasse lagerten sich Sand und Erde ab. Schicht um Schicht bildete sich aus Biomasse und aus Sand. Dies geschah über Millionen von Jahren. Und je mehr Schichten sich bildeten, desto mehr wurde die Biomasse zusammengedrückt und desto heißer wurde die Schicht. Und unter Druck und Wärme bildeten sich ganz langsam Erdöl und Erdgas. Und weil die Erde in ihrem Inneren unruhig ist, quetschte sie das Erdöl und das Erdgas aus dem Stein heraus. Es sammelte sich an Stellen, die viel Flüssigkeit oder Gas aufnehmen können. Wie ein Schwamm saugte das Gestein Erdöl und Erdgas auf. Und das sind die Stellen, wo wir heute noch Erdöl und Erdgas aus der Erde herausholen.

**Wie entstanden Erdöl und Erdgas? Warum muss man sie tief aus der Erde holen?**

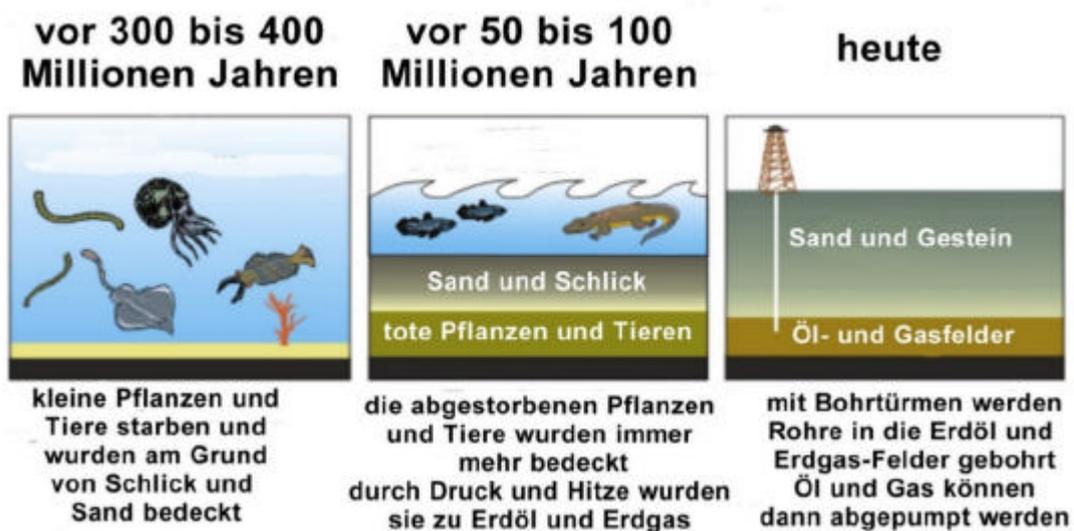


Abbildung 4-3: Das Bild zeigt die Entstehung von Erdöl und Erdgas. Kleine Lebewesen und Pflanzen sanken auf den Grund der Meere. Es bildete sich eine dicke Schicht aus Biomasse. Sie wurden über eine lange Zeit immer wieder von Sand und Schlick bedeckt. Je mehr sich davon über der Biomasse ablagerte, desto fester wurde der Sand. Und unter Druck und Wärme bildeten sich ganz langsam Erdöl und Erdgas. Deshalb sind Erdöl und Erdgas tief in der Erde unter vielen Schichten aus Sand und Gestein.

Quelle: Environmental Protection Agency ([www.epa.gov](http://www.epa.gov)); Bearbeitung Scharp und Behringer 2007b.

## Quizfragen

(2) Woraus entstanden Erdöl und Erdgas?

- aus Steinen
- aus dem Sonnenlicht
- aus abgestorbenen Pflanzen und Tieren

*Antwort: Erdöl und Erdgas entstanden vor allem aus abgestorbenen Pflanzen und Tieren.*

(4) Wo entstand das Erdöl?

- tief unter den Meeren
- in Bergtälern
- im Meer

*Antwort: Erdöl entstand tief unter den Meeren.*

(2) Was ist ein fossiler Brennstoff?

- Erde
- Erdwärme
- Erdöl

*Antwort: Erdöl ist ein fossiler Brennstoff. „Fossil“ ist ein Fremdwort und bedeutet „ausgegraben“. Ein Brennstoff kann verbrannt werden, um Energie zu erzeugen.*

#### 4-4 Wie entstanden Braunkohle und Steinkohle? (2)

Vor langer, langer Zeit gab es auch große Kontinente. Und auf dem Land wuchsen Pflanzen. An Stellen, wo viel flaches Wasser war, bildeten sich Sümpfe. Als die Pflanzen, Bäume und Tiere starben, sanken sie auf den Grund der Sümpfe. Und es bildete sich eine dicke Schicht mit toten Pflanzen und Tieren. Pflanzen und tote Tiere werden auch Biomasse genannt. Und über diese Schicht aus Biomasse lagerten sich Sand und Erde ab. Schicht um Schicht bildete sich aus Biomasse und aus Sand. Dies geschah über eine Zeit von Millionen von Jahren. Und je mehr Schichten sich bildeten, desto mehr wurde die Biomasse zusammengepresst und desto heißer wurde die Schicht. Und unter Druck und Wärme bildete sich ganz langsam Braunkohle. Aber die Erde war auch unruhig. Ganze Kontinente gingen unter und wurden von Meeren bedeckt. Und wieder lagerten sich Sand und Erde ab, und die Biomasse wurde immer mehr zusammengedrückt, bis sich schließlich Steinkohle bildete. Über Millionen von Jahren hob sich aber der Meeresboden auch wieder und wurde wieder zu Land. Aber die Kohle ist tief in der Erde gelagert und wir müssen Bergwerke bauen, um sie wieder ans Tageslicht zu holen.

**Wie entstand Steinkohle? Warum muss man sie tief aus der Erde holen?**



Abbildung 4-4: Das Bild zeigt die Entstehung von Steinkohle. Tote Pflanzen bedeckten den Boden der Sümpfe. Es bildete sich eine dicke Schicht aus Biomasse. Diese Schicht wurde immer mehr von Sand und Lehm bedeckt. Und unter Druck und Wärme bildete sich ganz langsam Steinkohle. Deshalb ist sie tief in der Erde und unter vielen Schichten aus Erde und Gestein verborgen.

Quelle: Environmental Protection Agency ([www.epa.gov](http://www.epa.gov)); Bearbeitung Scharp und Behringer 2007b.

## Quizfragen

(2) Woraus entstanden Steinkohle und Braunkohle?

- aus toten Dinosauriern
- aus abgestorbenen Pflanzen
- aus dem Müll im Mittelalter

*Antwort: Steinkohle und Braunkohle entstanden vor allem aus abgestorbenen Pflanzen.*

(4) Wann entstanden die fossilen Energieträger?

- bevor und als die Dinosaurier lebten
- als die Erde sich im Weltall bildete
- aus dem Abfall der alten Ägypter und Römer

*Antwort: Die fossilen Energieträger Erdgas, Erdöl und Kohle entstanden, bevor und als die Dinosaurier lebten.*

(2) Was ist ein fossiler Brennstoff?

- Steine
- Steinkohle
- Steinwolle

*Antwort: Steinkohle ist ein fossiler Brennstoff. „Fossil“ ist ein Fremdwort und bedeutet „ausgegraben“. Ein Brennstoff kann verbrannt werden, um Energie zu erzeugen.*

#### 4-5 Wie nutzen wir fossile Energieträger? (1)

Wir brauchen Energie für unser Leben, Energie für die Heizung und für das warme Wasser, wir brauchen Energie für unsere Autos und Busse. Wir brauchen Energie, um Baustoffe herzustellen, aus denen wir Häuser bauen. Wir brauchen Energie zur Herstellung von Elektrogeräten, von Möbeln und von Spielsachen. Und die meiste Energie, die wir brauchen, holen wir aus fossilen Energieträgern. Wir verbrennen Erdöl und Erdgas, Steinkohle und Braunkohle um elektrischen Strom und Wärme zu erzeugen. Wir stellen Benzin aus Erdöl her. Da wir aber sehr viel Energie brauchen, werden die fossilen Energieträger schon bald verbraucht sein. Dann stehen wir aber dennoch nicht ohne Energie da, denn wir können die erneuerbaren Energien nutzen. Erneuerbare Energien sind Energie aus Sonne, Wind, Wasser, Erdwärme und Biomasse und die können wir nicht aufbrauchen.

#### Wer nutzt hier fossile Energieträger? Und wer tut es nicht?



Abbildung 4-5: Autos und Busse brauchen Benzin. Benzin wird aus Erdöl hergestellt. Und Erdöl ist ein fossiler Energieträger. Fahrradfahrer und Fußgänger brauchen keine fossilen Energieträger, um zu fahren und zu laufen.

Quelle: BMU.

## Quizfragen

(2) Was ist ein fossiler Energieträger?

- Windenergie
- Wasserkraft
- Erdöl

*Antwort: Erdöl ist ein fossiler Energieträger. „Fossil“ ist ein Fremdwort und bedeutet „ausgegraben“. Energieträger sind mit Energie beladen und wir können ihre Energie nutzen. Fossile Energieträger sind nicht-erneuerbare Energieträger. Windenergie und Wasserkraft sind aber erneuerbare Energieträger.*

(2) Was ist ein fossiler Energieträger?

- Erdgas
- Sonnenlicht
- Erdwärme

*Antwort: Erdgas ist ein fossiler Energieträger. „Fossil“ ist ein Fremdwort und bedeutet „ausgegraben“. Energieträger sind mit Energie beladen und wir können ihre Energie nutzen. Fossile Energieträger sind nicht-erneuerbare Energieträger. Sonnenlicht und Erdwärme sind aber erneuerbare Energieträger.*

(2) Was ist ein fossiler Energieträger?

- Sonnenlicht
- Steinkohle
- Erdwärme

*Antwort: Steinkohle ist ein fossiler Energieträger. „Fossil“ ist ein Fremdwort und bedeutet „ausgegraben“. Energieträger sind mit Energie beladen und wir können ihre Energie nutzen. Fossile Energieträger sind nicht-erneuerbare Energieträger. Sonnenlicht und Erdwärme sind aber erneuerbare Energieträger.*

(2) Was ist ein fossiler Energieträger?

- Wasserkraft
- Windenergie
- Braunkohle

*Antwort: Braunkohle ist ein fossiler Energieträger. „Fossil“ ist ein Fremdwort und bedeutet „ausgegraben“. Energieträger sind mit Energie beladen und wir können ihre Energie nutzen. Fossile Energieträger sind nicht-erneuerbare Energieträger. Windenergie und Wasserkraft sind aber erneuerbare Energieträger.*

#### 4-6 Wie erzeugt man Strom mit einem Dynamo? (1)

Um gut zu leben, brauchen wir vor allem Wärme und elektrischen Strom. Aber wie stellt man Strom her? Man kann Strom ganz einfach erzeugen. Hierzu brauchst du nur einen Dynamo und dein Fahrrad. Wenn du den Dynamo an den Reifen drückst und fährst, dann leuchten deine Lampen am Fahrrad. Der Dynamo erzeugt elektrischen Strom, mit dem die Lampen zum Leuchten gebracht werden. Wie der Dynamo Strom erzeugt, ist eigentlich ganz einfach. Der Reifen dreht das Rad am Dynamo. Das Rad des Dynamos sitzt auf einer Achse. Und auf der Achse sitzt eine Rolle Kupferdraht. Und an der Wand des Dynamos sitzen Magnete. Wann immer sich der Kupferdraht zwischen Magneten dreht, beginnt ein elektrischer Strom in den Kupferdrähten zu fließen. Und dieser Strom lässt die Fahrradlampen leuchten.

**Das rechte Bild zeigt einen Seitendynamo. Wie funktioniert er? Das rechte Bild zeigt einen modernen Nabendynamo. Wo ist die Rolle aus Kupferdraht? Und wo ist der Magnet?**



Abbildung 4-6: Der Reifen dreht das Rad des Dynamos. Mit einer kleinen Achse wird ein Magnet gedreht, der einen Nord- und einen Südpol hat. In dem Dynamo ist auch kleine Spule befestigt. Eine Spule ist ein Kupferdraht, der um einen Metallkern gewickelt ist. Wenn der Magnet sich über der Spule dreht, erzeugt er einen elektrischen Strom. Der Strom lässt die Lampen leuchten. Man kann auch Dynamos in die Nabe des Vorderrades einbauen, wie das rechte Bild zeigt. In der Mitte der Nabe sitzt die Rolle des Kupferdrahtes. Der Magnet ist der graue Korb. Wenn die Rolle des Kupferdrahtes sich dreht, erzeugt sie einen elektrischen Strom.

Quelle: Eigene Darstellung nach Leuschern und Schmidt Maschinenbau (SON-Dynamo, [www.nabendynamo.de](http://www.nabendynamo.de)).

**Quizfragen**

(3) Welche Energie erzeugt ein Dynamo am Fahrrad?

- elektrische Energie
- Bioenergie
- Strahlungsenergie

*Antwort: Ein Dynamo am Fahrrad erzeugt elektrische Energie, welche die Lampen am Fahrrad leuchten lässt.*

(2) Womit erzeugt man elektrischen Strom an einem Fahrrad?

- mit einem Motor
- mit einem Dynamo
- mit der Hand

*Antwort: Man erzeugt elektrischen Strom an einem Fahrrad mit einem Dynamo. Der Generator einer Turbine gehört zu einem Kraftwerk, das Strom herstellt. Einen Generator kannst du dir wie einen riesigen Dynamo vorstellen.*

#### 4-7 Wie erzeugt man Strom aus nicht-erneuerbaren Energien? (1)

Man kann Strom aus fossilen Energieträgern, aus erneuerbaren Energien und aus Uran erzeugen. Heute wird elektrischer Strom vor allem aus den fossilen Energieträgern hergestellt: aus Erdöl und Erdgas und aus Steinkohle und Braunkohle gewinnen wir in Kraftwerken Strom. Wir verbrennen diese fossilen Energieträger. Die Verbrennung findet in einem großen Kessel statt. Er ist riesig und hat viele Rohre, in denen kaltes Wasser fließt. Eine große Flamme verbrennt nun Erdöl, Erdgas oder Kohlepulver. Durch die Hitze wird das Wasser in den Rohren zu Dampf, den wir nutzen, um elektrischen Strom herzustellen.

**Was ist auf dem Bild zu sehen?**



Abbildung 4-7: Das Bild zeigt ein Steinkohlekraftwerk. Der Kessel ist in dem grauen Gebäude links, wo der Dampf entweicht. Das Abgas wird durch große Rohre zum Schornstein geleitet. Das Abgas wird gewaschen, weshalb kein Staub aus dem Schornstein quillt. Rechts unten ist ein Förderturm für ein Bergwerk zu sehen.

Quelle: DSK Deutsche Steinkohle AG.

**Quizfragen**

(3) Was wird meistens im einem Gaskraftwerk erzeugt?

- Erdgas
- Warmwasser
- Strom

*Antwort: Gaskraftwerke erzeugen meistens elektrischen Strom. Manche Gaskraftwerke erzeugen auch warmes Wasser für die Heizung von Häusern. Aber man baut Gaskraftwerke vor allem um Strom zu erzeugen.*

(2) Warum bauen wir Kohlekraftwerke?

- um elektrische Energie (Strom) zu erzeugen
- um Abfall zu verbrennen
- um Kohle herzustellen

*Antwort: Wir bauen Kohlekraftwerke, um elektrische Energie zu erzeugen.*

### 4-8 Was macht eine Turbine? (3)

In einem Kraftwerk verbrennen wir einen Energieträger, um Dampf zu erzeugen. Und aus dem Dampf wollen wir elektrischen Strom erzeugen. Hierzu leiten wir den Dampf in eine Turbine. Was ist eine Turbine? Stelle dir eine Schiffsschraube vor. Mache in Gedanken die Flügel schmäler und hänge an diese Schiffsschraube noch mehr Flügel. So viele Flügel, bis an der Schraube mehr als hundert schmale Flügel hängen. Dann nimm diese Flügelschraube und befestige ganz viele davon hintereinander: Mehr als zwanzig oder dreißig. Wenn du diese riesige Schraube auf einer Achse befestigst und in ein Gehäuse steckst, hast du eine Turbine. Und was macht eine Turbine? Der Dampf strömt aus dem Kessel ganz schnell in die Turbine. Und weil der Dampf so schnell hineinströmt, dreht sie sich so schnell wie der Motor eines Autos. Und wenn die Turbine sich dreht, dreht sich auch die Achse. Und auf der Achse sitzt ein Generator, der den elektrischen Strom herstellt.

Was könnte das sein?

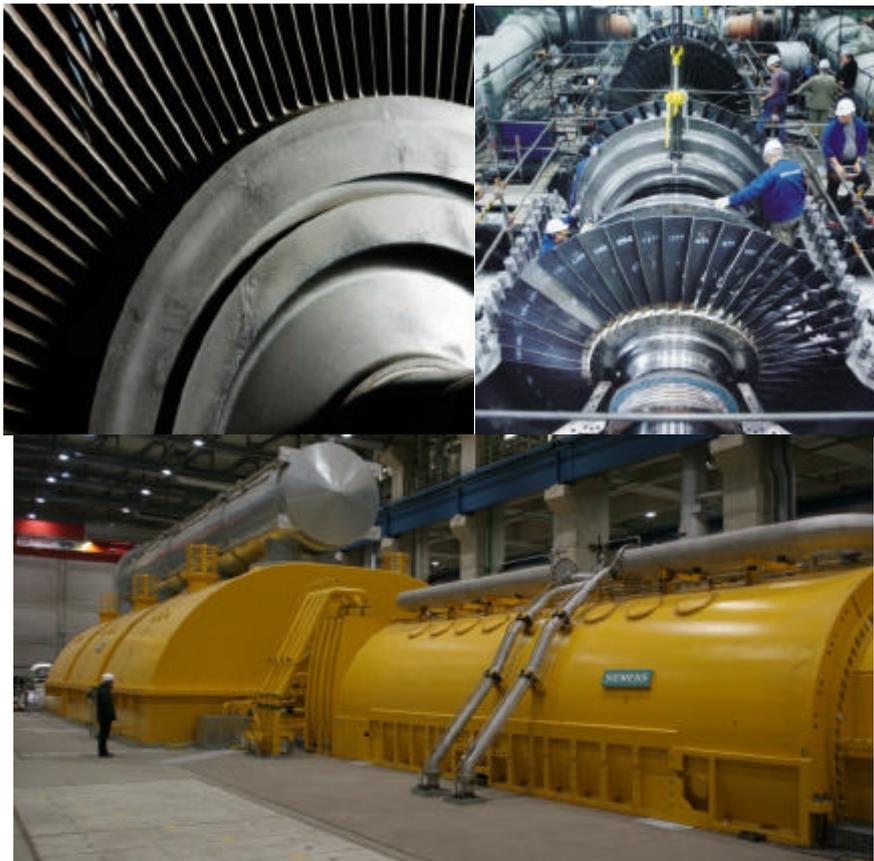


Abbildung 4-8: Das obere Bild links zeigt ein Rad einer Turbine. Man kann deutlich die Flügel am Rad und die Achse sehen. Das rechte Bild zeigt den Zusammenbau der Turbine. Viele Räder hinter einander auf der Achse bilden die Turbine. Das untere Bild zeigt die zusammengebaute Turbine. Die Turbine ist in dem großen gelben Gehäuse untergebracht.

Quelle: [www.aboutpixel.de](http://www.aboutpixel.de) / lichtbildmaler; Siemens ([www.siemens.de](http://www.siemens.de)); [www.pixelio.de](http://www.pixelio.de) / K. Dosch.

### Quizfragen

(3) Was ist eine Turbine?

- ein Gerät, das Sonnenlicht in Strom verwandelt
- ein Gerät, das mit Wasserdampf und einem Generator Strom erzeugt
- ein Gerät, das Sonnenlicht in Wärme verwandelt

*Antwort: Eine Turbine wird durch heißen Wasserdampf zum Drehen gebracht. Sie dreht einen Generator und dieser erzeugt elektrischen Strom. Sonnenlicht wird in einem Solarkollektor in Wärme umgewandelt. Sonnenlicht wird in einer Fotovoltaikanlage in Strom umgewandelt.*

(3) Was bringt eine Turbine in einem Kraftwerk zum drehen?

- heiße Kohle, die in die Turbine geschaufelt wird
- brennendes Benzin, das in der Turbine verbrannt wird
- heißer Dampf, der mit viel Druck durch die Turbine strömt

*Antwort: Eine Turbine dreht sich, wenn Dampf durch sie strömt. Eine Turbine dreht einen Generator und erzeugt elektrischen Strom. Benzin wird in einem Motor verbrannt. Kohle wurde früher in Kessel von Schiffen und Eisenbahnen geschaufelt, um Dampf zu erzeugen.*

### 4-9 Was macht ein Generator? (3)

In einem Kraftwerk verbrennen wir einen Energieträger, um Dampf zu erzeugen. Der Dampf strömt in eine Turbine, und die Turbine dreht einen Generator. Aber was ist ein Generator? Ein ganz einfacher Generator besteht vor allem aus blanken Kabeln und einem Magneten. Die Kabel sind immer umeinander gewickelt wie ein Wollknäuel. Man nennt dieses Kabelknäuel auch Spule. Um aber elektrischen Strom zu erzeugen, braucht man noch ein Magnetfeld. Magneten haben ein Magnetfeld. Man kann es nicht sehen, aber Magneten können andere Metalle anziehen. Bei einem einfachen Generator sitzt der Magnet auf der Achse und dreht sich in oder über der Spule. Diesen Generator nennt man auch Dynamo. Wichtig ist nur folgendes: Wenn Magneten sich in einer Spule drehen, entsteht Strom. Es gibt aber noch viele andere Generatoren, die auch elektrischen Strom erzeugen.

**Das rechte Bild zeigt den ersten Generator von 1832. Was erzeugt ein Generator? Erkläre dies an dem rechten Bild. Das linke Bild zeigt einen aufgeschnittenen Generator.**

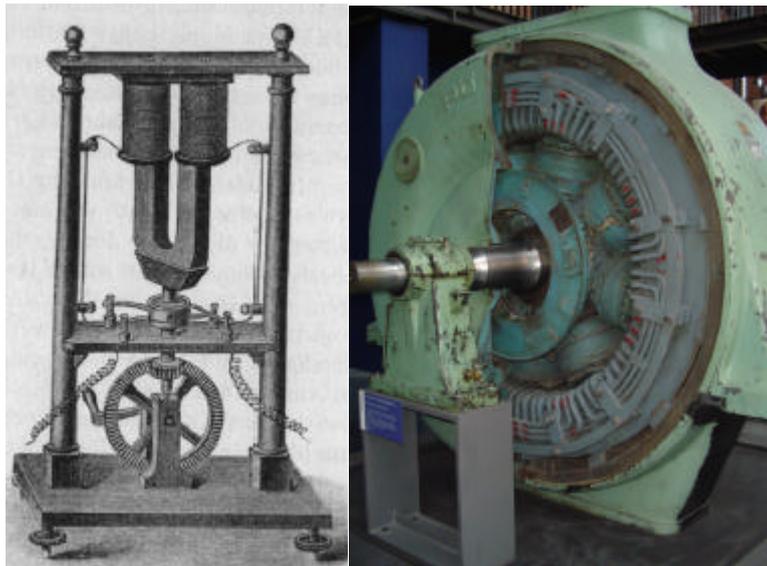


Abbildung 4-9: In dem linken Bild sind der Magnet und die Drahtspulen zu sehen. Wenn man an der Kurbel dreht, bewegt sich der Magnet. Und mit dem Magneten bewegt sich das Magnetfeld. Das sich drehende Magnetfeld erzeugt einen elektrischen Strom in den Spulen. Und von den Spulen fließt der Strom über die Kabel ab. Das rechte Bild zeigt einen alten Generator. Man kann gut die (grauen) dicken Kupferkabel sehen.

Quelle: Wechselstromerzeuger von Pixii (Niethammer Verlag S.Hirzel 1906, links) und Synchron-Generator von 1920 (rechts aus dem Sächsischen Industriemuseum (beide Bilder: [www.wikipedia.de](http://www.wikipedia.de)).

### Quizfragen

(3) Was gehört zu einem Strom erzeugenden Kraftwerk?

- ein Kessel, um Dampf zu erzeugen
- ein Bohrturm, um Erdöl aus der Erde zu pumpen
- ein Bergwerk, das den Strom erzeugt

*Antwort: Ein Kessel, der Dampf erzeugt gehört zu einem Kraftwerk. In einem Bergwerk wird Kohle abgebaut, die im Kohlekraftwerk verbrannt wird. Mit der Kohle wird Dampf in einem Kessel erzeugt. Der Dampf dreht eine Turbine. Die Turbine dreht den Generator und der erzeugt elektrischen Strom.*

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

- Dieselmotor
- Rotor
- Generator

*Antwort: Die Maschine, die elektrischen Strom erzeugt, heißt Generator. Ein Dieselmotor verbraucht Diesel als Treibstoff. Ein Rotor ist Teil einer Windenergieanlage. Aber man kann auch mit Solarzellen Strom erzeugen.*

(3) Was gehört zu einem Strom erzeugenden Kraftwerk?

- ein Wasserrad, um Strom zu erzeugen
- eine Turbine, um Strom zu erzeugen
- ein Bergwerk, das den Strom erzeugt

*Antwort: Zu einem Kraftwerk gehört eine Turbine, um elektrischen Strom zu erzeugen. Mit der Kohle wird Dampf in einem Kessel erzeugt. Der Dampf dreht eine Turbine. Die Turbine dreht den Generator und der erzeugt elektrischen Strom.*

(3) Was gehört zu einem Strom erzeugenden Kraftwerk?

- ein Windrad, das Kohle aus dem Boden pumpt
- ein Bergwerk, das den Strom erzeugt
- ein Generator, der Strom erzeugt

*Antwort: Zu einem Kraftwerk gehört ein Generator der elektrischen Strom erzeugt. Mit der Kohle wird Dampf in einem Kessel erzeugt. Der Dampf dreht eine Turbine. Die Turbine dreht den Generator und der erzeugt elektrischen Strom.*

#### 4-10 Wie erzeugt man Wärme aus fossilen Energieträgern? (1)

Wir können auch Wärme aus fossilen Energieträgern erzeugen. Wenn ein Haus eine Gasheizung hat, fließt Erdgas durch eine Leitung in den Heizkessel. In dem Heizkessel verbrennt das Erdgas. Durch die Flamme des brennenden Gases führt ein Rohr und in dem Rohr fließt kaltes Wasser. Die Flamme erwärmt das Wasser und dann fließt das heiße Wasser in die Heizkörper, um die Zimmer zu erwärmen. Und das warme Wasser für das Bad und die Küche? Dies wird auch von dem Heizkessel erwärmt. Da wir beim Baden und Duschen viel Wasser brauchen, wird das warme Wasser in einem großen Warmwasserspeicher gespeichert.

Was ist das für eine Anlage? Was ist das für ein Zählgerät?



Abbildung 4-10: Das linke Bild zeigt eine Gasheizung (links) und einen Warmwasserspeicher (rechts) für das warme Wasser zum Duschen, Baden oder Geschirrspülen. Das rechte Bild zeigt den Gaszähler.

Quelle: Scharp und Behringer 2007b.

## Quizfragen

(1) Was benötigt man, um ein Haus zu heizen?

- Allergie
- Energie
- Fantasie

*Antwort: Wir benötigen Energie um ein Haus zu heizen. Wärme ist eine Form von Energie.*

(3) Wie wird ein Haus geheizt?

- man verbrennt Erdgas in einem Kessel und erzeugt heißes Wasser für die Heizkörper
- man verbrennt Erdgas in den Heizkörpern und erzeugt so heißes Wasser
- man verbrennt Heizöl in einem Kessel und erzeugt heiße Luft für die Heizkörper

*Antwort: Ein Haus wird geheizt, indem man Erdgas oder Heizöl in einem Kessel verbrennt. Mit der Wärme wird Wasser heiß gemacht. Das heiße Wasser fließt zu den Heizkörpern in den Zimmern.*

(3) Was befindet sich üblicherweise in Heizkörpern im Zimmer?

- Wasser
- Feuer
- Luft

*Antwort: In den Heizkörpern im Zimmer befindet sich Wasser. Die Heizung pumpt warmes Wasser durch die Heizkörper. Wenn es im Zimmer warm genug ist, kann man das Heizungsventil zudrehen. Es fließt kein Wasser mehr und der Heizkörper kühlt sich ab.*

#### 4-11 Wie stellt man Benzin her? (1)

Aber wie stellt man den Treibstoff für Autos her? Für Autos brauchen wir Benzin, für Lastwagen und Busse brauchen wir Diesel. Beides wird aus Erdöl hergestellt. Erdöl ist eine schwarze, schmierige Flüssigkeit, dick wie Hustensaft. Erdöl liegt tief unter dem Meeresboden oder tief im Boden der Erde. Man muss tief bohren, um es hervorzuholen. Das Erdöl steht unter Druck von dem vielen Gestein, das über ihm liegt. Meistens wird es aus dem Bohrloch gedrückt und in großen Tanks aufgefangen. Vor dort wird es zu den Raffinerien gebracht. In den Raffinerien werden aus Erdöl Benzin und Diesel hergestellt. Auch das ist ganz einfach, denn Benzin und Diesel sind eigentlich in dem Erdöl schon vorhanden. Um sie zu erhalten, wird das Erdöl erhitzt, verdampft und wieder verflüssigt. Schritt für Schritt gewinnt man so Benzin und Diesel aus Erdöl.

**Das Bild zeigt eine Raffinerie. Was wird dort hergestellt?**



Abbildung 4-11: Eine Raffinerie stellt aus Erdöl Treibstoffe her. Dies sind vor allem Benzin und Diesel. Was ist der Unterschied zwischen Diesel und Benzin? Benzin brennt leichter, Diesel brennt nicht so leicht. Die Raffinerie stellt aber auch Treibstoffe für Schiffe und Flugzeuge her. Der Treibstoff für Schiffe heißt Schweröl, der Treibstoff für Flugzeuge heißt Kerosin.

Quelle: Shell ([www.shell.de](http://www.shell.de)).

**Quizfragen**

(1) Womit fahren die meisten Busse und Autos?

- mit Benzin und Diesel
- mit elektrischem Strom
- mit Sonnenlicht

*Antwort: Busse und Autos fahren mit Benzin und Diesel. Busse und Autos verbrennen Benzin und Diesel im Motor.*

(4) Wo wird Erdöl gereinigt und weiterverarbeitet?

- in einer Destillerie
- in einer Geothermie
- in einer Raffinerie

*Antwort: Erdöl wird in einer Raffinerie verarbeitet. Raffinerien heißen Fabriken, die Flüssigkeiten reinigen und weiter verarbeiten. In einer Destillerie wird Alkohol gewonnen. Geothermie heißt Erdwärme und ist eine erneuerbare Energiequelle.*

#### 4-12 Woher kommt das Erdöl und das Erdgas? (1)

Erdöl findet sich nicht überall auf der Welt. Es gibt einige Stellen unter dem Meer: In der Nordsee, im Meer vor Mexiko oder vor China. Dort wird das Erdöl und das Erdgas mit Bohrinseln gefördert. Einige Länder haben viel Erdöl direkt unter ihren Füßen: Saudi-Arabien, der Iran und der Irak, Russland, Kanada und die USA. Und da nur einige Länder Erdöl haben, muss das Erdöl in alle Welt gefahren werden. Es kommt in großen Schiffen über das Meer. Diese Schiffe heißen Öltanker. Aus anderen Ländern kommt das Erdöl in ganz langen Leitungen zu uns. Diese Leitungen heißen Pipelines. Das ist englisch und wird „Peip-leins“ gesprochen. Aus den Tankern und den Pipelines fließt es wieder in Tanks und von dort zu großen Fabriken. Diese Fabriken nennt man Raffinerien. Dort wird aus Erdöl Benzin und Diesel hergestellt. Und das Erdgas? Erdgas kommt aus Russland oder der Nordsee zu uns. Aus Russland kommt es wie das Erdöl mit Pipelines zu uns. Aber man kann Erdgas auch mit Schiffen transportieren, wenn keine Pipelines vorhanden sind.

#### Was siehst du auf den Bildern?



Abbildung 4-12: Das linke Bild zeigt eine Bohrplattform für Erdöl und Erdgas in der Nordsee. Der rechte Ausleger verbrennt an der Spitze Gas. Der Turm in der Mitte ist der Bohrturm. Das rechte Bild zeigt den Öltanker Magdala. Er kann fast 300.000 Tonnen Erdöl fassen.

Quelle: Shell ([www.shell.de](http://www.shell.de)).

**Quizfragen**

(2) Was ist eine Pipeline?

- eine lange Rohrleitung
- die U-Bahn
- eine Pfeife mit dünnem Mundstück

*Antwort: Eine lange Rohrleitung. Mit einer Pipeline werden Erdöl und Erdgas über weite Strecken transportiert.*

(1) Wie heißt ein Schiff, das Erdöl transportiert?

- Frachter
- Öltanker
- Katamaran

*Antwort: Ein Öltanker transportiert das Erdöl. Ein Katamaran ist ein Schiff mit zwei Bootsrümpfen.*

#### 4-13 Was sind die Nachteile von fossilen Energieträgern? (1)

Fossile Energieträger enthalten viel Energie. Erdöl und Erdgas sind leicht aus der Erde zu pumpen. Braunkohle kann man mit großen Baggern aus der Erde fördern. Steinkohle kann man in Bergwerken tief unter der Erde abbauen. Alle Menschen brauchen aber sehr viel Kohle, Erdöl und Erdgas. Bald wird nicht mehr genug da sein. Man schätzt, dass in vierzig bis fünfzig Jahren Erdöl und Erdgas verbraucht sein werden. Aber es gibt noch einen Nachteil. Die Verbrennung von Kohle, Erdöl und Erdgas belasten die Umwelt, denn es entstehen schädliche Gase wie das Kohlendioxid. Gase sind Stoffe, die nicht fest und nicht flüssig sind, sondern gasförmig. Luft ist auch ein Gas und enthält Kohlendioxid. Je mehr fossile Energieträger wir verbrennen, desto mehr Kohlendioxid wird sich in der Luft ansammeln. Diese Zunahme von Kohlendioxid führt dazu, dass die Erde immer wärmer wird. Es wird mehr Stürme geben, die Meeresspiegel werden ansteigen und viel Land verschlingen. Wie wird dann die Welt aussehen? Wir wissen es nicht genau. Wir brauchen es aber auch nicht darauf ankommen lassen. Wir können Energie aus erneuerbaren Energien gewinnen. Die belasten die Umwelt nicht und wir können sie nicht aufbrauchen.

#### Was siehst du auf diesen Bildern?



Abbildung 4-13: Das linke Bild zeigt ein altes Kraftwerk. Aus dem Schornstein steigen Rauch und Abgase. Solche Kraftwerke gibt es in Deutschland nicht mehr, aber noch in anderen Ländern. Moderne Kraftwerke wie auf dem rechten Bild haben viel weniger Abgase. Aber alte und neue Kraftwerke haben noch eines gemeinsam: Sie verbrennen fossile Brennstoffe und erzeugen Kohlendioxid. Dies führt dazu, dass unser Klima immer wärmer wird.

Quelle: BMU / H.C. Oed; Siemens (Kohlekraftwerk mit integrierter Kohlevergasung, [www.siemens.de](http://www.siemens.de)).

## Quizfragen

(2) Warum können unsere Häuser in Zukunft nicht mit Heizöl und Erdgas beheizt werden?

- weil das Heizen mit Heizöl und Erdgas zu gefährlich ist
- weil Heizöl und Erdgas stinken
- weil Heizöl und Erdgas nicht ewig reichen

*Antwort: Wir können unsere Häuser nicht dauerhaft mit Heizöl und Erdgas heizen, weil diese nicht ewig reichen. Erdöl und Erdgas sind über viele Millionen Jahre entstanden. Sie sind nicht für immer vorhanden. Daher müssen wir uns etwas anderes zur Beheizung unserer Häuser überlegen.*

(1) Welcher Energieträger wird in fünfzig Jahren verbraucht sein?

- Erdöl
- Sonnenenergie
- Windenergie

*Antwort: Erdöl wird in fünfzig Jahren verbraucht sein. Erdöl ist deshalb keine erneuerbare Energie.*

#### 4-14 Was ist Atomenergie? (2)

Es gibt erneuerbare Energieträger, es gibt fossile Energieträger und es gibt die Atomenergie. Die Atomenergie wird aus Uran gewonnen. Uran ist ein ganz schweres Metall. Schwerer als Aluminium, aus dem Cola-Dosen bestehen und schwerer als Stahl, aus dem Autos hergestellt werden. Atomenergie stammt aus der Kernenergie.

Kernenergie ist eine Energieform, die aus Atomen gewonnen wird. Alles, was du siehst, besteht aus Atomen. Atome sind so klein, dass man sie nicht sehen kann, auch wenn es sie gibt. Und bestimmte Atome wie das Uran kann man spalten oder teilen. Und wenn man diese Atome spaltet, entsteht ganz viel Energie. So viel Energie, dass man die stärkste Waffe der Menschen damit gebaut hat: Die Atombombe. Atombomben wurden gebaut, um Städte zu zerstören. Atomkraftwerke oder Atomreaktoren werden gebaut, um elektrischen Strom zu gewinnen.

**Schau dir das Bild an und beschreibe die Schritte der Kernspaltung. Warum ist das eine Kettenreaktion?**

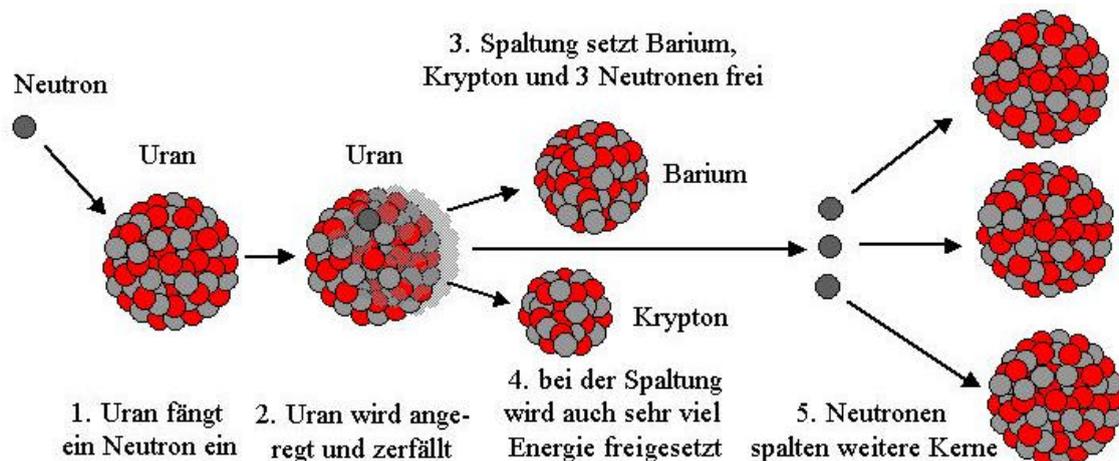


Abbildung 4-14: Als erstes fängt ein Uranatom ein Neutron ein. Das Uranatom wird dadurch angeregt und zerfällt. Aus dem angeregten Uran entstehen Barium und Krypton, auch diese sind Atome. Weiterhin entsteht sehr viel Energie und drei Neutronen. Diese drei Neutronen können nun wieder andere Uranatome spalten. Man nennt dies auch Kettenreaktion, da ein Neutron ein Uran spaltet und dabei drei Neutronen entstehen. Nun können drei Uranatome gespalten werden. Somit werden bei jeder Spaltung immer mehr Neutronen frei, die noch mehr Uranatome spalten können. Deshalb ist es eine Kettenreaktion.

Quelle: Scharp und Behringer 2007b.

**Quizfragen**

(1) Was ist Atomenergie?

- die Energie im fließenden Wasser
- die Energie in Atomen
- die Energie im Wind

*Antwort: Atomenergie ist die Energie in Atomen. Man nutzt sie in Atomkraftwerken.*

(3) Woraus wird bei der Atomenergie elektrischer Strom gewonnen?

- aus Iran
- aus Sudan
- aus Uran

*Antwort: Uran ist der Brennstoff in Atomkraftwerken, aus dem Strom gewonnen wird. Iran ist ein Land im mittleren Osten, der Sudan liegt in Afrika.*

#### 4-15 Wie nutzt man die Atomenergie? (2)

Atomenergie erzeugt man in Atomkraftwerken mit einem Atomreaktor. Der Atomreaktor ist ein geschlossenes Gefäß, das mit Wasser gefüllt ist. In dem Reaktor sind Stäbe aus Uran, dem Atombrennstoff. Unter bestimmten Bedingungen wird das Uran gespalten. Wenn es gespalten wird, wird Energie frei. Diese Energie wird von dem Wasser aufgenommen. Das Wasser wird sehr heiß und erzeugt Dampf. Der Dampf kann in eine Turbine geleitet werden. Mit der Turbine wird dann ein Generator gedreht. Und der Generator? Der erzeugt den elektrischen Strom.

**Wie heißt dieses Kraftwerk? Welche nicht-erneuerbare Energieträger wird hier genutzt? Welcher Energieträger wird dort erzeugt?**



Abbildung 4-15: Das Bild zeigt das Atomkraftwerk Biblis. Im dem kugelförmigen Gebäude in der Mitte ist der Atomreaktor untergebracht. Links und rechts sind die Kühltürme. Ein Atomkraftwerk nutzt den nicht-erneuerbaren Energieträger Uran. Das Atomkraftwerk nutzt die Energie von Uran zunächst, um heißes Wasser zu erzeugen. Mit dem heißen Wasser wird dann elektrischer Strom erzeugt.

Quelle: BMU / H.C. Oed.

**Quizfragen**

(3) Was braucht ein Atomkraftwerk um Strom zu erzeugen?

- den Brennstoff Uran
- Benzin, um das Uran anzuzünden
- Kohle, um das Uran zu verbrennen

*Antwort: Ein Atomkraftwerk braucht Uran als Brennstoff, um elektrischen Strom zu erzeugen.*

(3) Welche Energie wird aus Atomenergie erzeugt?

- chemische Energie in Form von Benzin
- elektrische Energie in Form von Strom
- Wärmeenergie in Form von heißem Wasser

*Antwort: Aus Atomenergie wird elektrische Energie in Form von elektrischen Strom erzeugt. Ein Atomkraftwerk erzeugt zunächst auch heißes Wasser, aber mit dem heißen Wasser wird dann Strom hergestellt.*

#### 4-16 Warum ist Atomenergie gefährlich? (2)

Wir können elektrischen Strom in Atomkraftwerken erzeugen. Das machen wir nun schon seit über dreißig Jahren und bisher ist bei uns nichts passiert. Aber in Tschernobyl ist vor 20 Jahren ein Atomkraftwerk geschmolzen. Es ist nicht explodiert wie eine Atombombe. Und weil der Reaktor so heiß war, hat er das ganze Gebäude zerstört. Auch die Menschen haben Fehler gemacht. Und die Technik war alt und schlechter als bei uns. Tausende Menschen sind gestorben. Sie starben nicht sofort, sondern ganz langsam. Das kam daher, weil Radioaktivität freigesetzt wurde. Radioaktivität ist eine unsichtbare Strahlung, so wie Licht eine Strahlung ist. Wir brauchen sie manchmal, um Krankheiten zu sehen. Das macht man beim Röntgen, bei dem man Krankheiten im Körper sichtbar machen kann. Aber Radioaktivität ist auch sehr gefährlich: Man stirbt, wenn man zu viel Strahlung abbekommt. Und das ist in Tschernobyl geschehen. Außerdem machen Atomkraftwerke auch noch Abfälle. Radioaktive Abfälle, die man nur ganz tief unter der Erde lagern kann. Dort müssen sie viel, viel länger liegen als wir leben. Und was wird sein, wenn wir nicht mehr da sind? Dann gibt es immer noch die Abfälle. Und sie sind immer noch gefährlich.

#### Was siehst du auf dem Bild?



Abbildung 4-16: Das Bild zeigt Abfälle aus einem Kernkraftwerk. Die Abfälle werden zuerst in Fässern gesammelt. Der Müll in den Fässern wird anschließend in besonderen Abfallanlagen behandelt. Diese Anlagen heißen Wiederaufbereitungsanlagen. Ein Teil des Mülls muss aber anschließend tief in der Erde für tausende Jahre gelagert werden.

Quelle: BMU.

**Quizfragen**

(3) Warum sind Atomkraftwerke gefährlich?

- weil sie eine veraltete Technologie sind
- weil Flugzeuge sie zerstören können
- weil Atomreaktoren bei Unfällen schmelzen können

*Antwort: Atomkraftwerke sind gefährlich, weil bei einem großen Unfall die Atomreaktoren schmelzen können.*

(3) Warum sind Atomkraftwerke gefährlich?

- weil sie Atommüll erzeugen
- weil sie die Umgebung verstrahlen
- weil sie explodieren können

*Antwort: Atomkraftwerke sind gefährlich, weil sie Atommüll erzeugen. Und der ist sehr gefährlich. Atomkraftwerke verstrahlen nicht die Umgebung*

## 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)

## 11 Erdwärme

- 11-01 Was ist Erdwärme? (1)
- 11-02 Warum ist die Erde so heiß? (3)
- 11-03 Was ist Geothermie? (3)
- 11-04 Wie tief muss man graben, um warmes Wasser zu finden? (3)
- 11-05 Kann man Häuser mit Erdwärme heizen? (1)
- 11-06 Wie kann man Wärme aus der Erde pumpen? (3)
- 11-07 Was macht eine Wärmepumpe? (3)
- 11-08 Wie erzeugt man heißes Wasser mit einer Wärmepumpe? (3)
- 11-09 Wie holt man die Erdwärme tief aus der Erde heraus? (3)
- 11-10 Kann man Erdwärme in Strom verwandeln? (1)
- 11-11 Wie nutzt man das heiße Gestein in der Erde? (3)
- 11-12 Warum ist Erdwärme so wichtig? (1)

## **12 Klimawandel**

12-01 Was ist Wetter? (3)

12-02 Was ist das Klima? (3)

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

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

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

12-06 Was sind Treibhausgase? (3)

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

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

12-09 Was ist der Klimawandel? (3)

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

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

## **13 Energiesparen**

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

## **14 Anhang: Weiterführende Informationen für Lehrkräfte**

**14.1 Themenbereich: Energie**

**14.2 Themenbereich: Mit Energie leben**

**14.3 Themenbereich: Erneuerbaren Energien im Überblick**

**14.4 Themenbereich Nicht-erneuerbare Energien**

**14.5 Themenbereich: Windenergie**

**14.6 Themenbereich: Wasserkraft**

**14.7 Themenbereich: Sonnenenergie**

**14.8 Themenbereich: Solarthermie (Sonnenwärme)**

**14.9 Themenbereich: Fotovoltaik (Solarstrom)**

**14.10 Themenbereich: Bioenergie**

**14.11 Themenbereich: Geothermie – Erdwärme und Umgebungswärme**

**14.12 Themenbereich: Klimawandel**

**14.13 Themenbereich: Energiesparen**

## 15 Quellen, Internetseiten und Literatur

### 15.1 Bildquellen und Internetseiten zum Thema Energie und erneuerbare Energien

Biodiesel (Archer Daniels Midland Company): [www.biodiesel.de](http://www.biodiesel.de)

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

Braunkohle (Bundesverband Braunkohle): [www.braunkohle.de](http://www.braunkohle.de)

Energiedaten (AGEB Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen): [www.ag-energiebilanzen.de](http://www.ag-energiebilanzen.de)

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

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

Erdölaufbereitung (Shell): [www.shell.de](http://www.shell.de)

Erdöl und Ergas (WEG Wirtschaftsverband Erdöl- und Erdgasgewinnung): [www.erdoel-erdgas.de](http://www.erdoel-erdgas.de)

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

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

Fotodatenbanken: [www.aboutpixel.de](http://www.aboutpixel.de) und [www.pixelio.de](http://www.pixelio.de)

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

Heizanlagen Biomasse (HDG Bavaria Heizsysteme): [www.hdg-bavaria.com](http://www.hdg-bavaria.com)

Heizanlagen Heizöl und Gas (Viessmann): [www.viessmann.de](http://www.viessmann.de)

Kraftwerkstechnologie (E.ON): [www.eon-kraftwerke.com](http://www.eon-kraftwerke.com)

Kraftwerkstechnologie (RWE): [www.rwe.com](http://www.rwe.com)

Kraftwerkstechnologie: [www.siemens.de](http://www.siemens.de)

Nicht-erneuerbare Energien: [www.bmwi.de](http://www.bmwi.de) (siehe Energie)

Solarenergie (DGS Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie): [www.dgs.de](http://www.dgs.de)

Steinkohle (Deutsche Steinkohle AG): [www.deutsche-steinkohle.de](http://www.deutsche-steinkohle.de)

Wasserkraft (Bundesverband Deutscher Wasserkraftwerke): [www.wasserkraft.org](http://www.wasserkraft.org)

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

Windenergie (Danish Windindustry Association): [www.windpower.org](http://www.windpower.org)

Wärmepumpen (Bundesverband WärmePumpe e.V.): [www.waermepumpe-bwp.de](http://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](http://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](http://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](http://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](http://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](http://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](http://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](http://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](http://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](http://www.bine.info). (Zugriff: März 2007).
- Ewers, Johannes und Lambertz, Johannes (2006) Clean Power Coal. VGB PowerTech 5/2006. Online: [www.bine.info](http://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](http://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](http://www.bioenergie.de/veranstaltungen/online/Lamp_Einf%C3%BChrung.pdf). (Zugriff November 2007)
- MS Encarta (2007): Erdöl. Microsoft: o.O. Online: <http://de.encarta.msn.com>. (Zugriff: März 2007)
- Oswald, Hartmut (2007): Erfahrbare EE – Klimaballon EE. Arbeitspapier ME6. UfU: Berlin.
- Planet Wissen / Claudia Kracht (2005): Entstehung der Steinkohle. Köln/Mainz: WDR/SWR. Online: <http://www.planet-wissen.de> (Zugriff: März 2007).
- Planet Wissen / Harald Brenner (2005): Entstehung der Steinkohle. Köln/Mainz: WDR/SWR. Online: <http://www.planet-wissen.de> (Zugriff: März 2007).
- Scharp, Michael; Dinziol, Martin (2007): Materialien erneuerbare Energien für die Primarstufe – Energie und mit Energie leben. Berlin: Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung.
- Scharp, Michael; Behringer, Rolf (2007): Materialien erneuerbare Energien für die Primarstufe – Erneuerbare Energien und nicht-erneuerbare Energien im Überblick. Berlin: Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung.
- Scharp, Michael; Behringer, Rolf (2007): Materialien erneuerbare Energien für die Primarstufe – Sonnenenergie, Sonnenwärme und Solarstrom. Berlin: Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung.
- Scharp, Michael; Schmidthals, Malte (2007): Materialien erneuerbare Energien für die Primarstufe – Wasserkraft und Windenergie. Berlin: Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung.
- Scharp, Michael; Hartmann, Uwe (2007): Materialien erneuerbare Energien für die Primarstufe – Bioenergie und Geothermie. Berlin: Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung.
- Scharp, Michael; Janssen, Sigrid (2007): Materialien erneuerbare Energien für die Primarstufe – Klimawandel und Energie sparen. Berlin: Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung.

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

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

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

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

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

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

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