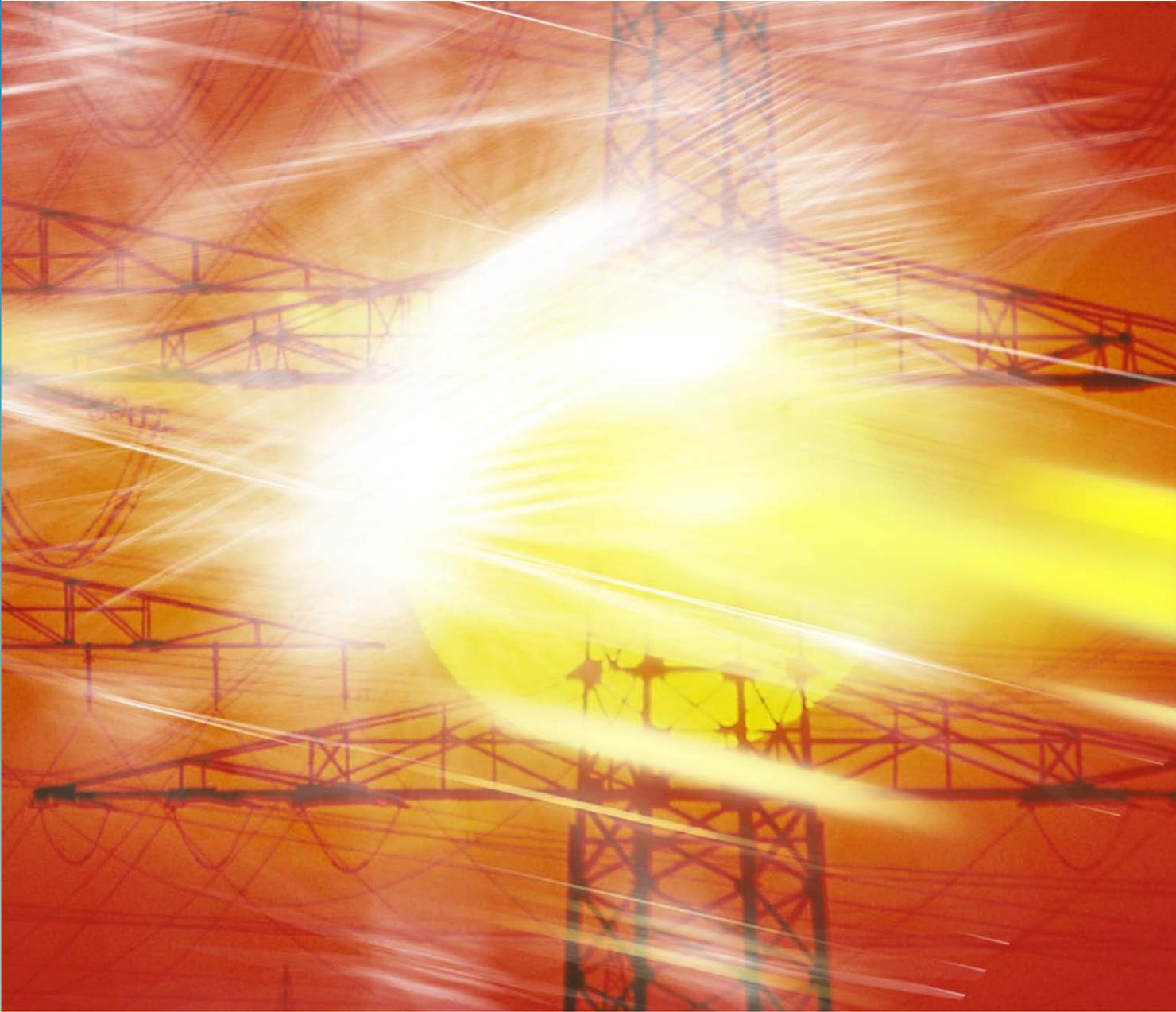


# Energie, was ist das?



**Unterrichtsmaterialien Energie und Klima II**  
für LehrerInnen der 7. – 12. Schulstufe



# Energie, was ist das?

## Unterrichtsmaterialien Energie und Klima II

für LehrerInnen der 7. bis 12. Schulstufe



# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	4
<b>Eine Welt voll Energie</b> .....	5
Energiebedarf in Österreich .....	6
Energieverbrauch im Haushalt .....	7
Mobilität/Verkehr .....	7
Raumwärme und Warmwasser .....	7
Strom .....	7
Graue Energie .....	7
<b>Energiehunger - Auswirkungen</b> .....	9
Energie & Klima .....	9
Energie für alle!? .....	10
<b>Energie und Nahrung</b> .....	11
Essen – Was da alles drinnen steckt! .....	11
Essen oder Fahren? - Der Regenwald im Tank .....	11
Die Nahrungskette im Kreislauf .....	12
<b>Energie sparen</b> .....	12
Raumwärme und Warmwasser .....	12
Passivhaus .....	13
Strom .....	14
Graue Energie .....	14
Die Energiesparschule .....	14
Aktionsideen .....	15
<b>Energiequellen</b> .....	17
<b>Erneuerbare Energiequellen</b> .....	17
Sonne .....	17
Wind .....	18
Wasser .....	18
Biomasse .....	18
Geothermie .....	19
<b>Nicht erneuerbare Energiequellen</b> .....	20
Atomenergie .....	20
Erdöl .....	20
Erdgas .....	20
Kohle .....	20
<b>Strom - Kraftwerke – Das andere Ende der Steckdose!</b> .....	21
<b>Das Dynamoprinzip</b> .....	21
Wärme-Kraft-Kopplung (WKK) .....	21
Kraftwerkstypen .....	21
Wasserkraftwerke .....	21
Windkraftanlagen (WKA) .....	23
Wärme-Kraftwerke (Thermisches Kraftwerk, Kalorisches Kraftwerk) .....	23
Atomkraftwerke .....	23
Hybridkraftwerke .....	25
Sonnenkraftwerke .....	25
Verbrennungsmotoren-Kraftwerke .....	26
<b>Die Zukunft mitgestalten – Bildungs- und Berufsangebote</b> .....	27
<b>Ausbildung</b> .....	27
<b>Berufe</b> .....	28
<b>Arbeitsblätter</b> .....	29
Lösungsblatt .....	29
<b>Was ist Energie? – Energie-Glossar</b> .....	56
<b>Links</b> .....	63
<b>Impressum</b> .....	64

## Übersicht zu den Arbeitsblättern

	Thema Seite
<b>Eine Welt voll Energie</b>	
Arbeitsblatt 1 / □ 30 - Energietagebuch .....	7
Fachbezug: Physik, Geschichte, (Vergleich mit Großeltern), Biologie und Umweltkunde	
<b>Energiehunger - Auswirkungen</b>	
Arbeitsblatt 2 / □ 31 - Prozessketten – Die graue Energie in Gütern .....	8
Fachbezug: Physik, Biologie und Umweltkunde, Geographie und Wirtschaftskunde	
Arbeitsblatt 3 / □ 32 Treibhaus Erde .....	9
Fachbezug: Biologie und Umweltkunde, Chemie, Physik,	
Arbeitsblatt 4 / □ 33 Die Aludose und der Regenwald .....	10
Fachbezug: Geschichte und Sozialkunde, Geographie und Wirtschaftskunde, Biologie und Umweltkunde, Chemie, Physik, Religion evtl. Ernährung und Haushalt	
Arbeitsblatt 5 / □ 34 Armut und Klimawandel – Ein globales Problem .....	10
Fachbezug: Religion, Deutsch, Geschichte und Sozialkunde/PB, Geographie und Wirtschaftskunde, Biologie und Umweltkunde, Physik	
Arbeitsblatt 6 / □ 35 Gerecht oder ungerecht .....	10
Fachbezug: Religion, Deutsch, Geschichte und Sozialkunde /PB, Geographie und Wirtschaftskunde, Biologie und Umweltkunde, Physik	
Arbeitsblatt 7 / □ 36 Die Erde bei Nacht .....	10
Fachbezug: Religion, Deutsch, Geschichte und Sozialkunde /PB, Geographie und Wirtschaftskunde, Biologie und Umweltkunde, Physik	
Arbeitsblatt 24 / □ 53 Der Durst nach Öl - Erdölförderung im Regenwald .....	10
Fachbezug: Religion, Geschichte und Sozialkunde /PB, Geographie und Wirtschaftskunde, Biologie und Umweltkunde, Chemie, Physik, evtl. Deutsch	
<b>Energie und Nahrung</b>	
Arbeitsblatt 8 / □ 37 Wie viel Energie braucht ein Mensch? .....	12
Fachbezug: Mathematik, Physik, Ernährung und Haushalt, Biologie und Umweltkunde	
<b>Energie sparen</b>	
Arbeitsblatt 9 / □ 38 Das Passivhaus .....	13
Fachbezug: Physik, evtl. Biologie und Umweltkunde, Technisches Werken	
Arbeitsblatt 10 / □ 39 Augen auf beim Produktkauf .....	14
Fachbezug: Geographie und Wirtschaftskunde, Physik, Biologie und Umweltkunde, Ernährung und Haushalt	
Arbeitsblatt 11 / □ 40 Wie gefräßig sind Elektrogeräte .....	14
Fachbezug: Physik, evtl. Mathematik	
Arbeitsblatt 16–19 / □ 45 – 48 Energiecheckliste .....	14
Fachbezug: Physik, Biologie und Umweltkunde, fächerübergreifend	
Arbeitsblatt 15 / □ 44 Energieprotokoll .....	14
Fachbezug: Physik, Biologie und Umweltkunde, fächerübergreifend	
Arbeitsblatt 26 / □ 55 Vereinbarung .....	15
Fachbezug: Physik, Biologie und Umweltkunde, fächerübergreifend	
Arbeitsblatt 12 / □ 41 Licht aus! .....	16
Fachbezug: Physik, Mathematik	
Arbeitsblatt 13 / □ 42 Was kann ich tun um weniger Energie zu verbrauchen? .....	16
Fachbezug: Physik, Biologie und Umweltkunde, Geographie und Wirtschaftskunde	
Arbeitsblatt 14 / □ 43 Steck it out! – Mehr Taschengeld durch Energiesparen .....	16
<b>Energiequellen</b>	
Arbeitsblatt 21 / □ 50 Energie in der Zukunft .....	17
Fachbezug: Physik, Chemie, Biologie und Umweltkunde evtl. Geographie und Wirtschaftkunde	
Arbeitsblatt 22 / □ 51 Warmwasser von der Sonne .....	17
Fachbezug: Physik	
Arbeitsblatt □ 52 Die erneuerbaren Energieträger stellen sich vor .....	19
Fachbezug: Physik, Biologie und Umweltkunde	
Arbeitsblatt 23 / □ 53 Der Durst nach Öl - Erdölförderung im Regenwald .....	20
Fachbezug: Religion, Geschichte und Sozialkunde /PB, Geographie und Wirtschaftskunde, Biologie und Umweltkunde, Chemie, Physik, evtl. Deutsch	
Arbeitsblatt 25 / □ 54 Energie-Kreuzworträtsel .....	20
Fachbezug: Lebende Fremdsprache Englisch, Physik	

## Vorwort

Energie bestimmt alle unsere Lebensbereiche. Nur durch Energie sparen und den Umstieg auf erneuerbare Energieträger können wesentliche Zukunftsfragen gelöst werden.

Das vorliegende Heft soll PädagogInnen helfen, dieses wichtige Thema in den Regelunterricht einzubringen.

Es spannt einen weiten Bogen von der Unterstufe bis in die Oberstufe. Im ersten Teil wurden Hintergrundinformationen für LehrerInnen aufbereitet. Dazu finden sich im Anhang passende Arbeitsblätter.

Im Glossar sind einzelne Energiebegriffe kurz zusammengefasst. Sie können als Karteikärtchen für die Arbeit mit den SchülerInnen verwendet und um eigene Begriffe ergänzt werden.

Energi(e)sche Unterrichtsstunden wünscht das Energieheftteam.

Zeichenerklärung:



Symbol Arbeitsblatt -

Hinweis zu passenden Arbeitsblättern



Verweis innerhalb des Heftes

# Eine Welt voll Energie

Der Energieverbrauch wird bis zum Jahr 2030 weltweit um 45 Prozent zunehmen, prophezeit die Internationale Energieagentur.

Quelle: („Die Presse“, Print-Ausgabe, 08.11.2007)

Allein in Österreich hat sich der Energieverbrauch seit den 70er Jahren beinahe verdoppelt und betrug 2007 etwa 300.000 GWh (Gigawattstunden).

Eine Reise in die Vergangenheit der Menschheit macht deutlich: Der Energiehunger steigt ständig an. (→ s.Abb. Primärenergienachfrage)

Vor der industriellen Revolution wurden Herstellungsprozesse von Tieren oder vom Menschen selbst mit Muskelkraft verrichtet. Die Menschen sorgten im eigenen Haushalt für Brennholz um Wärme und Energie zum Kochen zu erzeugen. Die

Industrie nutzte regional erneuerbare Energie: z. B.: Windmühlen, Segelschiffe oder Wasserräder.

Im 18. Jahrhundert erfand James Watt die Dampfmaschine (1769). Viele bis dahin in Hand- und Heimarbeit verrichteten Arbeitsschritte (Spinnen, Nähen, Weben,...) wurden mechanisiert, die fossilen Energieträger wurden im großen Stil erschlossen. Kohle, Erdöl und Erdgas, worin Kohlendioxid in Millionen von Jahren gebunden wurde, wird nun in wenigen Jahren verbrannt und in die Atmosphäre entlassen.

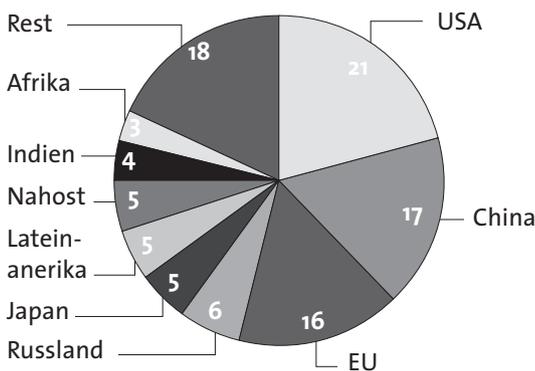
Damit tragen die fossilen Energieträger wesentlich zur Klimaerwärmung bei. Die Zukunft unseres Energiekonsums liegt im effizienten und sparsamen Einsatz von Energie und im Umstieg auf erneuerbare Energieträger.



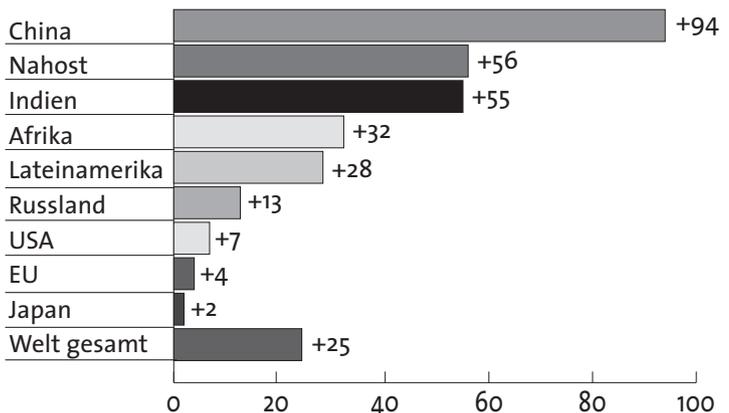
Wenn die Energie, die in einem Barrel Öl (159 l) steckt durch Muskelkraft erzeugt werden müsste, entspräche dies 25.000 Stunden schwerster körperlicher Arbeit. Die gleiche Energie fällt von der Sonne cirka in 1 1/2 Jahren auf einen Quadratmeter Erde.

## Globale Energiebilanz

Anteil am Weltenergieverbrauch 2007 (in Prozent)

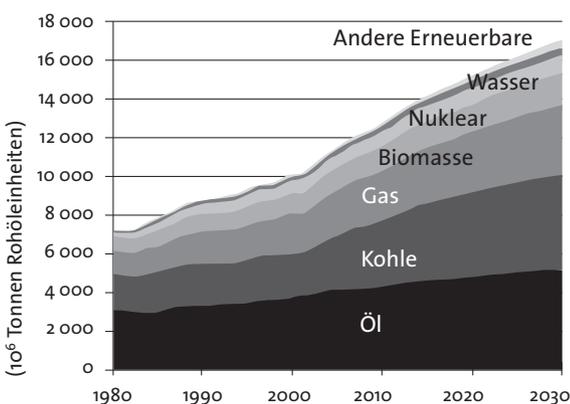


Energieverbrauch - Veränderung von 1997-2007 (in Prozent)



Quelle: Die Presse/ IEA

Primärenergienachfrage (in 10<sup>6</sup> Tonnen Rohöleinheiten)



Um 45 Prozent wird die weltweite Energienachfrage bis 2030 steigen, wenn sich die heutigen Trends unverändert fortsetzen.

Dies prognostizierte die Internationale Energieagentur (IEA) in ihrem „Weltenergieausblick 2008“. Der Analyse lagen alle energiepolitischen Regelungen zugrunde, die zurzeit gelten.

Wenn 2030 vier Fünftel des Primärenergiebedarfs durch fossile Quellen – hauptsächlich Öl und Kohle – gedeckt werden, steigen auch die weltweiten Kohlendioxid-Emissionen um 45 Prozent. Statt heute 28 Gigatonnen würden 2030 gewaltige 41 Gigatonnen Kohlendioxid in die Luft geblasen und damit der Erde kräftig einheizen. Mit der weltweiten Wirtschaftskrise 2008/2009 erfolgte erstmalig eine Trendwende beim Energieverbrauch.

# Energiebedarf in Österreich

Die größten Energieverbraucher in Österreich - Tendenz steigend - sind:

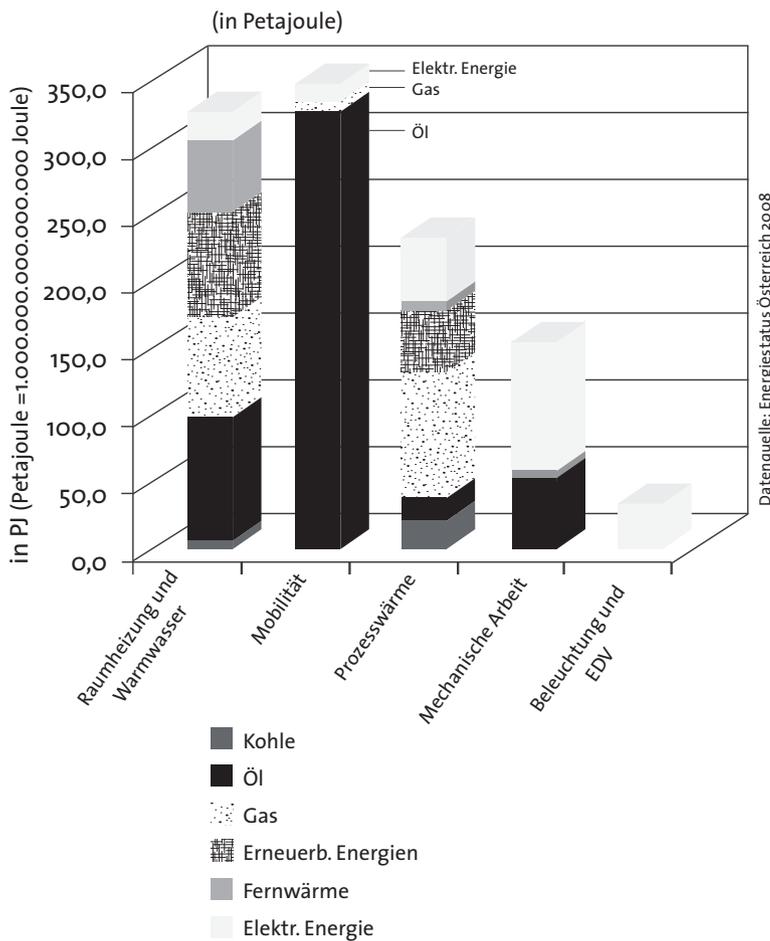
- Mobilität → 32 Prozent
- Raumheizung und Warmwasserbereitung (inkl. Kochen und Klimatisierung) → 30 Prozent.
- Prozesswärme (Industrieöfen, Dampferzeugung, Elektrochemie) → 21 Prozent.
- Mechanische Arbeit (stationäre Motoren, Haushaltsgeräte) → 14 Prozent
- Beleuchtung und EDV → 3 Prozent

(→ Abb.: Der österreichische Energiebedarf 2007 □ 8)



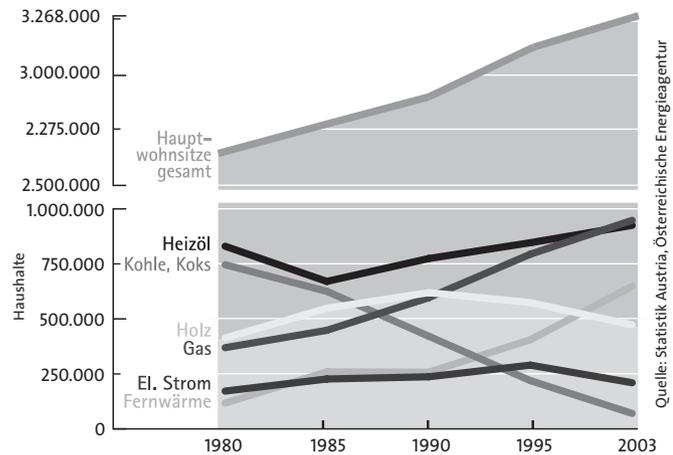
http://www.stockvault.net

## Energetischer Endverbrauch nach Verbrauchszwecken im Jahr 2006



Die Grafik zeigt deutlich, dass nur geringe Mengen des Energiebedarfs durch nachwachsende Rohstoffe gedeckt werden. Raumwärme und Mobilität sind die größten Energieverbraucher.

## Beheizung der österreichischen Haushalte (1980 - 2003)



Österreichs Haushalte werden überwiegend mit den fossilen Energieträgern Erdöl und Gas beheizt. Damit ist eine starke Abhängigkeit von Energieimporten und schwankenden Erdöl- und Erdgaspreisen verbunden.



**Mobilität ist ein wichtiges Thema im Bezug auf Energieverbrauch und Klimaschutz,**

**weshalb sich spezielle Broschüren von Klimabündnis Österreich ausschließlich diesem Bereich widmen.**

**Info & Bestellung**  
**www.klimabuendnis.at**

# Energieverbrauch im Haushalt

(→ Grafik: Energieverbrauch eines österreichischen Haushaltes □ 8)

## Mobilität/Verkehr

Im Durchschnitt wird in Österreich ein Drittel der Gesamtenergie eines Haushalts für Mobilität benötigt. So werden die Hälfte aller Wege unter fünf Kilometer mit dem Auto zurückgelegt, obwohl diese leicht zu Fuß oder per Fahrrad bewältigbar sind. Jede Autofahrt die durch umweltfreundliche Fortbewegung wie zu Fuß gehen, Fahrrad fahren oder Umsteigen auf den öffentlichen Verkehr ersetzt wird, trägt zu einer Reduktion des Energiebedarfs bei.

## Raumwärme und Warmwasser

Zwischen 25 und 50 Prozent der Energie in einem Haushalt wird allein für Heizen aufgewendet. Zu hohe Raumtemperatur, langes Lüften über gekippte Fenster (anstatt kurzem Stoßlüften), schlecht isolierte Wände und Fenster, beheizen unbenutzter Räume etc. bewirken hohe Heizkosten.

(→ **Passivhaus** □ 13).

Die Warmwassererzeugung hat ebenfalls einen hohen Anteil am Energieverbrauch. Auch hier kann eingespart werden, wenn Warmwasser so sparsam wie möglich verwendet wird (kurz duschen, Warmwasser nur aufdrehen wenn es benötigt wird, nicht ungenutzt abfließen lassen). Sonnenkollektoren erwärmen das Wasser mit (Gratis-) Energie der Sonne.

(→ **Sonnenkraftwerke** □ 25).



### Arbeitsblatt 1 / Seite 30 Energietagebuch

SchülerInnen analysieren ihren Energieverbrauch über einen Tag

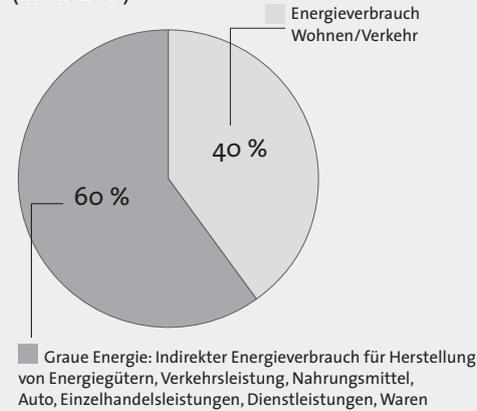
Möglicher Fachbezug: Physik, Geschichte (Vergleich mit Großeltern), Biologie und Umweltkunde

## Strom

Neben der Beleuchtung bestimmen elektronische Geräte vom Laptop über Wäschetrockner, Klimaanlagen bis zum Handy zunehmend die Energienachfrage. 2009 gab es erstmals mehr als eine Milliarde PC-NutzerInnen, berichtet die Internationale Energieagentur (IEA). Dazu kommen zwei Milliarden TV-Geräte, Tendenz steigend. Laut IEA werde sich der gesamte Energieverbrauch solcher Geräte bis 2030 weltweit auf 1.700 Terawattstunden (TWh)<sup>1</sup> verdreifachen. Der steigende Energiebedarf der Informations- und Kommunikationstechnik gefährdet die Fortschritte im Umweltschutz.

## Graue Energie im Haushalt

(in Prozent)



Quelle: Die Nutzung von Umweltressourcen durch die Konsumaktivitäten der privaten Haushalte; Ergebnisse der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen 1995 - 2004, Karl Schoer, Sarka Buyny, Christine Flachmann, Helmut Mayer

## Graue Energie

Um ein vollständiges Bild vom Energieverbrauch der privaten Haushalte zu erhalten, muss neben dem direkten Energieverbrauch (Wohnen und Verkehr) auch der so genannte indirekte Energieverbrauch einbezogen werden. Unter indirektem Energieverbrauch versteht man diejenige Energiemenge, die über die gesamte Produktionskette hinweg aufgewendet wird, um die Konsumgüter der privaten Haushalte herzustellen.

## Größenordnungen

Die gesamte Prozesskette ist bei den meisten Produkten ziemlich komplex, sodass man bei der Berechnung der grauen Energie vereinfachende Annahmen treffen muss. Konkrete Zahlenangaben für den Gehalt an grauer Energie eines Produkts sind dementsprechend unsicher.

Hier trotzdem einige Größenordnungen zur grauen Energie von einzelnen Konsumgütern:

- Ein Kilogramm Schokolade: 2,5 Kilowattstunden
- Ein Paar Schuhe: 8 Kilowattstunden
- Zwei Aluminiumdosen: rund 10 Kilowattstunden (das ist der tägliche Strombedarf eines Vierpersonenhaushaltes)
- Ein Auto: etwa 30.000 Kilowattstunden (das ist der Strombedarf eines Durchschnittshaushaltes für 10 Jahre)



### Arbeitsblatt 2 / Seite 31 Die Graue Energie in Gütern

**Ziel:** Veranschaulichen eines gesamten Produktkreislaufes

Möglicher Fachbezug: Physik, Biologie und Umweltkunde, Geographie und Wirtschaftskunde

<sup>1</sup> 1.700 Terawattstunden (TWh) entsprechen dem aktuellen Gesamtverbrauch aller Haushalte der USA und Japans zusammen. Zum Vergleich: Das Kraftwerk Freudenu produziert im Jahr circa eine Gigawattstunde (0,001 TWh) – etwa 1,85 Prozent des österreichischen Stromverbrauchs.



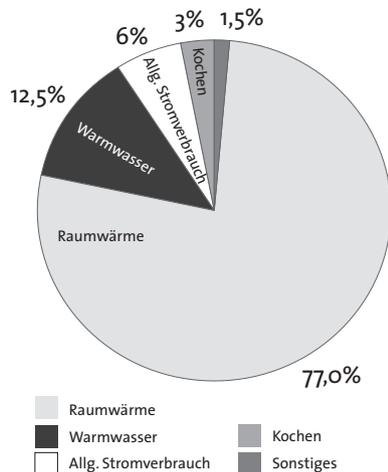
## Heizungspumpen – die versteckten

### Stromfresser

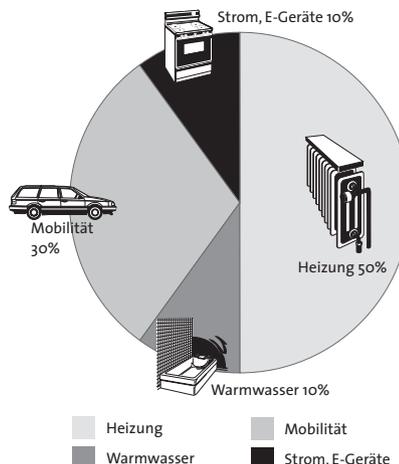
Umwälzpumpen in Heizungsanlagen können, wenn sie falsch dimensioniert sind, bis zu einem Fünftel der Stromkosten ausmachen.

Pumpen mit 100 Watt Leistung lassen sich relativ einfach gegen eine geregelte Pumpe mit 25 Watt oder einer hocheffizienten Pumpe mit nur sieben bis zehn Watt austauschen. Das bedeutet: Gleiche Wärme in der Wohnung aber bis zu 80 Prozent weniger Stromverbrauch.

### Energieverbrauch eines österreichischen Haushaltes (ohne Transport) (in Prozent)

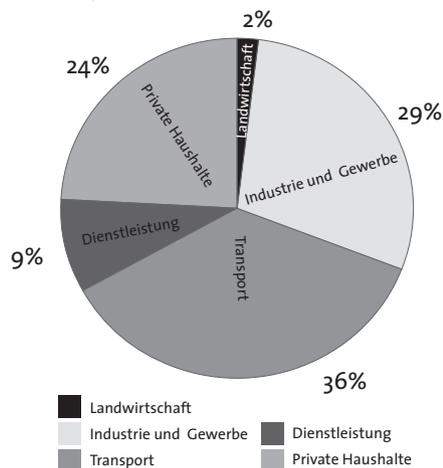


### Energieverbrauch eines Haushaltes (inkl. Verkehr) (in Prozent)

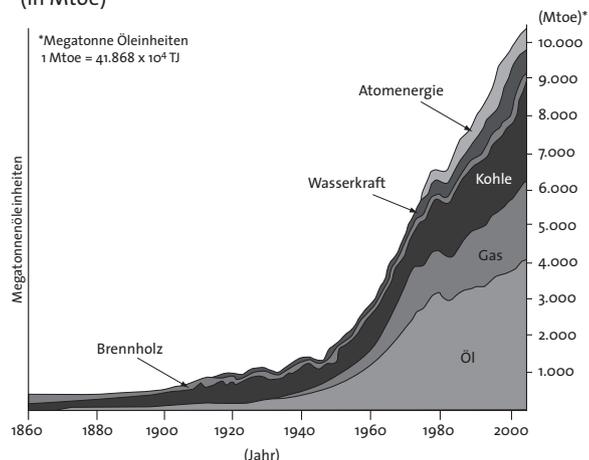


Quelle: Statistik Austria

### Der österreichische Energiebedarf 2007 (in Prozent)



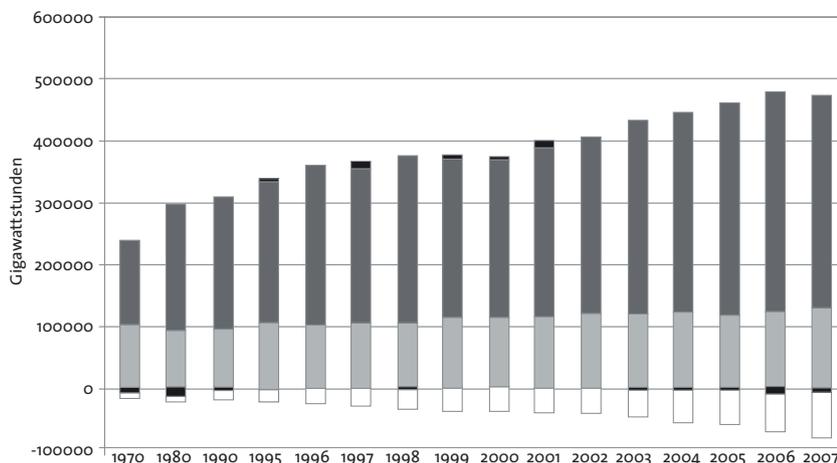
### Entwicklung des Energiebedarfs weltweit (in Mtoe)



Quelle: Statistik Austria

Quelle: imi / www.energie-perspektiven.de (Grafik: OECD/IEA)

### Entwicklung der Gesamtenergiebilanz Österreichs (in GWh)



Die Grafik zeigt die Abhängigkeit Österreichs von Energieimporten.

- Inland. Erzeugung v. Rohenergie
- Importe
- Lager
- Exporte

Quelle: Statistik Austria

# Energiehunger - Auswirkungen

## Energie & Klima

Derzeit verbrauchen wir an einem einzigen Tag mehr fossile Brennstoffe als die Erde in 1000 Jahren erzeugt hat. Damit wird auch an einem einzigen Tag mehr Kohlendioxid freigesetzt, als zuvor in 1000 Jahren aus der Atmosphäre gebunden wurde.

Die derzeitige atmosphärische Kohlendioxidkonzentration ist von einem vorindustriellen Wert von 280 ppm (Teilchen pro Million) auf 380 ppm geklettert und übersteigt die natürliche Bandbreite der letzten 650.000 Jahre bei weitem. Grund für den kontinuierlichen Anstieg ist der verschwenderische Umgang mit fossilen Brennstoffen – Kohle, Erdöl, Erdgas – und die Abholzung der letzten großen Urwälder.

Die erhöhte Produktion von Treibhausgasen bewirkt eine zusätzliche Klimaerwärmung.

Eine merkbare Klimaveränderung können wir schon heute feststellen: Die Durchschnittstemperatur der Erdoberfläche stieg in den letzten 100 Jahren um etwa  $0,74^{\circ}\text{C}$  an – allerdings ist die Erwärmung in den Alpen mit ca.  $2^{\circ}\text{C}$  wesentlich höher. Diese durchschnittliche Temperaturdifferenz sieht nach wenig aus, ist aber eine massive Veränderung des extrem komplexen Klimasystems. So betrug der Temperaturunterschied zwischen einer Eiszeit und einer Warmzeit rund  $5^{\circ}\text{C}$ .

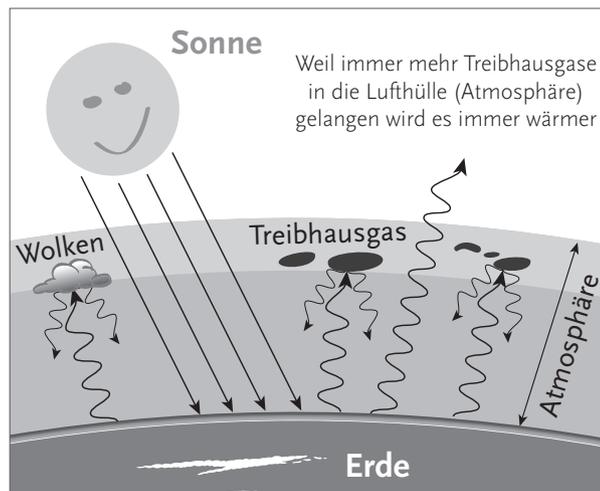
## Der Treibhauseffekt

Die kurzwelligen Strahlen der Sonne durchdringen die Luftschicht um unsere Erde (Atmosphäre) weitgehend ungehindert. Wenn sie auf die Erde treffen werden sie aufgenommen (absorbiert) oder als langwellige Strahlen (= Wärme) reflektiert.

Die Wärme würde sofort wieder in den kalten Weltraum entweichen, wird aber von Wasserdampf und Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) in der Atmosphäre daran gehindert. Wie in einem Glas- bzw. Treibhaus wird die warme Luft zurückgehalten und im Inneren des Treibhauses – in unserem Fall auf der Erde – wird es warm. Man spricht dabei vom „natürlichen Treibhauseffekt“, der dafür verantwortlich ist, dass Leben auf der Erde überhaupt erst möglich wurde.

Ohne Treibhauseffekt, läge die Durchschnittstemperatur auf der Erde bei minus  $18^{\circ}\text{C}$  statt wie heute – ohne Klimaerwärmung – bei rund  $15^{\circ}\text{C}$  plus. Der natürliche Treibhauseffekt wird seit kurzer Zeit (circa 200 Jahre) auch noch durch den „an-

thropogenen“ Treibhauseffekt (= „vom Menschen verursacht“) verstärkt. Die Verbrennung fossiler Energieträger wie Erdöl, Gas und Kohle setzt riesige Mengen  $\text{CO}_2$  frei. Zudem erzeugen die Landwirtschaft (z.B. Rinderzucht, Reisanbau, u.a.) und industrielle Prozesse Lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ), Methan ( $\text{CH}_4$ ) und synthetische Treibhausgase.  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  und weitere Gase verstärken den natürlichen Treibhauseffekt.



(vereinfachte schematische Darstellung, Quelle: Klimabündnis Kärnten)



## Arbeitsblatt 3 / Seite 32

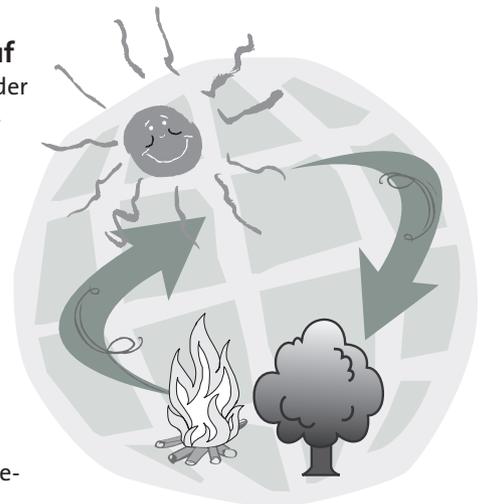
### Treibhaus Erde

Möglicher Fachbezug: Biologie und Umweltkunde, Chemie, Physik,

## Der Kohlenstoff-Kreislauf

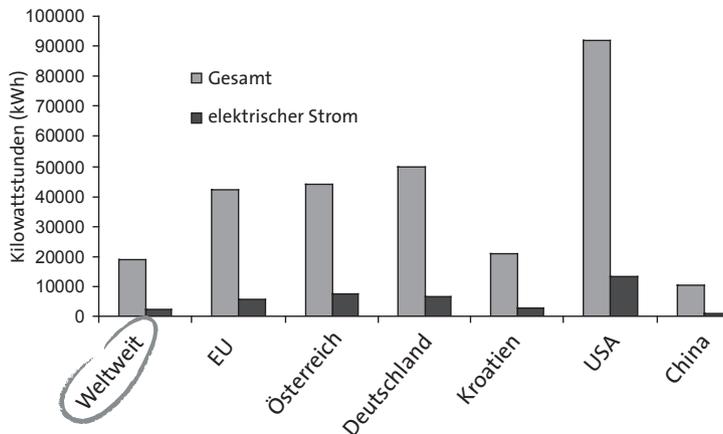
Pflanzen binden mit Hilfe der Sonnenenergie das Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) aus der Luft und bauen zusammen mit Wasser Biomasse auf. Als „Abfallprodukt“ entsteht dabei Sauerstoff ( $\text{O}_2$ ). Die pflanzliche Biomasse wird über Organismen (als Nahrung) abgebaut (verrottet) oder verbrannt und setzt das aufgenommene Kohlendioxid wieder frei.

Werden Erdöl, Kohle oder Gas verbrannt, gelangt sehr viel mehr Kohlendioxid in die Luft, als gebunden wird. Der Kohlenstoff-Kreislauf ist gestört.



## Energie für alle !?

Jährlicher Energieverbrauch pro Kopf (in kWh)



Quelle: www.earthtrends.wri.org Energy 2005

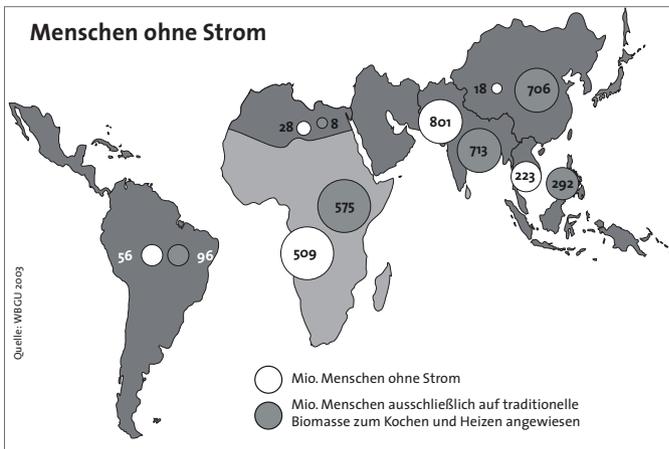
Die Grafik zeigt, dass unser pro Kopf Energieverbrauch erheblich über dem des Weltdurchschnitts liegt. Somit ist auch das Potenzial, Energie einzusparen bei uns am größten, wohingegen Länder wie China und Indien noch deutlich unter dem mittleren Energieverbrauch liegen.

Für uns in den Industrieländern sind fossile Energieträger die wichtigste Energiequelle (circa 80 Prozent der Energie stammt aus Kohle, Erdöl und Erdgas).

Würden alle Menschen dieser Welt einen so hohen Energieverbrauch wie wir aufweisen, so wären die Erdöl- und Erdgasvorkommen in kürzester Zeit verknappt und die Preise für diese Rohstoffe weit höher.

Die Folgen des übermäßigen Energiekonsums wie z. B. Erschließung neuer Erdöl-Fördergebiete mitten im Regenwald oder Klimawandel bekommen jedoch besonders die Menschen zu spüren, die diese Energie gar nicht verwenden.

Menschen ohne Strom



Quelle: WRI/CIU 2003



© voreba, Irma/PIXELIO



**Rund ein Drittel der Weltbevölkerung hat keinen Zugang zu elektrischer Energie! Sie nutzen lediglich Primärenergie (z.B. Holz) als Energiequelle!**



### Arbeitsblatt 4 / Seite 33

#### Die Aludose und der Regenwald

Möglicher Fachbezug: Geschichte und Sozialkunde, Geographie und Wirtschaftskunde, Biologie und Umweltkunde, Chemie, Physik, Religion evtl. Ernährung und Haushalt



### Arbeitsblatt 5 / Seite 34

#### Armut und Klimawandel – ein globales Problem

Möglicher Fachbezug: Religion, Deutsch, Geschichte und Sozialkunde/PB, Geographie und Wirtschaftskunde, Biologie und Umweltkunde, Physik



### Arbeitsblatt 6 / Seite 35

#### Gerecht oder ungerecht? Treibhausgashandel

Möglicher Fachbezug: Religion, Deutsch, Geschichte und Sozialkunde /PB, Geographie und Wirtschaftskunde, Biologie und Umweltkunde, Physik



### Arbeitsblatt 7 / Seite 36

#### Die Erde bei Nacht

Möglicher Fachbezug: Religion, Deutsch, Geschichte und Sozialkunde /PB, Geographie und Wirtschaftskunde, Biologie und Umweltkunde, Physik



### Arbeitsblatt 24 / Seite 53

#### Der Durst nach Öl – Erdölförderung im Regenwald

Möglicher Fachbezug: Religion, Geschichte und Sozialkunde /PB, Geographie und Wirtschaftskunde, Biologie und Umweltkunde, Chemie, Physik, evtl. Deutsch

# Energie und Nahrung

## Essen – Was da alles drinnen steckt!

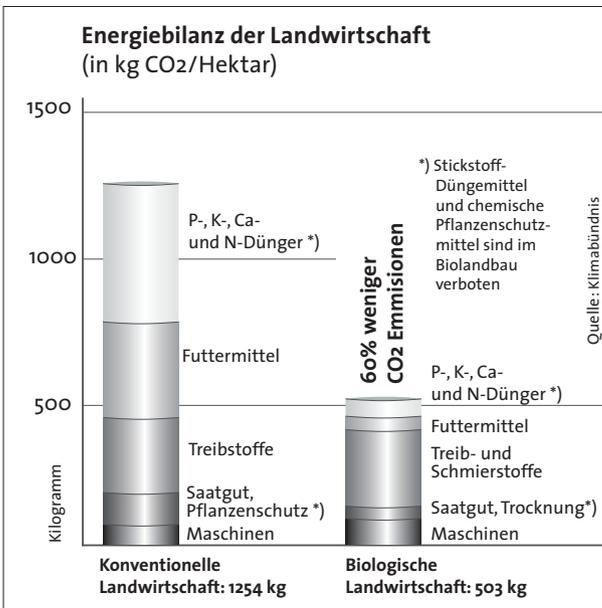
Der weltweite Anteil an Kohlendioxid-Emissionen durch die Nahrungsmittelproduktion wird auf 20 Prozent geschätzt.

Quelle: Forschungsinstitut für biologischen Landbau, 2009

Durch biologische Landwirtschaft kann der Kohlendioxid-Ausstoß um bis zu 60 Prozent reduziert werden. Dies ergibt sich vor allem aus dem Verzicht auf, in der Herstellung energieintensive, künstliche Düngemittel und Pflanzenschutzmittel, Verzicht auf Futtermittelimporte und der CO<sub>2</sub>-Bindung durch größere Wurzelmassen. (Humusaufbau).



Sojapflanzungen für Viehfutter und Agrodiesel ©IohannKandler



die „verrauchte“ Luft die BewohnerInnen gefährdete. Diese Waldbrände konnten nur von der jährlich einsetzenden Regenzeit gelöscht werden! Die Menschen, die dort zuvor gelebt haben, verloren dadurch nicht nur ihre Lebensgrundlage, sondern wurden auch brutal aus ihrer ursprünglichen Heimat vertrieben und konnten nicht wieder zurückkehren.

## Was sind Agrotreibstoffe?

### Biodiesel

... wird aus dem Öl von so genannten Energiepflanzen gewonnen. In Europa ist das hauptsächlich Raps (und zum geringeren Anteil auch Sonnenblumen), in Amerika Soja und in Südostasien Palmöl.

### Bioethanol („Biosprit“)

... ist ein Agraralkohol der aus Zucker und stärkehaltigen Pflanzen (Mais, Zuckerrübe, Zuckerrohr, Getreide u.ä.) hergestellt wird.

Biodiesel und Bioethanol sind niemals Produkte aus nachhaltiger, biologischer Landwirtschaft. Ganz im Gegenteil: Der Rohstoff für diesen Diesel- und Benzinersatz stammt meist aus riesigen Monokulturen, denen zuvor fruchtbares Ackerland oder lebensnotwendiger Regenwald zum Opfer fielen.

„Die 800 Millionen Menschen, die ein Auto besitzen und dabei zugleich selbstverständlich satt sind, stehen mit ihrem Wunsch nach Agro-Treibstoffen in direkter Konkurrenz zu den drei Milliarden Menschen, die wegen winziger Einkommen kaum genug Nahrung kaufen können!“ warnt Lester Brown, Direktor des World Watch Institutes, vor dem endgültigen Versagen der Landwirtschaft im Kampf gegen den Hunger.

## Essen oder Fahren? - Der Regenwald im Tank

In Österreich wurden 2006 pro Kopf rund 1.280 Liter Treibstoff verbraucht – Tendenz steigend (Weltdurchschnitt: 352 l). Um den österreichischen Treibstoffverbrauch durch Agrotreibstoffe zu ersetzen, wäre ein Vielfaches der in Österreich verfügbaren Ackerflächen notwendig. Schon jetzt müssen für das zehnjährige Beimischungsziel über 85 Prozent importiert werden!

Um diese Nachfrage zu befriedigen werden jeden Tag riesige, unberührte Regenwaldflächen zerstört und durch Ölpalm-Plantagen ersetzt.

In Indonesien sind die Brandrodungsflächen jedes Jahr so groß, dass sogar im über 1000km (Strecke Wien – Paris!) entfernten Singapur und Kuala Lumpur Schulen geschlossen bleiben müssen, weil

## Die Nahrungskette im Kreislauf

Energie wird nicht nur bei technischen Abläufen umgewandelt – sondern auch bei Wachstumsprozessen in der Natur. Es geht dabei darum, Energie aufzunehmen, umzuwandeln und weiterzugeben.



bioobst@uschi\_dreucker\_pixelio

markt@sandra\_schaetz\_pixelio

Obst bunt kboe

Pflanzen bilden die **Basis jeder Nahrungskette**, entlang der Energie „weitergegeben“ wird. Sie bauen bei ihrem Wachstum durch Photosynthese mit Hilfe von Sonnenenergie und Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) Pflanzenmaterial auf (**Primärproduzenten**). Von der Energie, die die Sonne auf die Erde strahlt wird nur ein Bruchteil in Form von pflanzlicher Biomasse gespeichert. Der Großteil der Sonnenenergie wird wieder ungenutzt ins Weltall zurückgestrahlt.

Pflanzen dienen Tieren und Menschen (**Konsumenten**) als Nahrung.

Hier unterscheidet man in weiterer Folge pflanzenfressende **Primär**-Konsumenten und fleischfressende **Sekundär**-Konsumenten.

Die Energiemenge, die im Laufe der Nahrungskette von Pflanzen (Primärproduzenten) an Pflanzenfresser (Primärkonsumenten) und schließlich Fleischfresser (Sekundärkonsumenten) weitergegeben wird, nimmt von Stufe zu Stufe deutlich ab. Es kann davon ausgegangen werden, dass beim Übergang von einer Ebene zur nächsten lediglich zehn Prozent der Energie die nächste Stufe erreichen. Man spricht daher auch von Energiepyramiden.



### Erdölfresser: Beheiztes Glashaus

Der Heizenergieverbrauch der in Österreich produzierten Glashaustomaten ist weit höher als der Energieverbrauch für den LKW-Transport von Importtomaten aus weit entfernten Ländern.

#### Treibhaus-Jause gefällig?

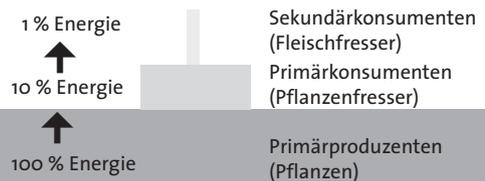
1 Glashaustomate (beheizt) konventionell	651 g CO <sub>2</sub>
1 Freilandtomate konventionell aus den 3000 km entfernten Ländern	13 g CO <sub>2</sub>
1 Freilandtomate aus der Region	6 g CO <sub>2</sub>
1 Bio-Tomate aus der Region	3 g CO <sub>2</sub>
1 Apfel aus Südafrika konventionell	220 g CO <sub>2</sub>
1 heimischer Bio-Apfel	50 g CO <sub>2</sub>

Quelle: mod. nach Taylor, 2001 u. Salmhofer, o. J.

Die beste Energie- und Klimabilanz weisen Produkte aus biologischer, regionaler und saisonaler Landwirtschaft auf.

Quelle: Hahn K., Salmhofer Ch., Wind G.: Welche Paradieser kommen aus dem Paradies, SOL 2005

### Energiepyramide



### Arbeitsblatt 8 / Seite 37

#### Wie viel Energie braucht ein Mensch?

Möglicher Fachbezug: Mathematik, Physik, Ernährung und Haushalt,

Biologie und Umweltkunde

# Energie sparen

Die klimafreundlichste Energie ist jene Energie, die erst gar nicht verbraucht wird.

Obwohl in Österreich die Energieerzeugung im Bereich der erneuerbaren Energien (Wind, Biomasse, Sonne, etc.) zugenommen hat, kann dies noch nicht den steigenden Energieverbrauch decken. Dabei gibt es zahlreiche Möglichkeiten Energie zu sparen.

## Raumwärme und Warmwasser

Im Bereich der Raumwärme und des Warmwassers gibt es großes Einsparpotential:

### Passivhaus

Durch die ausgesprochen gute Wärmedämmung und den Einsatz einer kontrollierten Wohnraumbelüftung benötigt das Haus keine klassische Heizung. Diese Häuser werden „passiv“ genannt, weil der überwiegende Teil des Wärmebedarfs aus „passiven“ Quellen gedeckt wird, wie Sonneneinstrahlung und Abwärme von Personen und technischen Geräten.

In den meisten Fällen werden Solarkollektoren zur Warmwasseraufbereitung eingesetzt.

(→ Arbeitsblatt 51)

Folgende Punkte zeichnen ein Passivhaus aus:

#### → Guter Wärmeschutz und Kompaktheit

Alle Bauteile der Außenhülle müssen rundum sehr gut wärmegeklämt werden. Kanten, Ecken, Anschlüsse und Durchdringungen müssen besonders sorgfältig geplant werden, um Wärmebrücken zu vermeiden. Alle nicht lichtdurchlässigen Bauteile der Außenhülle des Hauses sind so gut gedämmt, dass sie einen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert, früher k-Wert) kleiner als  $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  haben. Pro Grad Temperaturunterschied und Quadratmeter Außenfläche gehen höchstens  $0,15$  Watt verloren.

#### → Südorientierung und Verschattungsfreiheit

Geeignete Orientierung und Verschattungsfreiheit sind weitere Voraussetzungen, damit der „passive“ Solarenergiegewinn optimiert und zum entscheidenden Wärmelieferanten werden kann. Dies gilt insbesondere für freistehende Einfamilienhäuser. Im Geschosswohnungsbau und bei anderen kompakten Gebäudeformen kann der Passivhaus-Standard auch ohne Südorientierung funktionieren.

#### → Superverglasung und Superfensterrahmen

Die Fenster (Verglasung einschließlich der Fen-



Quelle: IG Passivhaus, Genböck, Haus

sterrahmen) sollen einen U-Wert von  $0,80 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  nicht überschreiten, bei g-Werten um 50% (g-Wert = Gesamtenergiedurchlassgrad, Anteil der für den Raum verfügbaren Solarenergie).

#### → Luftdichtheit des Gebäudes

Die Leckage (=Undichtheit) durch unkontrollierte Fugen muss beim Test mit Unter-/ Überdruck von 50 Pascal kleiner als  $0,6$  Hausvolumen pro Stunde sein.

#### → Passive Vorerwärmung der Frischluft

Die Frischluft kann über einen Erdreich-Wärmetauscher in das Haus geführt werden. Selbst an kalten Wintertagen wird die Luft so bis auf eine Temperatur von über  $5^\circ \text{C}$  vorerwärmt. Dies ist eine sinnvolle Option, aber nicht unbedingt bei jedem Passivhaus erforderlich.

#### → Hochwirksame Rückgewinnung der Wärme aus der Abluft mit Gegenstromwärmeübertragung

Die Komfortlüftung mit Wärmerückgewinnung bewirkt in erster Linie eine gute Raumluftqualität - in zweiter Linie dient sie der Energieeinsparung. Im Passivhaus werden mindestens 75 Prozent der Wärme aus der Abluft über einen Wärmeüberträger der Frischluft wieder zugeführt.

#### → Erwärmung des Brauchwassers mit teilweise erneuerbarer Energie

Mit Solarkollektoren oder auch mit Wärmepumpen wird die Energie für die Warmwasserversorgung gewonnen.

#### → Energiespargeräte für den Haushalt

Kühlschrank, Herd, Tiefkühltruhe, Lampen und Waschmaschine als hocheffiziente Stromspargeräte sind ein unverzichtbarer Bestandteil für ein Passivhaus.

Quelle: [www.passiv.de](http://www.passiv.de)

#### Mehr Infos rund ums Passivhaus:

[www.passiv.de](http://www.passiv.de)

[www.igpassivhaus.at](http://www.igpassivhaus.at)



#### Arbeitsblatt 9 / Seite 38

#### Das Passivhaus

Möglicher Fachbezug:

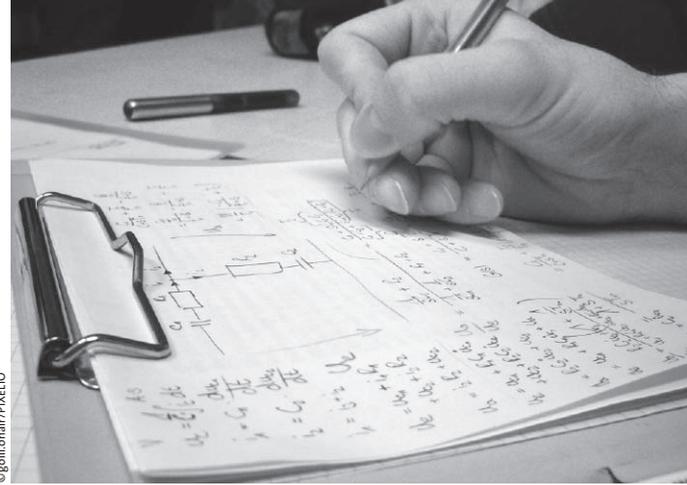
Physik, evtl. Biologie und Umweltkunde, Technisches Werken



© Architekt RONACHER



Quelle: IG Passivhaus



© gollonair/PIXELO

## Strom

Achtet man schon beim Kauf von Elektrogeräten auf den Energieverbrauch – erspart man sich einen Teil der laufenden Stromkosten. Unter [www.topprodukte.at](http://www.topprodukte.at) ist der Energieverbrauch verschiedenster Elektrogeräte angegeben.



### Graue Energie von Stromkraftwerken

Eine Photovoltaikanlage produziert in circa drei Jahren die Energie, die bei der Herstellung verbraucht wurde. Bei einer Windkraftanlage sind es sogar drei bis sechs Monate.

Ein Kohle- oder Gaskraftwerk kann hingegen nie die Energie erzeugen die "hineingesteckt" wird, da regelmäßig Brennstoffe nachgefördert werden müssen.



### Arbeitsblatt 10 / Seite 39

#### Augen auf beim Produktkauf

Labels geben Auskunft über den Energieverbrauch

Möglicher Fachbezug: Geographie und Wirtschaftskunde, Physik, Biologie und Umweltkunde, Ernährung und Haushalt



### Arbeitsblatt 11 / Seite 40

#### Wie gefräßig sind Elektrogeräte?

Labels geben Auskunft über den Energieverbrauch

Möglicher Fachbezug: Physik, evtl. Mathematik

## Graue Energie

Die Erzeugung von Produkten braucht enorme Mengen an Energie. Daher gilt: Zuvor überlegen, ob etwas wirklich gebraucht wird – und schließlich langlebige, qualitativ hochwertige, energiesparende Produkte kaufen.

(→ **Graue Energie** □ 7)

(→ **Arbeitsblatt Prozesskette** □ 31).

## Die Energiesparschule

### Das BONUS-Modell – Ablauf eines umfassenden Energiesparprojekts

Fachbezug: fächerübergreifend, erprobt von Schulen in Österreich und Deutschland



Wozu ist eine Glühbirne da?

Dumme Frage?

Natürlich um einen Raum zu beleuchten.

Aber wofür braucht eine Glühbirne den Großteil (nämlich 95 Prozent) ihrer Energie?

Sie erzeugt Wärme.

Energiesparlampen und LEDs (Leuchtdioden) kommen mit weit weniger Energie bei gleicher Leuchtkraft aus. Energiesparlampen müssen gesondert entsorgt werden.

## Ziel

Die Schule versucht ihren Energieverbrauch zu reduzieren, praxisorientiertes Wissen zu vermitteln und eine Sensibilisierung der SchülerInnen zu erreichen.

Allein durch bewusstseinsbildende Maßnahmen können bis zu zehn Prozent an Energie eingespart werden. Beim BONUS-Modell wird die Schule an den eingesparten Energiekosten beteiligt.

## Projekttablauf

### A) Gründung eines Projektteams

Projektbeteiligte

- SchülerInnen
- LehrerInnen
- HausmeisterIn
- Putzpersonal
- Medien
- Gemeindevertretung/Schulerhalter

### B) Analyse der Ist-Situation

Energiecheck der Schule: Wo wird Energie ver(sch)wendet? Die Gemeinde bzw. der Schulerhalter stellt Energieverbrauchsdaten der letzten Jahre zur Verfügung. Bei der Analyse der Ist-Situation finden sich zusätzlich zu bewusstseinsbildenden oft auch bauliche oder investive Maßnahmen. Diese Energiesparmaßnahmen sollten zusammengefasst und an den Schulerhalter übergeben werden. Vielleicht können diese Verbesserungsvorschläge umgesetzt werden.



### Arbeitsblatt 15 / Seite 44

#### Energieprotokoll

Möglicher Fachbezug: Physik, Biologie und Umweltkunde, fächerübergreifend



### Arbeitsblätter 16–19 / Seiten 45–48

#### Energiecheck (s. Abb. Seiten 15 und 20)

Möglicher Fachbezug: Physik, Biologie und Umweltkunde, fächerübergreifend



### Arbeitsblätter 20 / Seite 49

#### (dont) Mess around – Energieverbrauch messen!

Möglicher Fachbezug: Physik, Mathematik

©Card Altmann/geralt/PIXELO



hs\_ardaggerPCStudent Lukas Maistry

### C) Maßnahmenplanung und Durchführung von Maßnahmen

(siehe Aktionsideen rechte Spalte)

### D) Kontrolle der Maßnahmenumsetzung Energiebuchhaltung:

Mit einer Energiebuchhaltung kann die Energieeinsparung auch konkret in Zahlen belegt werden. Energieverbrauch und Kosten werden regelmäßig eingetragen und sind somit vergleichbar. (Die Unterstützung durch den Schulerhalter ist notwendig).

Achtung: Oftmals gibt es eine gemeinsame Energiebuchhaltung für mehrere Gebäude. Dadurch wird der Nachweis des Einsparungspotenzials der konkreten Schule schwieriger.

### Sonderpunkt: BONUS-Modell – Die Schule profitiert finanziell von den eingesparten Energiekosten

In einer Vereinbarung zwischen Schule und Schulerhalter wird festgehalten, dass die Schule einen Anteil von den eingesparten Energiekosten bekommt. Dies kann sowohl in Form von Geldbeträgen oder in Sachleistungen erfolgen.



### Arbeitsblatt 26 / Seite 55 Vereinbarung

Möglicher Fachbezug: Physik, Biologie und Umweltkunde, fächerübergreifend



Abteigymnasium Seckau

## Aktionsideen

### Messen der Raumtemperatur

Mit den SchülerInnen wird der richtige Umgang mit Heizung, elektrischer Energie und Abfall erarbeitet.

Mögliche Umsetzung:

Pro Klasse führen je zwei SchülerInnen für drei Wochen Temperaturmessungen in den Klassen, am Fenster, an der Innenwand und am Gang durch.

Hinweis: Vorraum, Gang, Toiletten und die Garderoben müssen weniger stark beheizt werden.

### Licht

Die Leuchtstoffröhren in den Klassen und am Gang werden von den SchülerInnen, sobald sie nicht gebraucht werden, abgedreht. Bei weiteren Geräten wird sofort nach dem Verbrauch der Netzschalter gezogen oder Stand-by-frei gesetzt (durch Spezialsteckdose mit Netzschalter).

Schilder bei Lichtschaltern, Drucker und Elektrogeräten erinnern ans Abschalten.

### Workshops zum Thema

#### Energie und Energiesparen

Organisationen wie Klimabündnis oder die IG Windkraft bieten Workshops rund um das Thema Energie und Energiesparen für Schulklassen an.

Mehr Infos:

[www.klimabuendnis.at](http://www.klimabuendnis.at) [www.igwindkraft.at](http://www.igwindkraft.at)

### Tag der Sonne

Am Europäischen Tag der Sonne, der jeweils im Mai stattfindet, wird vielerorts die Gelegenheit geboten, sich über Solaranlagen zu informieren.

Gemeinden, Betriebe, Schulen, Kindergärten und Beratungsstellen setzen im Rahmen des Aktionstages zahlreiche Aktivitäten:

- Infostände, Vorträge und kostenlose Solarberatung
- Live-Kranmontagen von Solaranlagen, Anlageneröffnungen
- Tanz- und Gesangsaufführungen von Schulklassen, Ausstellungen von SchülerInnenarbeiten
- „Tag der offenen Tür“ bei Herstellern mit Infos, Musik, Werksführung, Beratung
- Hausmessen bei Installateuren mit kostenloser Energieberatung
- Luftballonstarts mit Wunschkarten an die Solar-Zukunft

Mehr Infos:

[www.solarwaerme.at/lehrer-center](http://www.solarwaerme.at/lehrer-center)



Hak Waldhofen



BRG Marchegggasse



BRG Volders



### Weitere Infos zu den Aktionsideen und zusätzliche Projektvorschläge:

www.klimabuendnis.at – Mitglieder – Schulen  
– vorbildliche Schulprojekte

- Nutzung der Erdwärme
- Pufferräume im Norden
- Wärmerückgewinnung aus der Abluft
- Solaranlage
- Photovoltaikanlage
- Lage: Wird das Grundstück durch Bäume, Nachbarhäuser, Berge beschattet?

Mit den sich ergebenden U-Werten ist das Haus als Passivenergiehaus einzustufen. Es werden nicht mehr als 15 kWh/m<sup>2</sup> verbraucht. Es gibt keine konventionelle Heizung. Es wird die Wärme aus der Abluft mittels Luftwärmepumpe genutzt.

(s.S. 13 Abb. Passivhaus)

#### Wichtig:

- Die SchülerInnen sollen für das Thema sensibilisiert werden.
- Es soll ihnen eine Möglichkeit gegeben werden, ihre Kreativität in Architektur und Energieeinsparung verwirklichen zu können.
- Die physikalischen und technischen Hintergründe, die in einem Passivhaus stecken sollen erklärt werden.

Für weitere Unterrichtsfächer bietet sich eine Abschätzung der zu erwartenden Kosten an. (Kreditrechnungen, Energieverbrauchsrechnungen mit herkömmlichen Haus und Passivhaus).

#### Energiegeladenes Schulfest

Spiel und Spaß mit einer Info-Rallye rund um Energie, Energiegedichten, Energiekugeln zum Essen, Windräderbastelstationen, Bau eines Solaranlagenmodells, etc.

Mehr Ideen:

www.klimabuendnis.at

#### Energiesparkalender

Erprobt von: Hauptschule Kirchberg am Wechsel  
Ein Kalender mit wöchentlichen oder monatlichen Energiespartipps wird gestaltet, vervielfältigt und schließlich verkauft.

#### Energiedetektive

SchülerInnen nehmen das Schulgebäude unter die Lupe. Pro Klasse werden zwei Energiedetektive bestimmt, die darauf achten, dass Energie vernünftig genutzt wird (z. B. Licht abschalten sobald es hell wird, Stoßlüften statt Fenster kippen.)

#### Wir bauen ein Passivhaus

Fachbezug: fächerübergreifend

Erprobt von PTS Bischofshofen

#### Projekttablauf:

Vorbereitung: Zuerst werden Begriffe wie U-Wert, Heizlast und Heizenergiebedarf im Internet gesucht. Im Physik-Unterricht werden Leistung, Elektrische Leitung und Heizwert durchgenommen. Wichtig ist dabei immer der Praxisbezug.

In Naturkunde, Ökologie und Gesundheitslehre kann das Thema Energie, Energieträger, erneuerbare Energieträger, Energiesparen, Klimawandel, Kyoto-Abkommen und das Klimabündnis behandelt werden.

Nächster Schritt: Nun wird ein Passivhaus geplant und als Modell gebaut. Es gibt einige Punkte die eingehalten werden müssen um ein Energiesparhaus zu bauen:

- Große Fenster im Süden, kleine im Norden
- Luftdichtheit des Gebäudes
- Speicherwirksame Massen



#### Arbeitsblatt 9 / Seite 38 Passivhaus

Möglicher Fachbezug:  
Physik, Mathematik



#### Arbeitsblatt 12 / Seite 41 Licht aus!

Möglicher Fachbezug:  
Physik, Mathematik



#### Arbeitsblatt 13 / Seite 42 Was kann ich tun um weniger Energie zu verbrauchen?

Möglicher Fachbezug:

Physik, Biologie und Umweltkunde, Geographie und Wirtschaftskunde



#### Arbeitsblatt 14 / Seite 43 Steck it out! – Mehr Taschengeld durch Energiesparen!

Achtung: Hier müssen die Eltern der SchülerInnen einverstanden sein. Allerdings wurde diese Idee zum Energiesparen zu Hause schon oft als Win-Win-Situation erkannt und begeistert aufgenommen.

# Energiequellen

Die Natur bietet verschiedenste Energiequellen, die vom Menschen genutzt werden. Dabei wird zwischen erneuerbaren und nicht erneuerbaren Energiequellen unterschieden:

(→ **Glossar** □ 56)

## Erneuerbare Energiequellen

Zu den erneuerbaren Energiequellen zählen Sonne, Wind, Wasser, Biomasse und Erdwärme. Diese Energieformen sind im Wesentlichen unbeschränkt vorhanden (Sonne und Wind) oder wachsen bei richtiger Bewirtschaftung in relativ kurzen Zeiträumen wieder nach.

(→ **Biomasse** □ 18)



Windrad (©) June



energie Pflanzenmaterial bilden.

Die so gespeicherte Energie können wir als Nahrung zu uns nehmen (Getreide, Gemüse, Obst), Tiere füttern (Kühe, Hühner, Schweine u.a.) oder auch verbrennen und zum Heizen, Kochen oder zur Stromerzeugung verwenden.

Auch die fossilen Energieträger wie Erdöl, Kohle und Erdgas sind gespeicherte Sonnenenergie, die



© gerhardt PIXELIO

### Sonne

Die Sonne schickt täglich 10.000-mal mehr Energie auf die Erde, als die Menschen pro Tag benötigen. Das heißt ein Tag liefert Energie für 27 Jahre - und das noch dazu gratis. Die Solarenergie kann also einen großen Beitrag zur Energieversorgung leisten.

(→ **Sonnenkraftwerke** □ 25, 26)

(→ **Solarkollektoren** □ 51)

#### Die Sonne – unser Energiequell

Die Sonne kann von uns direkt genutzt werden, aber auch auf zahlreichen Umwegen

So nutzen wir z. B. die Kraft des Windes, den es ohne Sonnenenergie nicht geben würde. Oder die Kraft von Wasser, das einen Berg hinunterfließt: Die Sonne verdunstet Wasser, das als Wasserdampf aufsteigt und dann in Form von Regen woanders wieder heruntermfällt.

Aber auch alle Pflanzen auf der Erde speichern Sonnenenergie, indem sie für ihr Wachstum durch Photosynthese aus Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und Sonn-

vor Jahrmillionen in Pflanzen und Tieren gebunden wurde. Neben der Sonnenenergie gibt es noch weitere Energiequellen, die jedoch in wesentlich geringerem Ausmaß genutzt werden.

So dient z. B. die Kraft der Gezeiten als Energiequelle, die durch Erddrehung und Mond verursacht wird (Gravitationsenergie).

Die immense Hitze im Erdinneren wird mittels geothermischer Kraftwerke genutzt.



#### **Arbeitsblatt 21 / Seite 50** **Energie in der Zukunft**

Möglicher Fachbezug: Physik, Chemie, Biologie und Umweltkunde evtl. Geographie und Wirtschaftkunde



#### **Arbeitsblatt 22 / Seite 51** **Warmwasser von der Sonne**

Möglicher Fachbezug: Physik



aboutpixel.de / Windräder © captivklrk

## Wind

Windenergie ist eine indirekte Form der Sonnenenergie. Durch die Sonne erwärmte Luftpakete steigen auf und sinken an anderer Stelle als kühlere Luft wieder ab. Dadurch entsteht ein Luftzug – der Wind. Von der leichten Brise bis zum Sturm, wir alle kennen die Kraft, mit der uns der Wind um die Ohren blasen kann. Segelschiffe waren seit dem Altertum bis ins 19. Jahrhundert die wichtigsten Verkehrsmittel für den Transport von Gütern und Personen über längere Distanzen. Um Getreide zu mahlen wurden schon damals Windmühlen eingesetzt. Heute werden Windräder zur Stromerzeugung verwendet. Ganze Windparks wandeln die Energie des Windes zu Strom um.

## Wasser

Wasserkraft wurde schon in vorindustrieller Zeit zum Antrieb von Mühlen, Säge- und Hammerwerken verwendet. Die kinetische und potenzielle Energie (→ **Glossar** □ 21) von Wasser wird über ein Turbinen- oder Wasserrad in mechanische Rotationsenergie umgewandelt. Diese dient dem Antrieb von Maschinen oder Generatoren (→ **Kraftwerke** □ 21).

In Österreich gibt es aufgrund seiner geografischen Lage in den Alpen und den klimatischen Bedingungen Mitteleuropas umfangreiche Niederschläge und reichlichen Zufluss. Alpenflüsse und Donau entwässern das Land. Da Bäche und Flüsse über ein ausreichendes Gefälle verfügen, kann die Kraft des Wassers die Turbinen in den Fluss- und Speicherkraftwerken optimal antreiben. Bei der Stromerzeugung spielt Wasserkraft in Österreich eine bedeutende Rolle.

16 Prozent des global erzeugten Stroms stammen aus Wasserkraftwerken.

## Biomasse

Biomasse ist eine Sammelbezeichnung für Energieträger, die auf nachwachsenden Rohstoffen basieren. Zur heimischen Biomasse zählen z. B. Holz und Holzprodukte wie Pellets oder Hackschnitzel, Pflanzenöle aus Raps, Mais, Lein aber auch Abfallstoffe aus der Tier- und Pflanzenzucht (Gülle, Mist, Stroh, Heu).

Biomasse aus regionaler, nachhaltiger(!) Produktion bietet die Chance unabhängiger von Energieimporten zu werden, die lokale Wirtschaft zu stärken und die regionale Wertschöpfung anzukurbeln.

Biomasserohstoffe aus nicht nachhaltiger Bewirtschaftung bringen erhebliche Probleme mit sich. So werden z. B. riesige Urwälder gerodet, um

dort Palmöl- oder Sojaplantagen anzulegen (→ **Energie für alle !?** □ 10).

Dadurch werden nicht nur einzigartige Lebensräume mitsamt ihrer tierischen, pflanzlichen und auch menschlichen Vielfalt zerstört, es werden auch gewaltige Mengen CO<sub>2</sub> freigesetzt.

(→ **Treibhaus Erde** □ 9).

## Holz

Österreich ist zu knapp 50 Prozent von Wald bedeckt. Der Großteil der Waldflächen liegt im Voralpengebiet von Salzburg bis Niederösterreich sowie am Alpenostrand, von Kor- und Saualpe über die Berge des Mur-Mürz-Gebiets bis zum Wechsel. Wegen der gebirgigen Struktur besitzt Österreich



pro pellets austria

große Flächen an Wald, aus dem kein Holz für weitere Verarbeitung entnommen wird (Schutzwald). 83 Prozent der österreichischen Waldfläche sind Ertragsfläche, aus der Holz geerntet wird.

## Biogas

Biogas wird aus organischem Abfallmaterial (Gülle, Mist, Pflanzenreste etc.) in einem geschlossenen, „sauerstofffreien“ Behälter erzeugt. Das Ausgangsmaterial wird dabei von Mikroorganismen in mehreren Schritten zu „Biogas“ (oder auch Gärgas bzw. Faulgas) umgewandelt. Neben Biogas entsteht durch den Faulprozess auch das so genannte „Endsubstrat“, welches meist in fester Form wieder als Dünger eingesetzt werden kann, da es noch immer zahlreiche wichtige Inhaltstoffe aufweist.

Biogas ist brennbar und besteht bis zu 60 Prozent aus Methan (CH<sub>4</sub>). Es kann z. B. in Blockheizkraftwerken zu (Fern-)Wärme bzw. zur Stromerzeugung genutzt werden.



Direkte Nutzungsmöglichkeiten der Erdwärme sind das Heizen oder auch Kühlen von Gebäuden, das Eisfreihalten von Straßen und Brücken oder das frostfreie Verlegen von Leitungen – also in großer Tiefe.

Bei der indirekten Nutzung, also der Umwandlung der Erdwärme in Strom, ist Wasser (oder andere verdampfbare Stoffe) mit einer Temperatur von mindestens 80 bis 100° C notwendig. Der durch die Geothermie entstandene Dampf betreibt eine Turbine, die Strom in das Netz einspeist. Der Dampf wird gekühlt und das Wasser (oder die anderen Stoffe) wieder unter die Oberfläche geleitet.



### Arbeitsblatt 23 / Seite 52 Die erneuerbaren Energieträger stellen sich vor

Lösung: Sonne – Solarzellen,

Photovoltaik, Dach; Wind – Windkraftanlagen;  
Wasser – Ebbe und Flut; Biomasse – Stroh; Erd-  
wärme – Verfügbarkeit

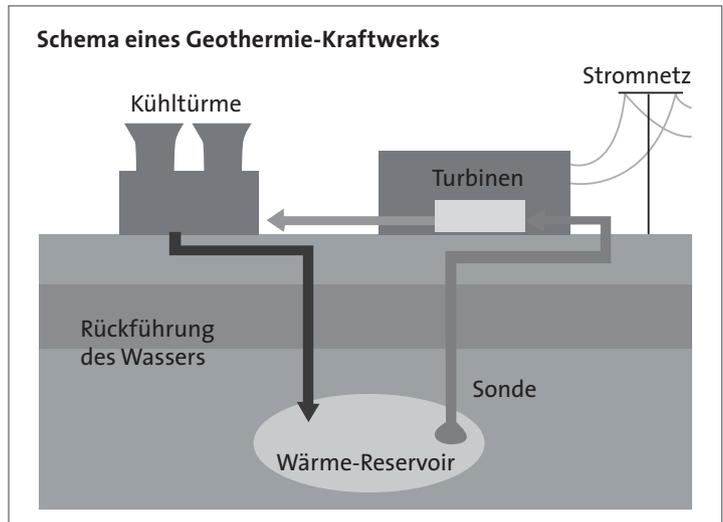
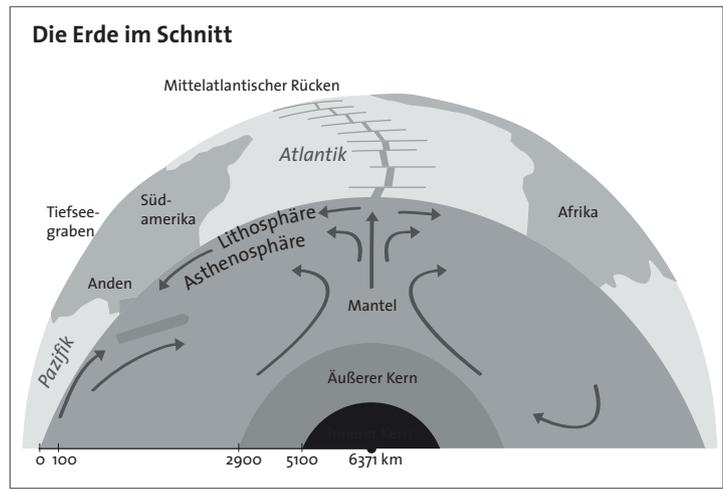
Möglicher Fachbezug: Physik, Biologie und  
Umweltkunde

### Geothermie

Der Begriff „Geothermie“ stammt aus dem Griechischen und bedeutet Erdwärme. Diese Erdwärme geht auf verschiedene Ursachen zurück. Einerseits wird sie ständig durch die Energie, die beim natürlichen Zerfall radioaktiver Isotope<sup>2</sup> in der Erde frei wird, gespeist. Zum anderen ist in der Erde noch immer Energie gespeichert, die bei der Erdentstehung freigesetzt wurde bzw. schon vor der Erdentstehung vorhanden war. Da die in der Erde gespeicherte Energie nur sehr langsam an der Erdoberfläche freigesetzt wird, wird diese Energiequelle noch sehr lange zur Verfügung stehen.

In einigen Regionen der Erde herrschen schon relativ nahe an der Erdoberfläche sehr hohe Temperaturen – z.B. in Island, wo heiße Quellen sogar direkt an die Oberfläche treten, in anderen Regionen muss sehr tief gegraben werden, um zu den hohen Temperaturen zu gelangen.

Bei der Nutzung der Geothermie unterscheidet man zwischen „direkter Nutzung“, also der Nutzung der Wärme selbst, und „indirekter Nutzung“, der Nutzung nach Umwandlung in Strom durch ein Geothermiekraftwerk.



<sup>2</sup> Isotop: Atomkern, der sich von einem anderen des gleichen Elements durch eine unterschiedliche Anzahl der Neutronen unterscheidet. Radioaktive Isotope sind instabil und zerfallen früher oder später. (→ Nicht erneuerbare Energieträger ☐ 20)

# Nicht erneuerbare Energiequellen



## Atomenergie

(→ Atomkraftwerke □ 23)

### Erdöl

Die Entstehung des Erdöls ist ein lang andauernder, komplexer Prozess. In der Urzeit lebten in den Ozeanen kleine Tiere und Pflanzen die auf den Meeresboden absanken und Tiefseeschlamm bildeten. Bakterien unterstützten den Fäulnisprozess dieser organischen Substanz, die sich verfestigte und das so genannte „Muttergestein“ bildete. Durch großen Druck in Tiefen zwischen 1500 und 3000 Metern und hohen Temperaturen wurde schließlich aus der festen Substanz zähflüssiges Erdöl. Das Erdöl gelangt aus dem Muttergestein über poröse Gesteinsschichten schließlich in (undurchlässige) Schichten, in denen wir es heute in Form von „Erdöllagerstätten“ vorfinden.



### Arbeitsblatt 24 / Seite 53 Der Durst nach Öl – Erdölförderung im Regenwald

Möglicher Fachbezug: Deutsch, Geschichte und Sozialkunde/PB, Geographie und Wirtschaftskunde, Biologie und Umweltkunde, Physik, Chemie, Religion

### Erdgas

Erdgas entsteht auf ähnliche Weise wie Erdöl. Es ist ein brennbares Gasgemisch und besteht hauptsächlich aus Methan (bis zu 98 Prozent). Methan selbst ist ein stark klimawirksames Gas. Bei seiner Verbrennung wird CO<sub>2</sub> freigesetzt.

Die EU importiert ein Drittel ihres Gasbedarfs aus Russland. Der „südliche Korridor“ - Nabucco und zwei weitere Pipelines - sollen unter Umgehung Russlands rund zehn Prozent des Bedarfs im Jahr 2020 decken. Die Pipeline soll Erdgas aus Zentralasien, dem Kaukasus und dem Nahen Osten über die Türkei nach Europa transportieren. Damit würde Russland die Vormachtstellung bei den europäischen Gasimporten verlieren.

Österreich ist in seiner fossilen Energieversorgung stark importabhängig. Die Förderung von Erdgas in Österreich belief sich im Jahre 2006 auf insgesamt 1,8 Mrd. m<sup>3</sup>, während in Summe 9,2 Mrd. m<sup>3</sup> Erdgas importiert wurden. Zwei Drittel davon stammen aus der Russischen Föderation, der ver-



bleibende Teil kommt aus Norwegen und aus Deutschland.

Russisches Erdgas kommt über Pipelines, beginnend in der Russischen Föderation über die Ukraine und die Slowakei, in die niederösterreichische Gasstation in Baumgarten. An diesem „Hub“ (Verteiler) wird das Erdgas gemessen, geprüft, aufbereitet und schließlich in die Bundesländer und ins europäische Ausland weitergeleitet.

Das in Österreich verbrauchte Erdgas wird zu etwa einem Drittel zur Erzeugung von Elektrizität und Prozesswärme eingesetzt. Die verbleibenden zwei Drittel werden in den Bereichen Haushalte für Raumheizung und Dienstleistungen sowie im Verkehrssektor verbrannt.

### Kohle

Pflanzen und Tiere, die in der Urzeit auf unserer Erde lebten sind der „Rohstoff“ für Torf, Braunkohle und Steinkohle. Sand und Tonmassen überlagerten die abgestorbenen Organismen und schlossen diese luftdicht ein. Bakterien zersetzten die Pflanzen und Tiere. Im Laufe der Jahrtausende lagerten sie immer tiefer unter hohem Druck unter der Erdoberfläche. Je nach Dauer dieses Vorgangs entstand so Torf, Braunkohle und schließlich Steinkohle.

Die größten Kohlevorräte befinden sich in Russland, China und den USA. Auch in Europa gibt es große Kohlebergwerke (z. B. in Deutschland).



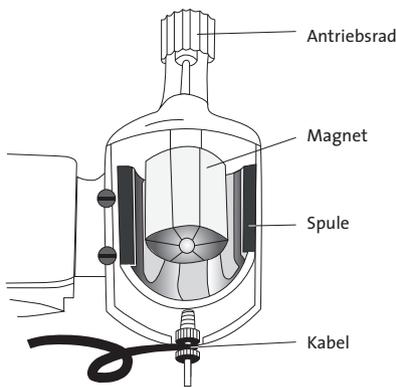
### Arbeitsblatt 25 / Seite 54 Energie-Kreuzwörter – Energy Crosswords

Möglicher Fachbezug: Lebende Fremdsprache Englisch, Physik

# Strom-Kraftwerke – Das andere Ende der Steckdose!

## Dynamoprinzip:

Ein Fahrraddynamo, wie wir ihn auf fast jedem Fahrrad finden können, wandelt im Wesentlichen die Bewegungsenergie, die wir durch das Treten in die Pedale freigeben, in elektrischen Strom für das Fahrradlicht um. Dafür wird im Inneren des Dynamos ein Magnet in einer Drahtspule bewegt. Durch die Drehung wird in der Spule eine Wechselspannung aufgebaut, die elektrischen Strom erzeugt.



## Das Kraftwerk – Ein großer Dynamo?

Bei Kraftwerken wird – genauso wie beim Dynamo am Fahrrad – ein Stromerzeuger (Generator) eingesetzt, der eine Drehbewegung (→ **kinetische Energie**, Glossar □ 56) in elektrischen Strom umwandelt.

Um die riesigen „Magnete“ in einem Kraftwerk zu drehen, werden z. B. Turbinen eingesetzt, die die Strömungsenergie von Wasser, Wind, Wasserdampf u.a. umwandeln.

Ein Kraftwerk, wie wir es heute zur Stromerzeugung einsetzen, entspricht daher einem großen Dynamo. Der Antrieb – also das „in die Pedale treten“ – erfolgt dabei je nach Energiequelle direkt (Wind, Wasser) – oder, wie bei Wärmekraftwerken über Wasserdampf, der oft durch technisch aufwendige und zum Teil gefährliche Umwandlungen von Brennstoffen (Fossile Brennstoffe, Atomkraft, Biomasse) erzeugt wird.

Mit der Entdeckung und Nutzung des elektrischen Stroms hat sich die Art und Weise, wie wir Menschen Energie aus der Umwelt entnehmen geändert. Früher wurden die natürlichen Energiequellen Wind, Wasser und Sonne direkt genutzt, indem z. B. die fließende Bewegung des Wassers die Mühlsteine in einer Mühle in Bewegung brachte.



Zwischen zwei Mühlsteinen wurde das Getreide zu Mehl gemahlen.

Heute ersetzen Magnete im Inneren von Generatoren die einstigen Mühlräder. Der elektrische Strom wird über Leitungen bis in unsere Haushalte transportiert, wo wir ihn für unterschiedlichste Zwecke verwenden können.

**Fazit:** Die meisten Kraftwerke verwenden Generatoren zur Stromerzeugung. Unterschiedlich ist dabei jeweils nur die Art und Weise, wie die Drehbewegung erzeugt wird.

## Wärme-Kraft-Kopplung (WKK oder KWK)

... produzieren mehr als nur Strom. Die bei der Verbrennung von Rohstoffen entstehende Abwärme lässt sich auch fürs Heizen und für die Warmwasserbereitung in Betrieben und Haushalten nutzen. So liegt ihr Gesamtwirkungsgrad bei 85 Prozent und mehr. Herkömmliche Kraftwerke bringen es nur auf 33 bis 35 Prozent, denn ihre Abwärme heizt Atmosphäre und Flüsse auf.

## Kraftwerkstypen

### Wasserkraftwerke

... nutzen die Energie des fließenden Wassers, wenn es (aufgrund der Schwerkraft) von einem höher gelegenen Punkt nach unten fließt.

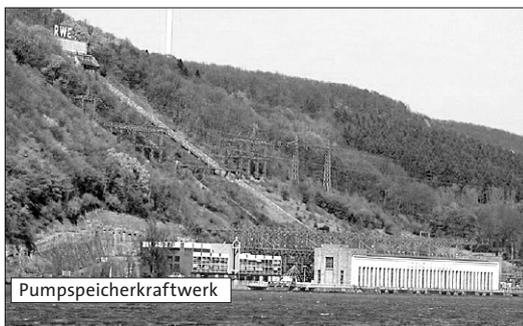
(→ **kinetische Energie**, Glossar □ 56)

Heute wird mit Wasserkraft vorwiegend elektrischer Strom erzeugt.

Bei der Errichtung von Wasserkraftwerken sollte immer auch berücksichtigt werden, dass sie einen Eingriff in ökologische Systeme darstellen. Je größer das Kraftwerk, desto schwerwiegender der Eingriff. Der Neubau von Wasserkraftwerken bedarf daher gründlicher Prüfungen.

### Speicherkraftwerke

... nutzen das hohe Gefälle und die Speicherkapazität von Talsperren und Bergseen zur Stromerzeugung. Beim Talsperren-Kraftwerk befinden sich die Turbinen am Fuß der Staumauer. Beim Bergspeicherkraftwerk wird ein in der Höhe liegender See über Druckrohrleitungen mit der im Tal liegenden Kraftwerksanlage verbunden. Speicherkraftwerke werden meist als Pumpspeicherkraftwerke gebaut:

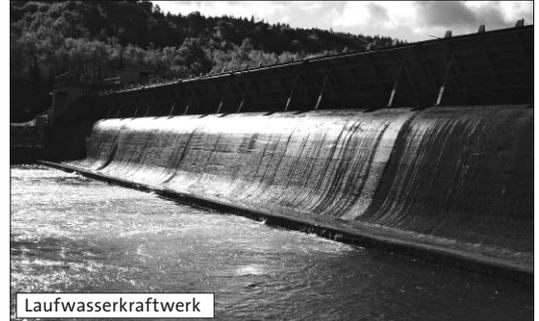


### Laufwasserkraftwerke

... nutzen die Strömung eines Flusses oder Kanals zur Stromerzeugung. Charakteristisch ist eine niedrige Fallhöhe bei stark schwankender Wassermenge, z. B. bedingt durch saisonale Unterschiede.

### Gezeitenkraftwerke

... sind eine spezielle Bauart der klassischen Wasserkraftwerke, welche die Energie aus dem ständigen Wechsel von Ebbe und Flut und der Bewe-



### Pumpspeicherkraftwerke

... werden nicht nur durch natürliche Wasservorkommen, sondern durch aus dem Tal gepumptes Wasser aufgefüllt.

Zu Zeiten von Stromüberschüssen (z. B. nachts) wird das abgelassene Wasser wieder zurück in den Stausee hinaufgepumpt. Dieses Wasser bzw. dessen potenzielle Energie wird somit zwischengespeichert (→ **potenzielle Energie, Glossar** □ 56). Wird zu Spitzenlastzeiten mehr Strom benötigt, erzeugt die Turbine elektrische Energie.

gungsenergie (→ **kinetische Energie, Glossar** □ 56) des Gezeitenstromes schöpfen. Bei ausreichend hohem Tidenhub (Differenz zwischen Hoch- und Niedrigwasserstand) können die Gezeiten in abgesperrten Buchten als durchaus effiziente Energiequelle genutzt werden.

### Wellenkraftwerke

... wandeln die Energie der gleichmäßigen Wellenbewegung in Strom um. Auch Meeresströmungskraftwerke, die die natürliche Strömung des Meeres zur Energiegewinnung nutzen, werden erprobt.



aboutpixel.de / Windräder © capibirk

## Windkraftanlagen (WKA)

### Windräder

... wandeln die kinetische Energie des Windes in elektrische Energie um und speisen diese ins Stromnetz ein. Die Bewegungsenergie der Windströmung wirkt auf die Rotorblätter ein und setzt damit den Rotor in Bewegung. Dieser gibt die Rotationsenergie an einen Generator weiter, wo sie in Strom umgewandelt wird  
**(→ Dynamoprinzip □ 21).**

Es gibt Windanlagen an Land und sogenannte Offshore-Anlagen im Küstenbereich des Meeres (offshore, engl. = auf hoher See). Sie werden an Stellen errichtet, an denen ausreichend und kontinuierlich Wind weht. Im Burgenland gibt es derzeit zehn so genannte „Windparks“, in denen insgesamt 138 Windräder stehen, durch die der Stromverbrauch (nicht der gesamte Energieverbrauch) des Burgenlandes abgedeckt wird. Auch in Niederösterreich gibt es mehrere Windparks. Diese Anlagen tragen zur Erhöhung des Ökostromanteils in Österreich bei.

### Aufwindkraftwerke

... nutzen das Aufsteigen von warmer Luft, die durch Sonneneinstrahlung entsteht und die durch einen Kamin geleitet wird. Dort befindet sich ein horizontales Windrad, das mit einem Generator verbunden ist. (Aufwindkraftwerke sind nur für wüstenähnliche Gebiete geeignet und haben zudem einen hohen Flächenverbrauch.)

## Wärme-Kraftwerke (Thermische Kraftwerke, Kalorische Kraftwerke)

... wandeln Wärme (thermische Energie) in elektrische Energie um.

**Wasser wird dabei zu Dampf erhitzt, der eine Turbine antreibt. Über einen Generator („Dynamo“) wird Strom erzeugt. Heizmittel: Biomasse, Gas, Geothermie, Heizöl, Kohle (z. B. Kraftwerk Dürnrohr in NÖ), Kernkraft, Klärschlamm, Müll (z.B. Kraftwerk Spittelau in Wien), Sonne.**

## Atomkraftwerke

### Wie funktioniert eigentlich ein Atomkraftwerk?

In einem Atomkraftwerk wird elektrische Energie durch Spaltung von Uran- bzw. Plutoniumatomen in einem Reaktor gewonnen. Bei der Kernspaltung entsteht Wärme, die auf ein Kühlmittel (Wasser) übertragen wird. Das Wasser erhitzt sich und wird – wie bei anderen thermischen Kraftwerken auch – in Wasserdampf umgewandelt, der eine Turbine antreibt, die mit einem Elektrogenerator verbunden ist. Dieser Generator wandelt die Bewegungsenergie der Dampfturbinen in elektrische Energie um, die dann über einen Transformator in das Stromnetz eingespeist wird.

### Atomkraft weltweit und in Österreich

Weltweit gibt es mehr als 210 Kernkraftwerke mit 438 Reaktorblöcken.

In Zwentendorf (NÖ) wurde ein Atomkraftwerk gebaut, jedoch nicht in Betrieb genommen. Nach der Errichtung des Kernkraftwerks lehnte die Bevölkerung am 5. November 1978 in einer Volksabstimmung mit einer hauchdünnen Mehrheit von 50,47 Prozent die Inbetriebnahme ab.

Damit ist das Kraftwerk in Zwentendorf, weltweit das einzige fertiggestellte Kraftwerk, welches nicht in Betrieb gegangen ist.

Am 25. Juni 2009 wurde eine Photovoltaikanlage am Atomkraftwerk in Zwentendorf eröffnet, die für einige tausend Haushalte Strom erzeugt.

Nach dem Abbau des Forschungsreaktors in Seibersdorf wird in Österreich kein Strom aus Atomenergie gewonnen.

Da Österreich den Strombedarf nicht gänzlich decken kann, wird jedoch Atomstrom importiert.

### Was ist Radioaktivität?

Radioaktivität (oder auch radioaktive Strahlung) gibt es in der Natur, aber nur in sehr geringem Maße (kosmische Strahlung und noch geringe Mengen an instabilen Atomkernen im Erdmantel) und daher weitgehend ungefährlich für den Menschen. In der Erdgeschichte war das einmal anders, jedoch gab es zu dieser Zeit noch kein Leben. Durch den radioaktiven Zerfall der instabilen Atomkerne (die es im Erdmantel immer noch gibt), die für die Aussendung der Strahlung verantwortlich sind, wurde die Radioaktivität im Laufe von vielen Millionen Jahren so gering, dass der Mensch heute gefahrlos leben könnte. Leider drehen wir heute aus Energiehunger und fehlendem Bewusst-



sein diese Entwicklung wieder um und produzieren große Mengen der tödlichen Strahlung, die die Erde langsam abgebaut hat und uns so das Leben ermöglicht hat, wieder um. Für die nachfolgenden tausenden Generationen heißt das, dass sie permanent darauf achten müssen, dass der „Atommüll“ gefahrlos gelagert wird und nicht in falsche Hände gerät. Was wir in circa 50 Jahren an Müll geschaffen haben wird den nachfolgenden Generationen noch lange zu Schaffen machen.

Leider wird die Atomenergie seit dem 2. Weltkrieg auch für Massenvernichtungswaffen verwendet. Radioaktive Strahlung wird auch in der Medizin verwendet, zur Diagnose und Behandlung von Krankheiten. Hier wird darauf geachtet, dass keine schädliche Wirkung entsteht.

#### **Auswirkungen radioaktiver Strahlung**

Trifft diese Strahlung auf eine Zelle kann sie diese schädigen. Je höher die Menge der Strahlung (Dosis) ist und je länger sie andauert, desto schwerwiegender können die Schäden sein. Langfristige Bestrahlung kann z. B. Tumore auslösen, das Erbgut schädigen und in späteren Generationen Mutationen bewirken. Schwangere Frauen dürfen daher auch nicht geröntgt werden um den Embryo vor der radioaktiven Strahlung zu schützen.

Der Reaktor-Unfall von Tschernobyl (1986) und auch die Atomversuche, die immer noch stattfinden (z. B. 2009 in Nordkorea) haben dazu geführt, dass radioaktive Stoffe fein in der Atmosphäre verteilt werden, herabregnen und sich im Boden und in einigen Organismen einnisten. Radioaktiver Feinstaub wird durch den Wind in alle Richtungen verblasen.

### **Atomenergie und Klimaschutz**

Atomenergie stellt keine Lösung für das Klimaproblem dar und verursacht statt dessen zahlreiche Probleme über Generationen hinaus. Die Erzeugung von Atomstrom setzt große Mengen des Treibhausgases Kohlendioxid frei, z. B. beim Uranabbau und beim Transport des Rohstoffes und schließlich bei der Entsorgung.

Atomenergie hat damit eine schlechtere Klimabilanz als erneuerbare Energien.



#### **Uranabbau**

Europa ist auf den Import von Uran für seine Atomkraftwerke angewiesen. Rund 17 Prozent des Urans stammen aus einem der ärmsten Länder der Erde: aus dem Niger, einem der größten Uranproduzenten weltweit. Profit aus der Uranausbeutung ziehen vor allem internationale Konzerne. Die Auswirkungen des Uranabbaus auf Umwelt und Gesundheit sind erschreckend und mehr als 700.000 Menschen leiden unter den Folgen:

- **Das Trinkwasser ist radioaktiv verseucht.**
- **Radioaktive Schutthalden sind nicht gekennzeichnet, nicht abgezäunt und nicht gegen Verwehung von radioaktivem Staub geschützt.**
- **Verstrahltes Altmetall wird nicht angemessen entsorgt, sondern findet sich regelmäßig auf den Märkten in der Umgebung zum Verkauf, umfunktioniert zu Kochtöpfen oder als Tür- und Fensterrahmen.**

Die BetreiberInnen der Uranminen leisten wenig Aufklärungsarbeit zu den Gefahren des Abbaus. Gleichzeitig ist die soziale Versorgung der MinenarbeiterInnen katastrophal. Sie arbeiten zu einem Hungerlohn von umgerechnet 35 Euro im Monat, ohne ordnungsgemäße Schutzkleidung. Kranke ArbeiterInnen werden entlassen, denn Krankenversicherung besitzen sie keine.



### Wohin mit dem radioaktiven Mist?

Jedes Atomkraftwerk erzeugt eine große Menge stark radioaktiven Mülls (100 Tonnen pro Jahr), der alles Leben gefährdet. Für mehrere 100.000 Jahre muss die Umwelt von ihm abgeschirmt werden. Das bedeutet, er muss sicher verstaut werden, am besten so weit weg wie möglich. Hätte es zu Lebzeiten von Ötzi, ein Mann der in der Jungsteinzeit gelebt hat, bereits Atomkraftwerke gegeben, müssten wir uns heute noch um seinen radioaktiven Müll kümmern.

#### Problem: Müllbehälter halten nur 1400 Jahre

Die Halbwertszeit<sup>3</sup> von Plutonium 239, das in abgebrannten Brennstäben enthalten ist, liegt bei 24.000 Jahren. Schließlich dauert es circa 250.000 Jahre bis Plutonium 239 kaum mehr strahlt. Dementsprechend lang sollten also auch Behälter halten, in denen Atom-Müll gelagert wird. Die Keramik-Behälter aus Zirkon werden, einer Untersuchung von britischen Forschern der Universität von Cambridge, bereits nach 1400 Jahren durchlässig für Radioaktivität.

In deutschen Atom-Anlagen werden Behälter aus Metall verwendet, die in Zwischenlagerstätten eingebracht werden. Diese sollen das strahlende Material für 500 Jahre sicher verschließen. Hier wird auf das Salz gesetzt, das als geeignetes Wirtsgestein der Lagerstätte dienen soll. Länder, denen vergleichbare

Zwischenlager nicht zur Verfügung stehen, müssen andere Möglichkeiten entwickeln, um den Atom Müll längerfristig zu entsorgen. Die Suche nach Behältern, die Atom Müll für viele Tausende von Jahren sicher einschließen, wird also weitergehen.

#### Problem: Transport

Castor-Behälter sind im allgemeinen Sprachgebrauch jene Behälter, die für Brennelemente oder hochradioaktive Abfälle verwendet werden („Castor“ ist ein international geschützter Markenname).

Es gibt verschiedene Typen davon, z. B. für abgebrannte Brennelemente oder hochradioaktives, wiederaufgearbeitetes Material.

Die Sicherheit und Eignung von sämtlichen Lagerungs- und Transportbehältern für radioaktives Material wird alle 3 Jahre bei einem internationalen Symposium (PATRAM) debattiert. Ein Castor-Behälter kostet rund 1,5 Millionen Euro.

KritikerInnen vergleichen die zum Nachweis der Sicherheit durchgeführten Berechnungen und Tests eines (maßstäblichen) Modells polemisch mit einem Auto- Crashtest, bei dem sich niemand auf Miniaturversuche verlassen würde.

## Wasserstoff-Wind-Biogas-Hybridkraftwerk

In Deutschland wurde kürzlich der Grundstein für das weltweit erste industrielle Hybridkraftwerk gelegt. Das Kraftwerk gleicht die Energieerzeugung verschiedener erneuerbarer Energiequellen an den schwankenden Abnahmebedarf von Verbrauchern an. Dafür sorgt ein neuartiges Zusammenspiel von Windenergie, Biogas und CO<sub>2</sub>-frei hergestelltem Wasserstoff, der als Speichermedium und Energieträger dient.

Produzieren die Windkraftanlagen mehr Strom als aktuell nachgefragt wird, nutzt der 500kW-Elektrolyseur den nicht bedarfsgerecht erzeugten Strom zur Produktion von klimaneutralem Wasserstoff. Der Wasserstoff wird anschließend gespeichert. Bei besonders hohem Energiebedarf wird er mit dem vor Ort produzierten Biogas gemischt und in zwei Blockheizkraftwerken wieder in Strom

und Wärme umgewandelt. Damit ist das Hybridkraftwerk in der Lage, unabhängig vom Windangebot Energie bedarfsgerecht zu liefern.

Problematisch dabei ist der geringe Gesamtwirkungsgrad.

## Sonnenkraftwerke

... nutzen die Wärmeenergie der Sonne.

Ein großer Hohlspiegel bündelt das Sonnenlicht auf einen Wasserkessel. Der so entstehende Dampf treibt einen Generator an, der den Strom liefert.

(→ Sonne ☐ 17).

<sup>3</sup> Halbwertszeit: Die Halbwertszeit ist die Zeitspanne, in der die radioaktive Strahlung auf die Hälfte gesunken ist, das heißt sich in andere Atome umgewandelt hat.



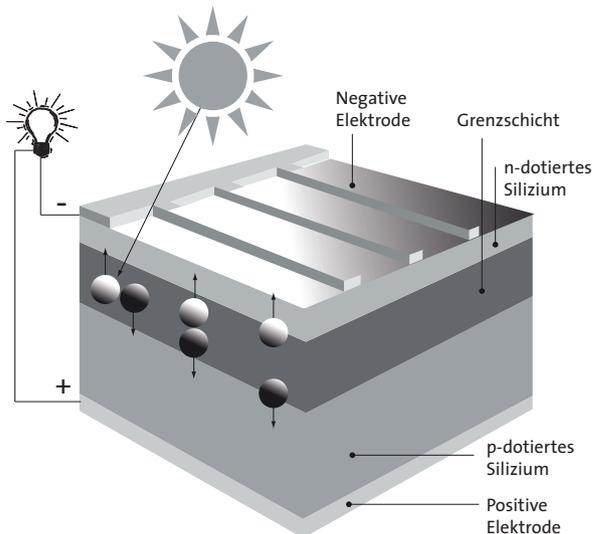
aboutpixel.de / Solarstromerzeugung © Rainer Sturm - Kleine-Abbildung © Werner Rossi

### Die Photovoltaikanlage – Strom ohne Dynamoprinzip

Die Photovoltaik ist eine der jüngsten Techniken zur Gewinnung von Energie. Wenn Licht auf eine Solarzelle fällt, wird auf direktem Weg elektrische Energie erzeugt:

Die Solarzelle besteht meist aus einer Siliziumscheibe, deren eine Seite negativ und die andere Seite positiv geladen ist. Licht besteht aus unzähligen winzigen Energieträgern, den Photonen. Treffen diese auf die Solarzelle, setzen sie die darin befindlichen Elektronen in Bewegung. Über eine äußere Verbindung wird der Stromkreis geschlossen und es fließt elektrischer Gleichstrom.

### Solarzelle



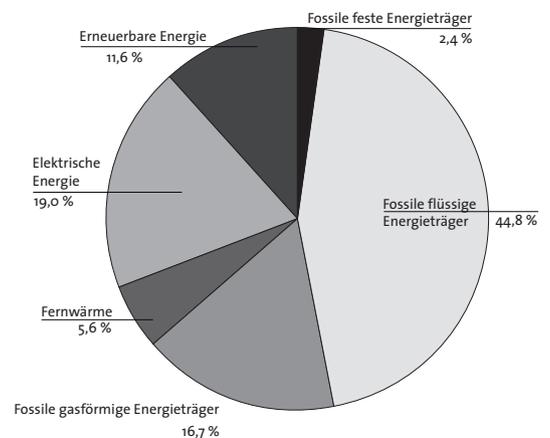
### Verbrennungsmotoren-Kraftwerke

... erzeugen mithilfe eines Motors, der einen Generator antreibt, Strom.

- Dieselmotor
- Gasmotor (Erdgas, Biogas, Deponiegas, Klärgas, Grubengas, Raffineriegase)

Übliche Anwendung:  
Notstromaggregate

### Energieträger in Österreich (in Prozent)



Quelle: Statistik Austria 2008  
© umweltbundesamt

# Die Zukunft mitgestalten – Bildungs- und Berufsangebote

Energiesysteme sind ein wesentlicher Teil unseres Lebens. Das Angebot an Lehrgängen und Ausbildungen im Energie- und Klimabereich bietet mittlerweile zahlreiche Möglichkeiten, sich auch im Berufsleben damit auseinanderzusetzen und so die Zukunft aktiv mit zu gestalten. Viele Berufe beschäftigen sich auch indirekt mit Energie- und Klimafragen. So kann ein/e ArchitektIn energiesparende Wohnbauten planen, bzw. ein/e MaurerIn an energiesparenden Häusern arbeiten, ein/e InstallateurIn statt einer Gasheizung eine sonnenenergieunterstützte Heizung einbauen.

## Aufgabe 1:

Sucht Berufe, die sich mit Energie- und Klimaschutzthemen beschäftigen. Hilfestellung gibt die Homepage des AMS:  
[www.beruflexikon.at](http://www.beruflexikon.at)

## Aufgabe 2:

Unterscheidet: Welche Berufe haben indirekt oder direkt einen Bezug zu Energie- und Klimaschutzthemen?

## Aufgabe 3:

Diskutiert: Ist Umwelt- und Klimaschutz mit dem Berufsleben vereinbar?

Möglicher Fachbezug: Geographie und Wirtschaftkunde und im Rahmen der Berufsorientierung

## Ausbildung

### Berufsbildende Schulen mit Energie- und Klimaschutzthemen

Unter <http://www.abc.berufsbildendeschulen.at> ist eine Übersicht der Berufsbildenden Schulen Österreichs zu finden.

Einige Höhere Technische Lehranstalten (HTL) bieten spezielle Schwerpunktzweige an (z.B. HTL Mödling "Umwelttechnik" - Unterrichtsfächer u.a.: Gebäudetechnik und Energieplanung; Ökologie, Bauökologie und Meteorologie, Abfallwirtschaft und Recycling u.a.).

Mehr Infos: <http://htl.moedling.at>

Mehrere Höhere Lehranstalten für wirtschaftliche Berufe weisen Umweltschwerpunkte auf (z. B. HLW St. Pölten, HLW St. Veit an der Glan, HLW Weiz, HLW Weyer, HLW Wiener Neustadt, HLW Yspertal).



©hofschlaeger/PIXELIO

## Hochschullehrgänge

Zahlreiche Universitäten und Fachhochschulen in Österreich bieten ein umfangreiches Angebot mit umweltrelevanten Studienlehrgängen an (z.B. Ressourcenmanagement, Techn. Umweltschutz, Nachhaltige Entwicklung, Umweltökonomie u.m.).

## Umweltpädagogik

Der Studiengang legt großes Augenmerk auf die fachliche Qualifikation in den Bereichen Umwelt, nachhaltige Entwicklung und Pädagogik. Themen wie lokale und regionale Nachhaltigkeit, der Umgang mit Naturräumen, Klimaschutz und Ener-



©aleco-solar

gieeffizienz stehen genauso am Programm wie allgemeine Bildungswissenschaften, Umweltpädagogik, Persönlichkeitsbildung sowie Projekt- und Prozessmanagement. Mehrwöchige Praktika in Bildungs- und Beratungsorganisationen bringen Praxisnähe und Verbindung zu potenziellen Berufsfeldern.

Infos zum Studium:

[www.agrarumweltpaedagogik.ac.at](http://www.agrarumweltpaedagogik.ac.at)