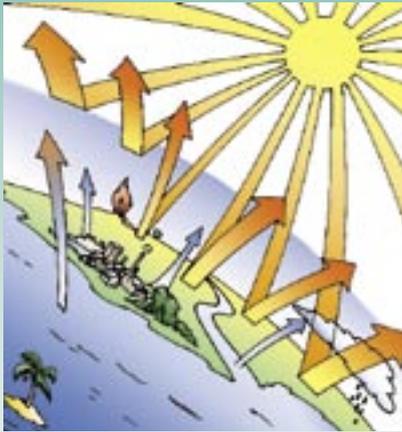


# Treibhauseffekt

## NATÜRLICHER TREIBHAUSEFFEKT

Die Atmosphäre besteht aus natürlich entstandenen Gasen, die dafür sorgen, dass auf der Erde eine mittlere Temperatur von 15 °C herrscht. Ohne jegliche Spurengase würde die mittlere Temperatur -18 °C betragen. Ein Leben auf der Erde wäre dann nicht möglich.



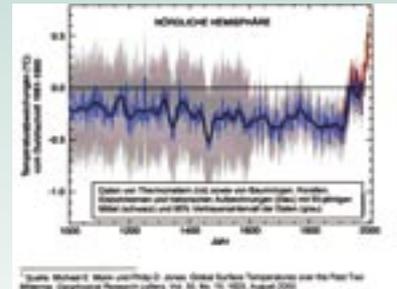
## VOM MENSCHEN VERURSACHTER TREIBHAUSEFFEKT

Zu diesen natürlichen Gasen kommen vom Menschen verursachte Treibhausgas hinzu, die die Atmosphäre verdichten. Diese wirkt dann wie das Glasdach eines Gewächshauses. Die Sonne kann zwar hineinscheinen, aber die Wärme kann nicht vollständig entweichen. Dadurch verändert sich das Klima. In den letzten 100 Jahren ist die Durchschnittstemperatur auf der Erde schon um 1 - 2°, in manchen Gebieten wie z. B. in der Arktis schon um über 4° gestiegen.

## VON MENSCHEN VERURSACHTE GASE

Presse am 24.2.2009

Das Jahr 2008 ist das neuntwärmste Jahr seit Beginn der Temperatureaufzeichnungen im 19. Jahrhundert. Die Top Ten der weltweit heißesten Jahre liegen damit alle zwischen 1997 und 2008, teilte das Goddard-Institut für Weltraumstudien der NASA (GISS) am Montag (Ortszeit) in New York mit.



Ausstoß von CO<sub>2</sub> und anderen Schadstoffen

- Kohlendioxyd CO<sub>2</sub> ⇒ Verbrennungsprozesse: Kohle, Erdgas, Öl, Holz,
- Methangas CH<sub>4</sub> ⇒ Fäulnisprozesse: Rinderhaltung, Reisanbau
- Lachgas N<sub>2</sub>O ⇒ Zersetzung von Düngemitteln
- Wasserdampf H<sub>2</sub>O ⇒ entsteht bei Verdunstung von Wasser. Durch den Klimawandel erwärmen sich die Weltmeere schneller. Es entsteht mehr Wasserdampf.
- FCKWs waren früher in Sprays, Kühlmitteln und Schaumstoffen enthalten. Sie schädigen außerdem die Ozonschicht.
- Hinzu kommt, dass durch das Abholzen und Brandrodung von tropischen Regenwäldern und borealen nordischen Wäldern weniger CO<sub>2</sub> durch die Photosynthese gebunden wird. Durch Brandrodung wird zusätzlich CO<sub>2</sub> frei gesetzt.



Vernichtung und Brandrodung von Regenwäldern  
Foto: www.regenwald.org



# Primärenergie - Nutzenergie

## ENERGIETRÄGER IN DEUTSCHLAND

Primärenergieträger sind z.B. Steinkohle, Erdöl, Uran oder Sonne. Die Primärenergie muss in andere Sekundärenergieformen umgewandelt werden, wie Kohle in Strom, Erdöl in Benzin oder Heizöl, Sonne in Wärme oder Strom.

**Über 80% des Energiebedarfs - in Deutschland und weltweit - wird aus fossilen Brennstoffen gedeckt. Der Energiebedarf steigt weiter. Die Folge ist - neben anderen Luftschadstoffen - ein hoher CO<sub>2</sub>-Ausstoß und der damit verbundene Klimawandel.**



Heizkraftwerk an der Friedensbrücke in Würzburg 2001 (Kohlekraftwerk)



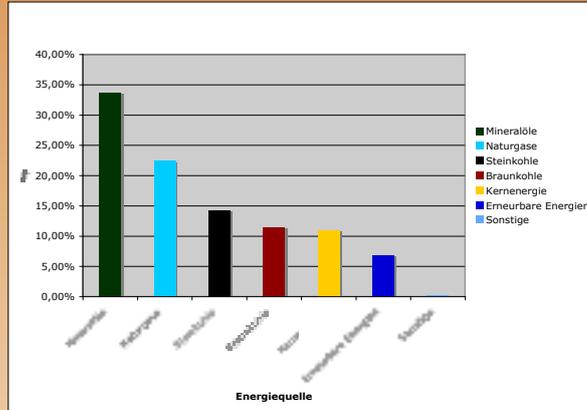
Heizkraftwerk an der Friedensbrücke in Würzburg, seit 2006 mit Gas betrieben



Atomkraftwerk Grafenrheinfeld



Wasserkraftwerk an der alten Mainbrücke



Erdgas - auch ein fossiler Brennstoff - verursacht bei der Verbrennung weniger Schadstoffe als Kohle oder Öl und es kann eine höhere Energieausnutzung erreicht werden.

Die Reserven der fossilen Energieträger, besonders von Erdöl, werden bei weiter steigendem Verbrauch innerhalb weniger Jahrzehnte erschöpft sein und den Treibhauseffekt weiter beschleunigen.

Weltweit wird ca. 15% des Energiebedarfs aus Kernenergie gedeckt. Uran ist aber auch endlich und die Kernenergie mit all den Risiken und Problemen der Endlagerung abgebrannter Brennstäbe ist keine Lösung für die Zukunft.

Die Nutzung regenerativer Energien hat zwar zugenommen und war 2007 mit 6,9% an der Gesamtenergieerzeugung in Deutschland beteiligt (1999 mit 2,5%).

Um den CO<sub>2</sub> Ausstoß zu verringern, muss die Nutzung regenerativer Energien weiter ausgebaut und gefördert werden.



E-ON Kohlekraftwerk Scholven - Quelle: Stadt Gelsenkirchen

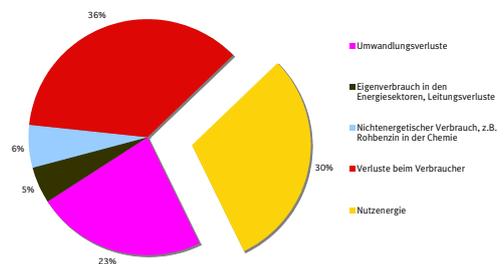
## ENERGIEVERLUSTE 67%

- Umwandlungsverluste 23%
- Eigenverbrauch, Leitungsverluste 5%
- Nichtenergetischer Verbrauch 6%
- Verluste beim Verbraucher ca. 32%
- **Tatsächlich genutzt werden nur ca. 33% !**

Quelle der Zahlen: Bayer. Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie, 2003

Deshalb muss die Energieeffizienz verbessert werden!  
Z. B. durch Kraft-Wärme-Koppelung in allen Kraftwerken, durch Energiesparen, kleinere, umweltfreundlichere Autos und bessere Wärmedämmung.

Von der Primärenergie zur Nutzenergie



# Erneuerbare Energien

## SOLARENERGIE

Die von der Sonne erzeugte Energie übersteigt den Energiebedarf der Menschheit um ein Vielfaches und reicht für Millionen von Jahren. Eine bessere Technologie wird die Umwandlung der Solarenergie in Strom durch Solarkraftwerke wirtschaftlicher machen.

Unter **PHOTOVOLTAIK** versteht man die direkte Umwandlung von Sonnenenergie in elektrische Energie. Photovoltaikzellen bestehen aus Silizium und liefern auch bei diffusem Licht Energie. Deshalb sind sie für Mitteleuropa geeignet.



Photovoltaik auf einem Dach der Stadtreiniger

## SOLARTHERMISCHE ANLAGEN

### PARABOLRINNENKRAFTWERK

Parabolrinnenkollektoren bestehen aus gewölbten Spiegeln, die das Sonnenlicht auf ein in der Brennlinie verlaufendes Absorberrohr bündeln. In den Absorberrohren wird die konzentrierte Sonnenstrahlung in Wärme umgesetzt und über einen Wärmetauscher zur Dampferzeugung genutzt.



Parabolrinnenkraftwerk Andasol 1 in Spanien.  
Fotos: Solar Millennium AG, Erlangen

Eine Fläche von 12.000 km<sup>2</sup> würde ausreichen, um mit Parabolrinnenkraftwerken in sonnenreichen Gegenden wie z. B. Nordafrika den Strombedarf für ganz Europa zu erzeugen.

**AUFWINDKRAFTWERK:** Die Luft wird durch die Sonne unter einem riesigen Glasdach erwärmt und durch einen Kamin geleitet. Die Energie der Luftströmung wird durch eine Turbine in eine Drehbewegung umgesetzt, dadurch ein Generator zur Stromerzeugung angetrieben.

Bei **DISH-STIRLING-ANLAGEN** ist dem Empfänger ein Stirlingmotor nachgeschaltet, der die thermische Energie direkt in mechanische Arbeit umsetzt. Diese Anlagen erreichen die höchsten Wirkungsgrade bei der Umwandlung von Sonnenlicht in elektrische Energie.



## WINDKRAFT

EINE **WINDKRAFTANLAGE** wandelt die kinetische Energie des Windes in elektrische Energie um und speist sie in das Stromnetz ein. Die Bewegungsenergie wird mit einem Generator in elektrischen Strom umgewandelt.

## BIOMASSE

Ein **BIOMASSE(HEIZ)KRAFTWERK** (BMKW) erzeugt elektrische Energie und zusätzlich Fernwärme durch die Verbrennung von Biomasse. Als Brennstoffe dienen Hackschnitzel (Holzspäne) oder teilweise Altholz, was nicht so umweltfreundlich ist, da es oft kunststoffbeschichtet, lackiert oder mit Holzschutzmitteln imprägniert ist.



Aufwindkraftwerk in Spanien.  
Foto: Solar Millennium AG, Erlangen

## BIOGAS

In einer Biogasanlage wird durch Vergärung von Biomasse Biogas (Methan) erzeugt, das zur Strom- und Wärmeerzeugung genutzt wird. Aus den Gärresten wird Kompost produziert. Der Anbau von „Energiepflanzen“ löst einen Verdrängungswettbewerb im Anbau von Nahrungsmitteln aus, die Lebensmittelpreise steigen. Ähnlich sind die Probleme bei Pflanzenölen wie z.B. „Biodiesel“ aus Raps, Palmöl, Soja oder Sonnenblumen.



Windrad bei Theilheim

## GEOTHERMIE

Geothermie (Erdwärme) ist die Wärme, die im oberen Teil der Erdkruste - zum Teil als Thermalwasser - gespeichert ist und. Sie kann zur Stromerzeugung und als Fernwärme genutzt werden.



Geothermie Unterhaching

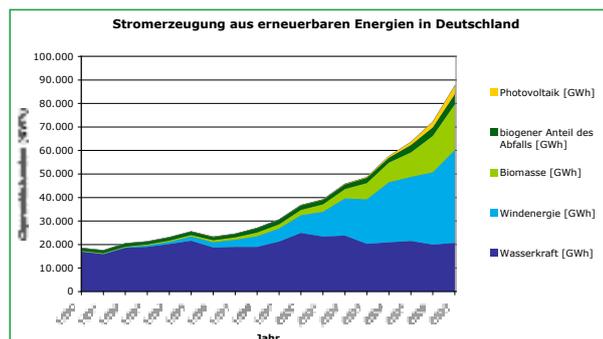
## STROMERZEUGUNG AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN IN DEUTSCHLAND 1990 - 2007

Im Jahr 2007 haben die erneuerbaren Energien rund 14,2 % zum gesamten Bruttostromverbrauch beigetragen, davon 45,2 % aus Windkraft. Vergleich: 1999: 2,5%. Am 1. April 2000 trat das EEG in Kraft.

### Ziele

Der Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten Bruttostromverbrauch soll im Jahr 2020 mindestens 30 %, die der Wärmeversorgung 14 % betragen. Auch der Anteil der biogenen Kraftstoffe soll in den kommenden Jahren weiter ansteigen.

Quelle: Bundesministerium für Umwelt, Gesundheit und Reaktorsicherheit: [www.erneuerbare-energien.de](http://www.erneuerbare-energien.de)



Entwicklung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland.  
Quelle: Bundesministerium für Umwelt, Gesundheit und Reaktorsicherheit



Biogasanlage im Landkreis Schweinfurt  
Foto: LRA Schweinfurt

# Folgen des Klimawandels



Gletscherschmelze in Island



Schmelzen des Athabasca-Gletschers in Kanada  
[www.globalwarmingart.com/images/5/53/Athabasca\\_Glacier\\_Runoff.jpg](http://www.globalwarmingart.com/images/5/53/Athabasca_Glacier_Runoff.jpg)



Fortschreitende Wüstenbildung: hier Namibia  
Fotos: Dr. Georg Fischer



Überschwemmung in Würzburg, Januar 2003  
Foto: Richard Balling



Sturmschäden im Wald

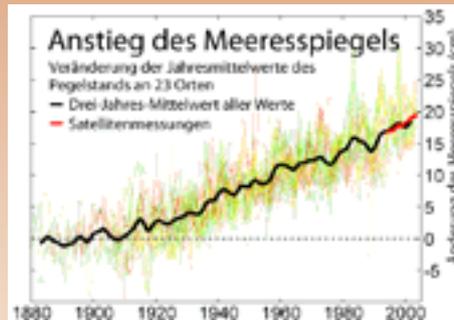
## Folgen des Klimawandels

### ABSCHMELZEN DER GLETSCHER

Die Gletscher der Erde schmelzen rapide, und zwar sowohl die Gebirgsgletscher als auch die Inlandeismassen. Ganz extrem ist der Rückgang der Eisschilde auf Grönland und in der Antarktis. Im Jahr 2005 tauten auf Grönland 220 km<sup>3</sup> Eis ab (vgl. 1996: 90 km<sup>3</sup>). Im Himalaya sind schon 2000 Gletscher ganz verschwunden.

### ANSTIEG DES MEERESSPIEGELS

Das Abschmelzen der Eismassen auf Grönland und in der Antarktis führen zum Anstieg des Meeresspiegels. Außerdem wird durch die Erwärmung der Luft auch das Wasser wärmer, was zur Ausdehnung der Wassermoleküle und so zum Anstiege des Wasserspiegels führt. Derzeit steigt der Meeresspiegel um ca. 3 cm/Jahrzehnt, jedoch ist eine Steigerung der Geschwindigkeit absehbar. Für jeden Zentimeter, den das Meer ansteigt, geht etwa ein Meter an Küstenland verloren.



Quelle: Wikipedia, IPCC

### ZUNAHME DER WETTEREXTREME

- Häufige Dürren und Überschwemmungen, auch in Mitteleuropa
- Zunahme von Stürmen und Tornados
- Hitze und Dürreperioden nehmen zu, dadurch erhöhte Waldbrandgefahr

Es gibt große Unterschiede zwischen den Regionen. Ökonomisch schwache Regionen sind oft am meisten durch Klimaänderungen betroffen. Gebiete in niedrigen Breiten und weniger entwickelten Regionen wie afrikanische Länder und Megadeltas (z.B. Bangladesh) sind einem größeren Risiko ausgesetzt.

Quelle: IPCC-Report 2007

### LANDWIRTSCHAFT

- Beeinträchtigung der Erträge durch Dürreperioden und Überschwemmungen
- Erhöhung der Bodenerosion
- Waldbrandgefahr
- Ausbreitung von Wüsten, v.a. in trockenen Gebieten wie Afrika, aber auch in Südeuropa

### ARTENSTERBEN UND SCHÄDIGUNG VON KORALLENRIFFEN

- Die Erwärmung übersteigt die Anpassungsfähigkeit vieler Tiere und Pflanzen
- Die Artenvielfalt (Biodiversität) ist bedroht. Dies betrifft 20-30% aller Tiere und Pflanzen
- Ökosysteme wie Korallenriffe und die tropischen Hochlandregenwälder sind gefährdet
- Besonders betroffen sind auch die arktischen Ökosysteme (Gefährdung der Eisbären).
- Die alpine Tier- und Pflanzenwelt leidet

### AUSBREITUNG VON SCHÄDLINGEN

Neben den landwirtschaftlichen Problemen durch Dürre und Hochwasser wird es Verluste durch die Ausbreitung von Schädlingen wie z. B. Borkenkäfer geben. Wärmeliebende Schädlinge wie die Kastanien-Miniermotte breiten sich weiter nach Norden aus. Durch die milden Winter werden Arten wie Wühlmaus und Blattlaus kaum noch dezimiert. Der Apfelwickler trat früher in zwei Generationen pro Jahr auf, heute schafft er häufig drei.

### GEFÄHRDUNG DER GESUNDHEIT

- Krankheiten, die von Insekten und Zecken übertragen werden, z.B. Malaria auch bei uns hitzebedingte Sterblichkeit in Europa
- Durch das Verschwinden der Gletscher nimmt die Wasserverfügbarkeit in Regionen, die vom Schmelzwasser der Berge abhängig sind ab (z.B. Gebiete um den Kilimandscharo)