

ENERGIE für die Zukunft



Ausstiege und Einstiege

*Sind Kohle, Erdöl und Atomstrom unverzichtbar,
oder geht es auch mit Sparen, Sonne und Wind ?*

Liebe Leserin, lieber Leser,

Bisher sind in der Reihe „Schönberger Blätter“ die folgenden Beiträge erschienen. Sie stehen in gedruckter Form zur Verfügung (farbiges Deckblatt, geklammert, A4) und können gegen Erstattung der Unkosten (ca. 5 Cent je bedruckte Seite + Versand) bestellt werden:

- SB 1: GENE, GENETIK, GENTECHNIK? (Dem Geheimnis des Lebens auf der Spur) - 19 Seiten
- SB 2: Unter die Lupe genommen: Biomedizin, Gentechnik, Ethik – (In-vitro-Fertilisation, Klonen, Stammzelltherapien und Embryonenforschung, Pränatale genetische Diagnostik, Präimplantationsdiagnostik, Gentherapie, Gentechnische Herstellung von Medikamenten, Ethisch-theologische Erwägungen); Hrsg. der Originalfassung dieser Arbeitshilfe: Diakonisches Werk der Ev.-Luth. Landeskirche Sachsens, Radebeul, 2001; überarbeitete und aktualisierte Ausgabe – 58 Seiten
- SB 3: Grüne Gentechnik - Essen aus dem Genlabor? – Der Einsatz der Gentechnik in der Landwirtschaft und in der Nahrungsmittelherstellung - 19 Seiten
- SB 4: Gut gerüstet für den Ernstfall - Wie ich selbst VORSORGE treffen kann für Unfall, Krankheit und Alter – Betreuungsverfügung, Vorsorge-Vollmacht, Patientenverfügung – mit Muster-Formularen - 20 Seiten
- SB 5: Glaube und Naturwissenschaft im Spannungsfeld von Weltbildern und Bibelverständnissen, Ideologie und Ethik; Beispiele „Schöpfung contra Evolution?“ und „Stammzellforschung“ - 39 Seiten
- SB 6: Organspende - Pflicht aus Nächstenliebe oder Verstoß gegen die Menschenwürde? - 15 Seiten
- SB 7: Sonne, Mond und Sterne ... Der Mensch im Kosmos; Vom Werden und Vergehen der Gestirne - und was das Geschehen am (physikalischen) Himmel mit unserer Existenz zu tun hat – 19 Seiten
- SB 8: Ist die Welt ein Würfelspiel? – Entdeckungen der Chaosforschung – 17 Seiten
- SB 9: Wie viele Menschen (er-)trägt die Erde? Überlegungen zum Wachstum der Weltbevölkerung – 11 Seiten
- SB 10: Klima-Wandel – vom Menschen verursacht? (Was es mit dem „Treibhauseffekt“ auf sich hat – und was uns das angeht) – 19 Seiten
- SB 11: Energie für die Zukunft – Einstiege und Ausstiege, 26 Seiten
- SB 12 In Würde sterben (Der Weg des Sterbens aus medizinischer, seelsorgerlicher und theologischer Sicht, Begleitung Sterbender, Sterbehilfe, Schmerztherapie, Hospizarbeit, Patientenverfügung); Hrsg. der Originalfassung dieser Arbeitshilfe: Diakonisches Werk der Ev.-Luth. Landeskirche Sachsens, Radebeul, 2004, überarbeitete und aktualisierte Ausgabe - 57 Seiten
- SB 13: Schöpfung contra Evolution? – Glaube und Naturwissenschaft – wie Feuer und Wasser? - 13 Seiten
- SB 14: Gut leben statt viel haben – von Bedürfnissen und Lebensstil, Wachstum und Genügsamkeit - 14 Seiten
- SB 15: Klonen, Stammzellen, Embryonenforschung – Biomedizin, Gentechnik, Ethik – 15 Seiten
- SB 16: Unser tägliches Brot – Ernährungsgewohnheiten und ihre Folgen: für uns selbst, für Landwirtschaft und Umwelt und für die Dritte Welt – 13 Seiten
- SB 17: „GOTT würfelt nicht!“ Wenn Naturwissenschaftler von GOTT reden – was meinen sie damit? Sammlung von Äußerungen von Aristoteles, Galilei, Newton, Darwin, Planck, Einstein, Hawking und anderen Naturwissenschaftlern – 17 Seiten
- SB 18: Kritische Stimmen zur Evolutionstheorie und zur historisch-kritischen Auslegung der Bibel: „Kreationismus“, „Intelligent Design“, „Schöpfungs-Wissenschaft“; Sammlung von Zitaten und Argumenten und deren (selbst-) kritische Bewertung - 24 Seiten
- SB 19: Hirnforschung und Willensfreiheit – Argumente, Interpretationen, Deutungen – 20 Seiten
- SB 20: Genetik und Gentechnik – Fakten, Argumente, Zusammenhänge (Sammlung von Fakten und Zitaten aus Medienmeldungen seit 2000, geordnet in etwa 20 Themenbereichen, wird mehrmals pro Jahr ergänzt, Ausdruck auf Anfrage; aktuelle Fassung im Internet unter www.krause-schoenberg.de/gentechnikfakten.html – ca. 160 Seiten
- SB 21: Schöpfungstheologie – Zitatensammlung aus drei Büchern von Eugen Drewermann zu Religion und Naturwissenschaft (Herkunft des Menschen – Biologie – Kosmologie) – 18 Seiten
- SB 22: Darwin im Originalton; Zitate aus seinen Büchern: „Reise eines Naturforschers um die Welt“ (1839), „Die Entstehung der Arten“ (1859) und „Die Abstammung des Menschen“ (1871) – 24 Seiten
- SB 23: Entdeckungen im Koran – eine Auswahl von Zitaten – 12 Seiten
- SB 24: Von Schöpfung, Paradies und Sündenfall – wie Juden die Heilige Schrift lesen, verstehen und auslegen – 26 Seiten

Viel Spaß beim Lesen!

Ihr Joachim Krause

Bestellungen, Rückfragen, Hinweise und Kritik richten Sie bitte an:

Ev.-Luth. Landeskirchenamt Sachsens, Beauftragter für Glaube, Naturwissenschaft und Umwelt, (Dipl.-Chem.) Joachim Krause, Hauptstr. 46, 08393 Schönberg,

Tel. 03764-3140, Fax 03764-796761,

E-Mail: krause.schoenberg@t-online.de Internet: <http://www.krause-schoenberg.de>

Die komplette Liste aller inzwischen (2023) etwa 160 Hefte der „Schönberger Blätter“ mit der Möglichkeit zum Download finden Sie unter: <https://www.krause-schoenberg.de/materialversand.html>

Die Verantwortung für den Inhalt der „Schönberger Blätter“ liegt allein beim Verfasser.

Verwendung und Nachdruck – auch von Textteilen – bitte nur nach Rücksprache.

25.10.23

© Joachim Krause 2004

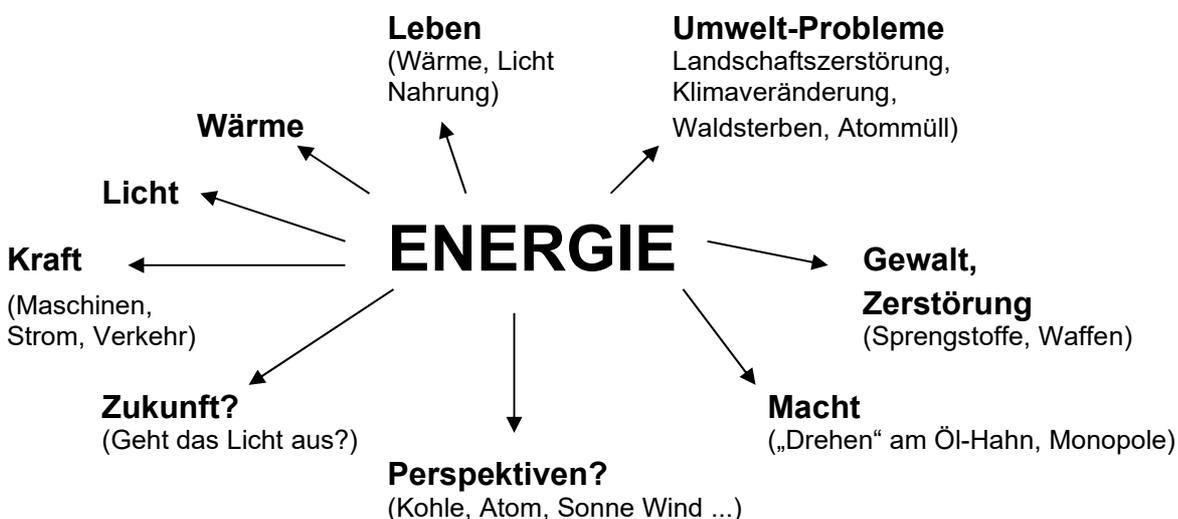
Energie für die Zukunft

Inhalt:

1. Unser Umgang mit Energie (Begriffe, Verbrauchszahlen, Energieflüsse) ...	5
2. Unser Energieverbrauch hat Folgen	10
2.1. Die Schätze dieser Welt sind nicht unerschöpflich	10
2.2. Die Abfälle unserer Energiesysteme führen zu Belastungen der Umwelt	12
3. Perspektiven: Ausstiege und Einstiege	15
3.1. Energieeinsparung	16
3.2. Fossile Energieträger	19
3.3. Kernenergie	19
3.4. erneuerbare Energien	24
4. Anhang	30

„Energie“ ist ein Begriff, der vielfältig mit Inhalt gefüllt ist.

Da geht es nicht nur um Kilowattstunden oder um Heizöl im Keller, da denkt mancher an die Gewalt des Wassers bei einer Flutkatastrophe, ein anderer an das Atomkraftwerk in Tschernobyl, da sind die Stromtarife oder die Benzinpreise im Gespräch, die CASTOR-Transporte für Atommüll, der Krieg auf den Ölfeldern des Irak, gelbleuchtende Rapsfelder, die Ökosteuer ... Energie begegnet uns überall. Und sie hat viele Gesichter.



Energie hat zunächst vor allem mit LEBEN zu tun. Leben braucht Energie. Zuverlässiger Lieferant von Lebensenergie ist seit Urzeiten die Sonne. Praktisch alles Leben auf der Erde hängt (bis heute) von dieser Energiequelle ab. Ihre Strahlung sorgt für lebensdienliche Temperaturverhältnisse, macht die Photosynthese in Pflanzenzellen und damit den Aufbau von organischer Substanz und Nahrungsstoffen möglich, treibt das Wettergeschehen in der Atmosphäre und den globalen Kreislauf des Wassers an.

Schon vor Hunderttausenden von Jahren drangen Menschen in gemäßigttere und kühlere Breiten vor. Dort konnten sie nur überleben, weil sie das Feuer hatten. Feuerholz lieferte Wärmeenergie, für mechanische Energie stand lange Zeit nur die menschliche Arbeitskraft zur Verfügung. Erst vor einigen tausend Jahren begann in den orientalischen Hochkulturen die

Nutzung tierischer Arbeitskraft. Dann lernte man auch Wasser- und Windkraft zu nutzen, um mechanische Arbeit zu verrichten, zunächst zum Heben von Wasser, später erlangte die Nutzung der Windkraft zum Antrieb von Segelschiffen große Bedeutung. Aber Holz blieb bis zum Beginn des Industriezeitalters eine der zentralen Ressourcen der Menschheit, nicht nur als Energiequelle, sondern auch als Werkstoff. Im 18. Jahrhundert nahm in Europa der Holzeinschlag so stark zu, dass Holz knapp und teuer wurde. Der Übergang zur Kohle (in Verbindung mit dem Einsatz der Dampfmaschine) brachte Entlastung. Mit der Dampfmaschine wurde es erstmals möglich, Wärmeenergie zum Teil in mechanische Energie umzuwandeln. Seit etwa hundert Jahren wird aus so gewonnener mechanischer Energie meist elektrische Energie erzeugt, die leichter verteilt werden kann und ohne nennenswerte Umweltbelastungen in alle anderen Energieformen umgewandelt werden kann. In manchen Ländern der Dritten Welt ist die Situation heute ähnlich wie im Deutschland des 18. Jahrhunderts: Holz ist dort noch die wichtigste Energiequelle.

(nach: Wagner/Borsch: Energie und Umweltbelastung, Springer Berlin 1998)

Seit einigen Jahrhunderten hat der Mensch gelernt, über das Angebot der Sonnenenergie hinaus weitere Energieträger nutzbar zu machen. Kohle, Erdöl und andere Quellen wurden erschlossen. In der Sprache der Techniker wurden WÄRME, LICHT und KRAFT verfügbar. Heizung machte das Leben von Menschen auch unter unwirtlichen klimatischen Bedingungen möglich. Durch den Einsatz von Maschinen wurde schwere körperliche Arbeit erleichtert. Künstliche Beleuchtung veränderte die Lebensbedingungen. Erst die technische Nutzung von Energie hat den Menschen wirklich zum Herrscher auf dem Planeten Erde gemacht. Heute entspricht das, was Technik tagesein tagaus für jeden Menschen in Deutschland bereitstellt, der Arbeitskraft von 60 Tagelöhnern, die ständig Schwerstarbeit verrichten.

Energieentfaltung kann auch GEWALT bedeuten. Natur-Gewalten können zerstörerisch wirken, in Stürmen, bei Fluten. Zu denken ist hier aber auch an Sprengstoffe oder Waffen.

Mehr indirekt gewaltsam zeigt unser Umgang mit Energie sich in UMWELT-WIRKUNGEN. Viele unserer heutigen Umwelt-Probleme haben ihre unmittelbare Ursache in unserem Umgang mit Energie (Tanker-Unfälle auf den Weltmeeren, Waldsterben durch „sauren Regen“, Klimaveränderungen).

Umgang mit Energie bedeutet immer auch Umgang mit MACHT. Öl-Förderländer können am Öl-Hahn „drehen“, Öl-Konzerne können Preisabsprachen treffen, Stromversorger können ihre Gebietsmonopole ausnutzen. Dirigiert hier schon manchmal die Wirtschaft die Entscheidungen der Politik?

Wie sieht es unter so vielfältigen Randbedingungen mit der Bereitstellung von ENERGIE FÜR DIE ZUKUNFT aus? Drohen Engpässe in der Versorgung mit Energieträgern? Geht uns schlicht das Licht aus, oder wird es zu Verteilungskämpfen kommen? Gibt es Wege und Strategien, die in eine hoffnungsvolle Zukunft führen könnten, und welche Bausteine bieten sich dafür an? Geht es weiter wie gewohnt mit Kohle, Öl und Atomenergie – oder heißen die Stichworte Sparen, Sonne, Wind, Biomasse, Erdwärme usw.?

Wir wollen uns im Weiteren zunächst an die aktuelle Situation erinnern, an unseren Umgang mit Energie in Vergangenheit und Gegenwart. Dabei sollen auch die Probleme deutlich werden, die im Zusammenhang mit unserem derzeitigen Energieverbrauch stehen und zum kritischen Nachdenken nötigen. Zuletzt soll es dann um mögliche Perspektiven für den zukünftigen Energieverbrauch gehen.

1. Unser Umgang mit Energie – Schlaglichter zur Situation

1.1. Begriffsverwirrung

Der Begriff **ENERGIEERZEUGUNG** ist irreführend. Der in der Physik formulierte Erfahrungssatz von der Erhaltung der Energie in abgeschlossenen Systeme besagt, dass bestenfalls die **UMWANDLUNG** von einer Energieform in eine andere möglich ist. Damit bleibt zwar die Quantität (Menge) der Energie erhalten, aber ihre Qualität (ihr Arbeitsvermögen) nimmt bei Energieumwandlungsprozessen ab. Der Begriff Energieerzeugung impliziert den Wunsch, der Endlichkeit der Energie-Vorräte zu entrinnen. Auch der **VERBRAUCH** von Energie ist demnach nicht möglich. Es geht also im Weiteren genauer um Fragen, die mit der **BEREITSTELLUNG, UMWANDLUNG** und **VERTEILUNG** von Energie zu tun haben

Menschen haben auch nicht ein abstraktes Bedürfnis nach Energie, verlangen etwa nach „Kilo-Joule“ oder „Kilowattstunden“. Menschen haben **BEDÜRFNISSE**, die mit der Nutzung von verschiedenen Energieformen verbunden sind. Ein Grundbedürfnis ist die ausreichende Zufuhr von **BIOMASSEENERGIE** als Nahrung zur Aufrechterhaltung der elementaren Lebensfunktionen. Weiterführende Bedürfnisse richten sich auf **WÄRME, LICHT, KRAFT, KOMMUNIKATION** und **MOBILITÄT** mit in dieser Reihenfolge steigenden Ansprüchen bzw. Erwartungen an den Lebensstandard.

Energie kann in vielen **FORMEN** auftreten, kann von einer Form in andere umgewandelt und genutzt werden:

- potenzielle Energie (genutzt z.B. im Wasserkraftwerk: ruhender See hinter der Staumauer)
- kinetische Energie (z.B. Wind)
- chemische Energie (z.B. in den Kohlenstoffverbindungen der Kohle gespeicherte Energie)
- thermische Energie (z.B. die Wärme bei der Verbrennung von Kohle)
- elektrische Energie (elektrischer Strom)
- elektromagnetische Energie (z.B. Mikrowelle)
- nukleare Energie (Kernspaltung, Kernfusion)

1.2. Woher wir kommen ...

Die DDR war Europameister im Pro-Kopf-Verbrauch an Energie.

Unter den Industriestaaten hatten weltweit nur die USA und Kanada einen höheren Verbrauch. Die DDR erlangte diese Spitzenposition vor allem wegen der Orientierung auf Braunkohle als Hauptenergieträger, wegen ihrer Industriestruktur (hoher Anteil an energieintensiver Grundstoffindustrie) – und wegen der niedrigen Energiepreise.

Dieser Umgang mit (billiger und reichlich verfügbarer) Energie hat auch manche Verhaltensweisen tief geprägt!

Die DDR hatte ein nicht mal halb so großes Bruttoinlandsprodukt pro Kopf wie die BRD – bei wesentlich höherem Energieverbrauch. Die USA haben heute einen vergleichbaren Wohlstand wie Deutschland, Frankreich oder Japan, verbrauchen (verschwenden?) aber dafür doppelt so viel Energie!

1.3. Was wir derzeit verbrauchen ...

1.3.1. Der Weg von der Primärenergie zur Nutzenergie – notwendige Erklärung wichtiger Begriffe

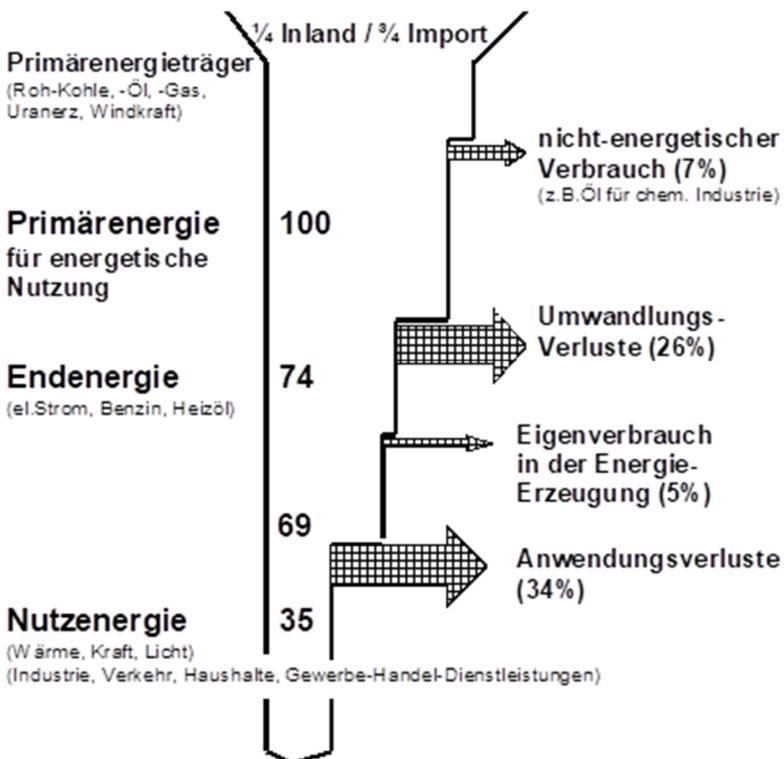
Die Energien, die der Mensch letztlich nutzt, stammen ursprünglich aus **PRIMÄRENERGIE-TRÄGERN**. Das sind in der Natur vorkommende Energieträger: die fossilen Brennstoffe Steinkohle, Braunkohle, Erdöl und Erdgas; die Kern„brenn“stoffe Uran und Thorium sowie die erneuerbaren Energien Holz und andere Biomasse, Sonnenstrahlung, Wind, Wasserkraft, Erdwärme, Gezeitenenergie. Diese Primärenergieträger können in der vorliegenden Form (roh, verunreinigt) in den meisten Fällen nicht direkt technisch genutzt werden. Sie werden in **SEKUNDÄRENERGIETRÄGER** umgewandelt, dies sind beispielsweise Koks, Briketts, Heizöl, Benzin, Strom oder Fernwärme. Die Sekundärenergien werden zu den „Verbrauchern“ transportiert und von ihnen genutzt, in den Energiestatistiken werden sie nun als **ENDENERGIETRÄGER** bezeichnet.

Die Verbraucher (statistisch unterschieden nach Haushalte, Handel-Gewerbe-Dienstleistungen (Kleinverbraucher), Industrie und Verkehr) benötigen letztlich **NUTZ-ENERGIE** in Form von Raumwärme, warmem Wasser, einer elektrisch beheizten Herdplatte, Licht, mechanische Antriebskraft für Motoren usw.

Dadurch werden **ENERGIEDIENSTLEISTUNGEN** vollbracht, die Energienutzung dient letztlich der Befriedigung von **BEDÜRFNISSEN**, wie dem nach behaglich beheizten Räumen, nach Fortbewegung (Mobilität), nach Licht in der dunklen Tageszeit, nach der Erzeugung von Materialien für Gebrauchsgüter.

Energieflussbild Deutschland

(2003; Primärenergieträger Brutto: 491,4 Mill. Tonnen SKE = 14.400 PJ; übrige Angaben in Prozent, bezogen auf Primärenergieträger für energetische Nutzung)



Energiedienstleistungen

(Prozesswärme, Raumwärme, mechanische Energie, Beleuchtung, Kommunikation)

Energieflussbild Deutschland: Der verlustreiche Weg zur Nutzenergie

Der Weg von den Energie-Rohstoffen (Primärenergie) zur wirklich genutzten Energie ist verlustreich. Auch im modernen Deutschland des Jahres 2010 wird nur ein Drittel des Potenzials tatsächlich genutzt, das (theoretisch) in den Energieträgern steckt. Wir wollen uns dazu das so genannte „Energieflussbild“ für Deutschland genauer ansehen.

Bei jeder Form von Energie-Umwandlung treten technisch und zum Teil auch physikalisch bedingte „**VERLUSTE**“ auf.

Für die Energiestatistik in Deutschland heißt das in Zahlen:

Von den Primärenergieträgern, die wir insgesamt im Laufe eines Jahres in den großen „Trichter“ unserer Volkswirtschaft schütten, stammt nur etwa ein Viertel aus einheimischem Aufkommen (Kohle, Erdgas, erneuerbare Energien) – drei Viertel müssen importiert werden (vor allem Erdöl und Erdgas), was dauerhafte Abhängigkeit von internationalen Märkten bedeutet und Vertrauen in politisch stabile Verhältnisse in den Förderländern voraussetzt.

Ein Teil der Primärenergieträger (etwa 7 Prozent, vor allem Erdöl), werden nicht für energetische Zwecke eingesetzt, sondern dienen als wertvoller Grundstoff für die chemische Industrie (Herstellung von Kunststoffen, Chemiefasern usw.).

Die verbleibende Menge an Primärenergieträgern wurde im Bild gleich 100 Prozent gesetzt. Bei der Umwandlung / Veredlung zu Sekundärenergieträgern bzw. Endenergieträgern treten Verluste von etwa 26 Prozent auf (z.B. verwandeln Kohlekraftwerke nur etwa 40 Prozent der bei der Kohleverbrennung entstehenden Wärmeenergie in Strom, der größere Teil geht im Kühlwasser bzw. über die Kühltürme verloren).

Weitere Verluste entstehen durch den Eigenverbrauch der Energieerzeugungsanlagen und bei der Verteilung der End-Energie (etwa 5 Prozent).

Bei der Umwandlung der End-Energie in die Nutzenergieformen treten Anwendungs-Verluste in der Größenordnung von weiteren 34 Prozent auf. So soll eine normale Glühlampe ja eigentlich Licht bereitstellen, aber dafür werden nur etwa 5 Prozent des Stroms in der Glühlampe genutzt – der „Rest“ von 95 Prozent wird als Wärmeenergie freigesetzt. Im Verbrauchsbereich „Verkehr“ wird in Deutschland nur etwa ein Fünftel der ursprünglich bereitgestellten End-Energie (Kraftstoff im Tank) als mechanische Energie wirklich für die Fortbewegung genutzt (der „Rest“ geht in Form von heißen Abgasen, beim Bremsen oder als Reibungswärme der Reifen auf der Straße verloren).

Die beschriebenen Energie-Verluste sind nur zum Teil unvermeidlich, d.h. durch physikalische Gesetze bedingt. Ein Teil ist auch durch die verwendete (ineffiziente) Technik bedingt. Darüber hinaus entsteht unnötiger Energieverbrauch auch durch das Verhalten der Verbraucher (sorgloser Umgang mit Energie).

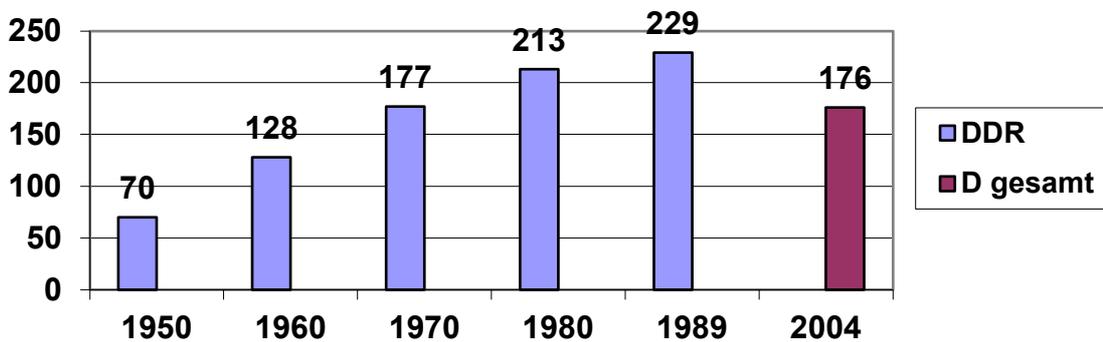
Noch einige weitere Angaben zum Energieverbrauch in Deutschland (vergleiche dazu auch die genaueren Zahlenangaben zum Endenergieverbrauch in Deutschland in Kapitel 4. Anhang als Tabelle):

Elektrischer **STROM** ist eine wertvolle Edelenergie, die sich in alle anderen benötigten Energieformen umwandeln lässt. Oft wird aber zu Unrecht Strom mit Energie im Allgemeinen gleichgesetzt. Der Anteil von Strom an der gesamten Endenergie beträgt in Deutschland nur etwa ein Fünftel – zum Vergleich bringen es Kraftstoffe und Heizöl in der Summe auf mehr als den doppelten Anteil.

Bei den benötigten Energiequalitäten geht es vor allem um **WÄRME!** Für Raumwärme (Heizung von Gebäuden) und Prozesswärme (vor allem für technische Hochtemperatur-Prozesse, aber auch im Haushalt (z.B. zum Kochen) werden fast 60 Prozent der gesamten Endenergie eingesetzt.

Unter den Verbrauchsbereichen beanspruchen die privaten **HAUSHALTE** auf Platz 1 fast ein Drittel der Endenergie (31%), dann folgt der **VERKEHR** (28%), danach erst die **INDUSTRIE** (25%) und gewerbliche **Kleinverbraucher** (17%).

Primärenergieverbrauch DDR (GJ/Einw. x Jahr)

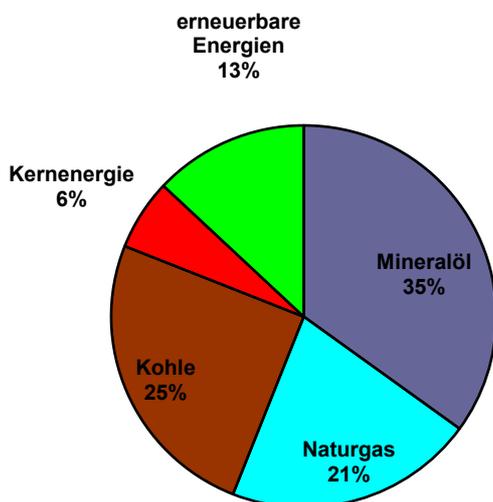


Merksätze I: Unser Umgang mit Energie

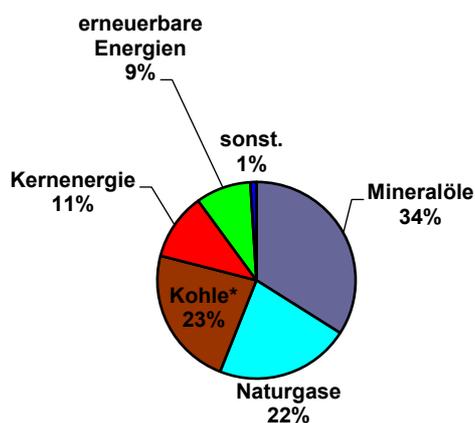
- Die DDR war Europameister im Pro-Kopf-Verbrauch an Energie.
- Auch im modernen Deutschland unserer Tage wird nur ein Drittel des Potenzials tatsächlich genutzt, das (theoretisch) in den Energieträgern steckt.
- Elektrischer Strom macht nur ein Sechstel des (End-)Energiebedarfs aus; den größten Anteil haben Brenn- und Treibstoffe.
- (End-)Energie wird vorrangig benötigt zur Bereitstellung von Wärme (Raumwärme und Prozesswärme Anteil je etwa 30 Prozent).
- Atomenergie liefert derzeit 22 Prozent der Stromerzeugung. Aus Windkraftanlagen stammen etwa 6 Prozent.
- In der Energiestatistik liegen beim Energieverbrauch die Bereiche (private) HAUSHALTE und VERKEHR deutlich vor der INDUSTRIE

1.3.3. Aus welchen Energiequellen stammt unsere Energie heute?

Primärenergieverbrauch weltweit 2008



Primärenergieverbrauch Deutschland 2010



* Steinkohle 12 %; Braunkohle 11 %

Die nebenstehenden beiden Grafiken zeigen den Anteil wichtiger Energieträger am Primärenergieverbrauch – weltweit und in Deutschland.

Daraus wird deutlich, dass wir nicht etwa im „Zeitalter der Atomenergie“ leben oder schon ins „Solarzeitalter“ aufgebrochen sind. Weltweit werden vier Fünftel der Energie (in Deutschland 79%) aus den traditionellen „fossilen“ Energieträgern (die sich im Laufe langer Zeiträume der Erdgeschichte abgelagert haben) gewonnen.

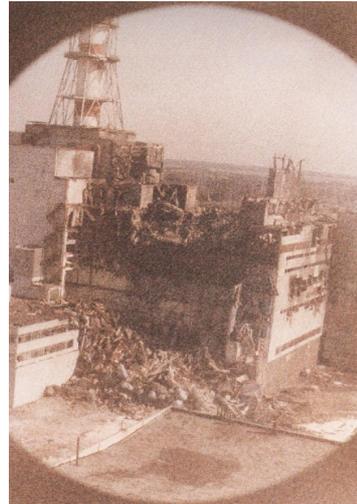
Die Atomenergie erreicht weltweit nur einen Anteil von 6% (in Deutschland sind es 11%). Weltweit wesentlich bedeutsamer ist der Verbrauch an erneuerbaren Energien mit 13%, dabei ist hier aber nicht an neue Techniken zu denken, sondern es handelt sich – neben der Anwendung der Wasserkraft – vor allem um die Nutzung von Brennholz (macht in Afrika einen Anteil von fast 50% am gesamten Energieverbrauch aus). In Deutschland bringen es die erneuerbaren Energien derzeit auf etwa 9 % Anteil.

In der Stromerzeugung erreicht die Windenergie inzwischen einen Anteil von 6%. „Nur sechs Prozent?“ Um diese Strommenge durch die Verbrennung von Braunkohle zu ersetzen, wären mehr als 3 Millionen LKW notwendig, beladen mit je 10 Tonnen Roh-Braunkohle!

2. Unser Energieverbrauch hat Folgen ...



„Waldsterben“ durch sauren Regen im Erzgebirge
1986



Zerstörung des Atomkraftwerks Tschernobyl

2.1. Die Schätze dieser Welt sind nicht unerschöpflich: „klassische“ Energieträger wie Erdöl oder Uranerz werden knapp

Die Menschheit (vor allem die Bewohner der reichen Länder auf der Nordhalbkugel unseres Planeten) nutzen die Schätze dieser Erde so intensiv, dass sich Grenzen der Verfügbarkeit abzeichnen.

In den 30 Jahren von 1990 bis 2020 wird die Menschheit mehr Energieträger verbrauchen als in ihrer gesamten bisherigen vieltausendjährigen Geschichte!

Das folgende Beispiel zur Gewinnung der Braunkohle in Deutschland macht exemplarisch deutlich, wie tiefe Spuren das Tun des Menschen in der Welt hinterlässt.

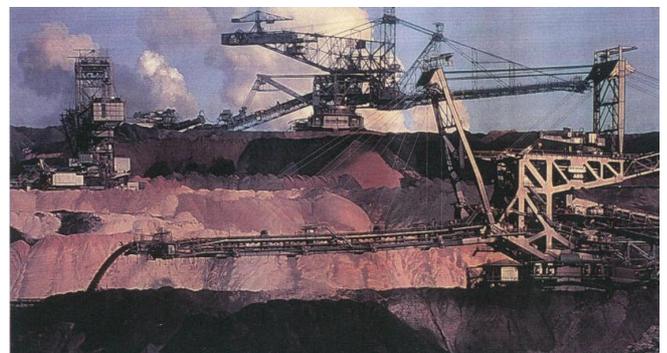
Unser Energieverbrauch hinterlässt tiefe SPUREN ...

Beispiel: Braunkohle-Gewinnung in Deutschland

Anteil der Braunkohle am
Energieverbrauch in Deutschland: 11 Prozent
geforderte Braunkohlemenge
pro Jahr in Deutschland: 180 Millio-
nen Tonnen

Abraum abzutragen pro Jahr: 900 Millionen Tonnen

Grundwasser abzupumpen pro Jahr: .. mehr als 1000 Millionen Kubikmeter



Um die deutsche Braunkohle zu gewinnen, müssen demnach jährlich 1.080.000.000 Tonnen Material bewegt werden (Das entspricht etwa 770 Millionen m³; wenn die durchschnittliche Dichte mit 1,4 t/m³ angenommen wird).

Mit dem gleichen Aufwand könnte

- **1 x jeden Monat**
- **ein Kanal ausgehoben werden,**
- **der von der Insel Rügen bis zum Schwarzwald reicht (900 km lang),**
- **5 Meter tief und 15 Meter breit ist.**
- **Dieser Kanal könnte gleichzeitig mit dem abgepumpten Grundwasser reichlich gefüllt werden.**

(Daten zu den Fördermengen aus: Jeffrey Michel: Status and Impacts of the German Lignite Industry, Acid Rain Göteborg 2005, S.10)

Bei fossilen Energieträgern wird geschätzt, dass die Menschheit in einem Jahr so viel davon verbraucht, wie sich in einer Million Jahren Erdgeschichte gebildet haben. Die weltweit vorhandenen Vorräte an Erdöl sind inzwischen wahrscheinlich bereits zu Hälfte aufgebraucht. Welche Mengen an herkömmlichen Energieträgern in Zukunft noch zur Verfügung stehen, wird aus der folgenden Abschätzung ersichtlich.

Weltweite Reserven und Ressourcen an nicht-erneuerbaren Energieträgern

Reserven: *sicher nachgewiesen, mit heutigen technischen Möglichkeiten wirtschaftlich abbaubar*

Ressourcen: *entweder geologisch nachgewiesen, aber derzeit nicht wirtschaftlich förderbar oder noch nicht nachgewiesen, können aber aus geologischen Gründen erwartet werden*

Energie träger	Förderung 2005	Reserven*	Reichweite Jahre	Ressourcen**
Erdöl	3.896	161.000	41	82.000
Ölsand	135	66.000	489	250.000
Erdgas	2151	136.000	63	157.000
Steinkohle	2930	438.000	149	2.499.000
Braunkohle	220	49.000	223	243.000
Uran	404	19.000	47	126.000

Energiereserven weltweit

(Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, ÖkoTest 3/07 S.131; Angaben in Millionen Tonnen Öleinheiten)

(BMW, Bundesanstalt für Geowissenschaften: Reserven, Ressourcen ... 2001, S.11)

Damit beträgt die Reichweite der sicher bekannten Vorkommen (bei heutigem Verbrauchsniveau) zwischen 40 und einigen hundert Jahren.

2.2. Die Abfälle unserer Energiesysteme führen zu Belastungen der Umwelt

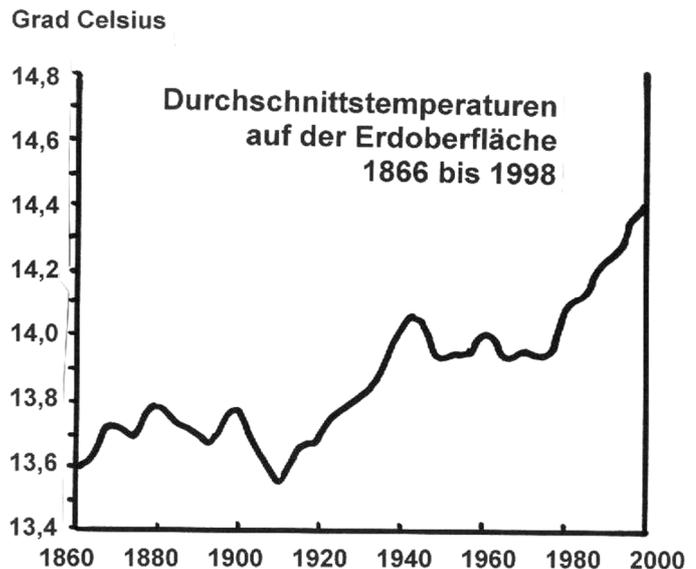
Nicht nur die „Quellen“ für die Bereitstellung wichtiger Energieträger drohen zu versiegen. Auch die Möglichkeiten zur Beseitigung der „Abfälle“ der Energieerzeugung erweisen sich als begrenzt.

Zu denken ist hier z.B. an die Verschmutzung der Ölfördergebiete oder der Weltmeere durch Tankerunfälle, an das weltweit nicht gelöste Problem der Endlagerung radioaktiver Abfälle, vor allem aber an die Wirkungen von Verbrennungs-Abgasen auf die Umwelt (z.B. Waldsterben durch sauren Regen). In den letzten Jahren wird vor allem immer heftiger über einen möglichen Klimawandel diskutiert. Eine wesentliche Ursache für den beobachteten weltweiten Temperaturanstieg („Treibhauseffekt“)

könnten Abgase aus der Energienutzung sein (Kohlendioxid CO_2 als Folgeprodukt der Verbrennung von Kohle, Öl und Gas, aber auch Methan CH_4 , das aus Erdgasbohrungen und Steinkohlegruben entweicht). Folgen der Erwärmung könnten sich in der Zunahme von Wetterextremen, in der Verschiebung der Klimazonen, in einem Anstieg des Meeresspiegels usw. zeigen.

Die Menschen in den reichen Ländern der Welt (wir!) sind mit ihrem hohen Verbrauch an Energie die Hauptverursacher für solche Veränderungen.

In der begrenzten Verfügbarkeit von Energieträger-Ressourcen und in der Empfindlichkeit der Atmosphäre gegenüber der Belastung mit Abfällen zeigen sich Grenzen der Belastbarkeit unseres Planeten. Wahrscheinlich dürfen wir gar nicht alle Vorräte an fossilen Energieträgern „verheizen“, wenn wir einen Klimakollaps vermeiden wollen.



Treibhauseffekt

Spurengase in der Atmosphäre bewirken, dass ein Teil der von der Sonne eingestrahlt Energie in den unteren Luftschichten als Wärme „festgehalten“ wird.

A) der natürliche, lebensdienliche Treibhauseffekt:

Natürlich vorkommende Spurengase mit (in der Summe) weniger als 0,1 Prozent Anteil in der Luft (Wasserdampf, Kohlendioxid u.a.) bewirken, dass die Temperatur an der Erdoberfläche um 33 Grad höher ist als ohne diesen Effekt - damit wird die Erde erst ein wohnlicher Lebensraum!

B) der zusätzliche, menschen-gemachte Treibhauseffekt:

Durch Tätigkeit des Menschen (Energieverbrauch, Industrie, Landwirtschaft) gelangen zusätzliche Spurengase (Kohlendioxid, Methan, Stickstoffoxide, FCKW u.a.) in solchen Mengen in die Atmosphäre, dass sie eine zusätzliche Erwärmung der Erdatmosphäre bewirken und langfristig Klimaveränderungen eintreten könnten (weltweiter Temperaturanstieg, Zunahme von Wetterextremen, Verschiebung von Klimazonen, Anstieg des Meeresspiegels).

Die menschlichen Einflüsse auf das Klimageschehen sind seit etwa 200 Jahren nachzuweisen, sie sind stärker als alle bekannten natürlichen Klimafaktoren, und die sich abzeichnenden Veränderungen geschehen schneller als jemals zuvor in der Erdgeschichte.

Klima-Wandel?

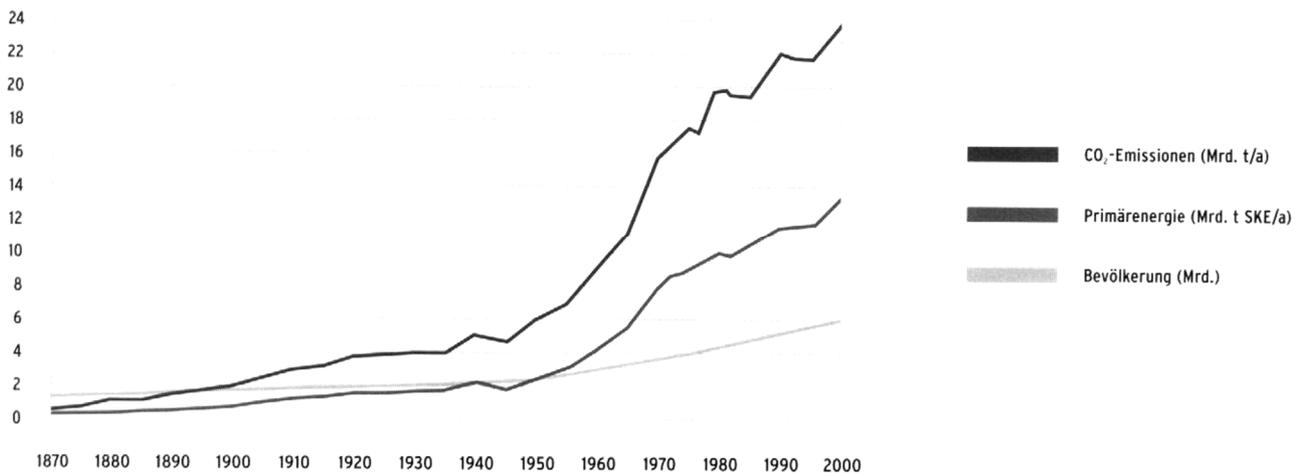
a) Beobachtungen:

- **Temperaturanstieg:**
weltweiter Durchschnitt in den letzten hundert Jahren: + 0,74 Grad; Deutschland + 0,86 Grad;
Temperaturzunahme hat sich in den letzten 50 Jahre noch einmal beschleunigt;
in Sachsen seit 1950: + 1 Grad;
die zehn wärmsten Jahre seit Beginn exakter Temperatur-Aufzeichnungen sind nach 1990 aufgetreten
- **Meeresspiegelanstieg** im 20. Jahrhundert: + 17 Zentimeter
- **Abschmelzen der Gletscher in den Alpen** (sind seit 1850 um 70 % zurückgegangen)
- **vereiste Meeresfläche in der Arktis** ist seit 1978 im Sommer um 22 Prozent zurückgegangen
- **extreme Wetterereignisse** (Hitzewellen, Dürren, heftige Niederschläge) sind häufiger geworden;
Intensität tropischer Stürme hat sich erhöht
- **Zunahme der Kohlendioxid-Konzentration in der Atmosphäre**
von 280 ppm (= 0,028 %) im Jahr 1750 auf derzeit 380 ppm gestiegen;
Konzentration ist heute höher als jemals in den letzten 650.000 Jahren
- **Zugvögel** ändern ihr Verhalten (sächsische Störche fliegen nur noch bis Spanien)

b) Perspektiven:

- **weiterer Temperaturanstieg:** weltweit bis 2100 um 1,8 bis 4,0 Grad;
das ist eine schnellere Veränderung, als sie jemals in den letzten 10000 Jahren aufgetreten ist;
die größte Erwärmung findet in den nördlichen Breiten statt; Sachsen bis 2050: + 2 Grad;
0,6 Grad Erwärmung treten auch dann ein, wenn ab sofort keine Treibhausgase mehr ausgestoßen würden
- **Meeresspiegelanstieg** bis 2100: + 18 bis 59 Zentimeter
- **Abschmelzen der Gletscher und der Polkappen:**
Alpen in 60 Jahren eisfrei?;
dauerhafte Erwärmung deutlich über 3 Grad könnte zum vollständigen Abschmelzen des Grönlandeises führen:
→ Meeresspiegelanstieg um 7 Meter
- **dramatische** Veränderungen bei der regionalen **Verteilung von Niederschlägen**
- **Zunahme von meteorologischen Extremereignissen** (höhere Tagesmaxima der Temperatur, mehr Starkniederschläge, weniger Frosttage, Trockenperioden im Sommer)
- **Verschiebung von Klimazonen** (Anpassung ökologischer Systeme, Landwirtschaft?);
Temperaturerhöhung um 1 Grad: 200 bis 300 km polwärts bzw. 200 Höhenmeter im Gebirge

Die folgende Grafik zeigt, wie sich die Zahl der Menschen auf der Erde seit 1870 vervierfacht hat (untere Kurve), und wie im Vergleich dazu im gleichen Zeitraum der weltweite Energieverbrauch auf das 60-fache (!) angestiegen ist (mittlere Kurve), und wie sich der Ausstoß des Abfall- und „Treibhausgases“ CO₂ noch schneller entwickelt hat (obere Kurve).



Merksätze II: Der Energie-Hunger der Menschheit stößt an Grenzen

- In den Jahren von 1990 bis 2020 wird die Menschheit mehr Energieträger verbrauchen als in ihrer gesamten bisherigen Geschichte von den Anfängen bis 1990.
- Im Laufe eines Jahres werden derzeit soviel fossile Energieträger (Kohle, Erdöl, Erdgas) verbraucht, wie sich in 1 Million Jahren Erdgeschichte gebildet haben.
- Die weltweiten Reserven an herkömmlichen Energieträgern (Kohle, Öl, Gas, Uran; „Reserven“ = sicher erkundete Vorräte, die zu heutigen Kosten gewonnen werden können), würden beim heutigen Energieverbrauch der Menschheit noch etwa 100 Jahre ausreichen.
So sind z.B. die sicher gewinnbaren Vorräte an Erdöl bereits zur Hälfte aufgebraucht.
- Wir stoßen an Grenzen der Belastbarkeit des Planeten Erde und seiner ökologischen Systeme durch „Abfälle“ aus unseren Energie-Systemen (z.B. Waldsterben durch „sauren Regen“, weltweit ungelöste End-Lagerung von Atom-Müll).
- Das Abgas Kohlendioxid aus dem Energiesektor ist die Hauptursache für die beobachtete Erwärmung der Erdatmosphäre („Treibhauseffekt“). Wegen der Gefahr möglicher Klimaveränderungen dürfen wir wahrscheinlich gar nicht alle verfügbaren fossilen Energieträger „verheizen“.

3. Perspektiven: Ausstiege und Einstiege

Das letzte Jahrhundert war ein Jahrhundert rasanten Wachstums auf vielen Gebieten. Dabei sind aber auch manche Probleme schneller gewachsen, als uns lieb ist.

Es spricht vieles dafür, das weitere Wachstum des Energieverbrauchs zu drosseln und sich von den herkömmlichen Energieträgern schrittweise zu verabschieden.

Heißt angesichts der Vielzahl von Problemen die wenig verheißungsvolle Parole, in Zukunft im Dunkeln zu sitzen und zu frieren? Oder gibt es Wege, die in eine hoffnungsvolle Energiezukunft führen?

Die weitere Entwicklung wird davon abhängen, wie viele Menschen diesen Planeten in Zukunft bevölkern, welche Erwartungen und Bedürfnisse sie entwickeln (jeder hat den Anspruch, ein menschenwürdiges Dasein zu führen), und ob es gelingt, die Schätze der Welt unter Berücksichtigung ihrer Grenzen gerecht zu verteilen.

Die Nutzung energetischer Ressourcen soll unter Berücksichtigung wirtschaftlicher (kostengünstig!), ökologischer (nachhaltig!) und sozialer Aspekte (gerecht!) erfolgen. In der Beziehung dieser drei Kriterien ergibt sich ein spannungsreiches Geflecht, in dem erhebliches Konfliktpotenzial steckt!

Entwicklung der Weltbevölkerung

Zeitangabe	Weltbevölkerung
10000 v.Chr.	4 Millionen
2000 v.Chr.	27 Millionen
Lebzeiten Jesu	100 Millionen
1000 n.Chr.	350 Millionen
1900 n.Chr.	1,7 Milliarden
2011 n.Chr.	7,0 Milliarden
2050 n.Chr. (UNO-Schätzung)	9,2 Milliarden

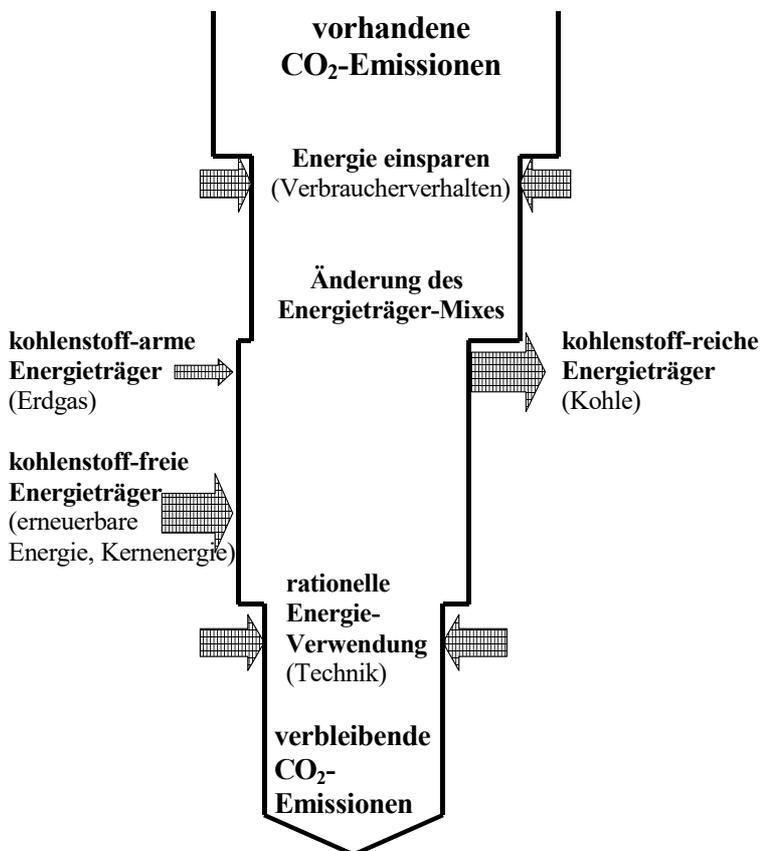
Die vier „Säulen der Energieversorgung“ können wie folgt dargestellt werden:

Die vier Säulen der Energieversorgung

Energie-Einsparung	Fossile Energien	Nukleare Energien	Regenerative Energien
Umwandlung (Technik)	Kohle Erdöl Erdgas	Uran (Kernspaltung) Plutonium („Schneller Brüter“)	Wasserkraft Biomasse
Nutzung (Verbraucher)	(Ölschiefer)	(Thorium) (Lithium, Deuterium – Kernfusion)	Sonne (Wärme, Strahlung) Wind Erdwärme Gezeitenenergie

Ganz wichtig ist dabei die linke Säule: Energieeinsparung. Durch rationellen (= vernünftigen!) Umgang mit Energie bei der Umwandlung (Technik) und Nutzung (Verbraucher) sind noch erhebliche Potenziale zu erschließen. Energie, die eingespart wird, muss gar nicht erst erzeugt werden.

Grundsätzliche Möglichkeiten zur Verringerung der Kohlendioxid-Emissionen aus der Energieversorgung und Energienutzung



Welche grundsätzlichen Möglichkeiten bestehen, durch Veränderungen über die „vier Säulen“ Einfluss auf den Energieverbrauch zu nehmen, soll an der nebenstehenden Abbildung am Beispiel CO₂-Minderung verdeutlicht werden.

a) Maßnahmen der „Energieeinsparung“ durch verändertes Verbraucherverhalten führen zu einer Entlastung beim CO₂-Ausstoß.

b) Wenn im „Energie-Mix“ kohlenstoffreiche Energieträger wie Kohle oder Öl durch kohlenstoffärmere fossile Brennstoffe wie Erdgas ersetzt werden oder gar praktisch kohlenstoff-freie Energieträger zur Anwendung kommen, wird der CO₂-Ausstoß weiter verringert. (Allerdings können hier völlig andere Belastungen, z.B. durch radioaktive Abfälle, auftreten.)

c) Rationelle Verwendung der bereitgestellten Energie durch Einsatz effektiver Anwendungs-Technik kann nochmals den Druck mindern.

Im Weiteren soll im Einzelnen auf die vier Säulen der Energieversorgung eingegangen werden.

3.1. Energieeinsparung

Zur Erinnerung: Auf dem Weg vom Energierohstoff bis zur genutzten Energie gehen in Deutschland zwei Drittel der Energie verloren bzw. werden (wegen unzulänglicher Technik, wegen derzeit fehlender Rentabilität oder auch durch falsches Verbraucherverhalten) nicht genutzt. Ein erheblicher Teil dieser Verluste ist physikalisch-technisch nicht notwendig. Dieses Potenzial könnte erschlossen werden.

Die Deutsche Energieagentur schätzt das technisch mögliche Einsparpotenzial (also ohne verändertes Verbraucherverhalten) in Deutschland auf 20 bis 35% des Energieverbrauchs.

Die Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages hatte 1990 das unter Nutzung heute schon bekannter Technik mögliche Potenzial für rationelle Energieanwendung sogar mit 35 bis 45% für die gesamte Volkswirtschaft angegeben.

So viel Energie kann in Deutschland gespart werden

(Einsparpotenziale in Prozent; technische Potenziale; Einsparungen durch verändertes Verbraucherverhalten nicht berücksichtigt)

Verbrauchsbereich	Einsparpotenzial (Prozent)
Verkehr	20
Haushalte	35
Industrie	20
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	20

(Quelle: Deutsche Energieagentur 2001)

Ob und in welchem Umfang solche Potenziale wirklich erschlossen werden, hängt von den politischen Rahmenbedingungen (Förderung bzw. Besteuerung von einzelnen Energieträgern), der Kostenentwicklung bei vergleichbaren Varianten und vom betrachteten Zeithorizont ab.

Hier sei zunächst eine gewichtige Sparmöglichkeit aus dem technisch-industriellen Bereich genannt. Elektrische Motoren bzw. Pumpen sind für zwei Drittel des industriellen Stromverbrauchs verantwortlich. Wäre (nur) jeder dritte Elektromotor (heute ist es nur jeder zwanzigste!) mit einer leistungsangepassten Drehzahlregelung ausgerüstet, würden die Betriebe 16 Milliarden kWh Strom im Jahr sparen – das entspricht der Leistung von 2 Atomkraftwerken.

Wissenschaftszentrum
Nordrhein-Westfalen

Institut Arbeit
und Technik



Kulturwissenschaftliches
Institut
**Wuppertal Institut für
Klima, Umwelt, Energie
GmbH**

Kernenergie und Stromsarpotentiale effizienter Pumpen

- „Faktor 4“-Umwälzpumpe für EFH/ZFH:
spart fast 1/2 Kernkraftwerk
- Hocheffiziente Umwälzpumpen in zentral
beheizten Wohngebäuden mit mehr als 2
Wohneinheiten: spart mehr als 1/2
Kernkraftwerk
- Effiziente Umwälzpumpen in Industrie und
Gewerbe, Handel, Dienstleistung (inklusive
öffentlicher Bereich und
Versorgungswirtschaft):
spart etwa 2-3 Kernkraftwerke

⇒ **insgesamt 3-4 Kernkraftwerke allein durch
effiziente Pumpen ersetzbar**

⇒ Potentiale sind **innerhalb von etwa 10-12
Jahren** erschließbar (normale
Investitionszyklen)



• Dr. Wolfgang Irrek
• AGU EKD-Besuch, 11. Oktober 2005, Wuppertal
Folie 16
Wuppertal Institut

Allein elektrische Antriebe verursachen zwei Drittel des Stromverbrauchs der Industrie. Durch Einsatz elektronischer Drehzahlregelungen wäre der Verbrauch um 15 % zu reduzieren, das entspricht 4000 MW = 3 bis 4 großen Kraftwerken (BMU- Energieeffizienz, Tipps für Industrie und Gewerbe, Broschüre 2006, S.4)

Vernünftiger Umgang mit Energie ist aber auch im persönlichen Verhalten des Verbrauchers möglich und nötig.

einige Tipps zum Energie-Sparen im Haushalt

Einfach abschalten! Leerlaufverluste bei Elektrogeräten:

Viele Geräte in den Haushalten verbrauchen im Bereitschaftsbetrieb („stand-by“) ständig rund um die Uhr Strom, ohne Nutzen zu bringen. Kennzeichen: irgendwo brennt ein rotes Lämpchen, flimmern grüne Ziffern oder ein Transformator brummt leise im Gerät. Jede neunte Kilowattstunde, die in den Haushalten bezahlt wird (das sind 60 bis 130 Euro im Jahr für einen durchschnittlichen Haushalt!), verschwindet so im Leerlauf. Das ist deutschlandweit mehr Strom, als in Sachsen oder in Berlin zur gleichen Zeit sinnvoll verbraucht wird. Und der Leerlaufverlust entspricht der Leistung von zwei Atomkraftwerken. Da hilft nur Abschalten!

Mir geht ein Licht auf:

Eine Energiesparlampe (20 Watt) verbraucht nur ein Fünftel der bisherigen Strommenge bei gleicher Lichtleistung und lebt 8x so lange wie eine normale Glühlampe (100 Watt). Damit erspart ein Lampenwechsel der Umwelt und dem Klima die Verbrennung von 14 Zentnern Braunkohle und dem Portemonnaie eines Privathaushalts Stromkosten in Höhe von 120 Euro! Wenn jeder Haushalt in Deutschland eine normale Glühlampe durch eine Sparlampe ersetzt, werden zwei Atomkraftwerke überflüssig.

Wieviel Strom (?) verbraucht meine Ölheizung?

Auch jede Ölheizung hat eine elektrisch betriebene Umwälz-Pumpe, die das erwärmte Wasser zu den Heizkörpern transportiert. Meine hat vier Leistungsstufen. Auch die niedrigste erwies sich als ausreichend. Also Umschalten von 120 auf 50 Watt Verbrauch; bei 4000 Betriebsstunden im Jahr beträgt die Differenz 280 Kilowattstunden; das bedeutete Mehrkosten für die Kirchengemeinde in Höhe von 80 Euro pro Jahr. Welche Pumpleistung ist wirklich notwendig? Das Soll berechnet sich überschlagsmäßig als: Wohnfläche in Quadratmeter geteilt durch 5. Im Durchschnitt ist in Deutschlands Heizanlagen die doppelte Leistung installiert.

Versteckte Energie

Um ein Blatt (!) weißes Papier (5 Gramm) herzustellen, ist eine Energiemenge erforderlich, die 5,5 Gramm Erdöl (oder 26 Gramm Braunkohle oder 0,06 kWh) entspricht. Mit dieser Energiemenge kann eine 60-Watt-Glühlampe 20 Minuten lang brennen.

So kann jeder Autofahrer seinen Spritverbrauch um 15 bis 20 Prozent senken:

frühzeitig hochschalten (ab 2000 Umdrehungen), niedertourig fahren (immer im höchstmöglichen Gang, bei 30 km/h im 3., bei 40 im 4., bei 50 im 5.), vorausschauend fahren (wenig bremsen und beschleunigen), Motor auch bei kürzeren Stillstandszeiten abstellen, höheren Reifendruck einstellen (Wert für volle Beladung wählen, siehe Tankklappe).

3.2. Fossile Energieträger

Wenn die Gefahren des menschengemachten Klimawandels ernst genommen werden, erfordert das letztlich den „Einstieg in den Ausstieg aus der Nutzung fossiler Energieträger“. Auch die – zumindest bei **Öl** – in absehbarer Zeit zur Neige gehenden Vorräte mahnen zum Sparen, zumal hier auch wertvolle Rohstoffe für die chemische Nutzung „verheizt“ werden und späteren Generationen nicht mehr zur Verfügung stehen.

Kohlevorräte sind zwar sowohl weltweit als auch in Deutschland noch reichlich vorhanden. Aber ihre Verbrennung setzt besonders große Mengen des Treibhausgases CO₂ frei, der Steinkohlenbergbau auch Methan in kritischer Menge. Gerade bei Kohle sind in Deutschland auch starke Lobbyinteressen zu beachten (Steinkohle in NRW, Braunkohle in Ostdeutschland). Andererseits ist Kohle ein einheimischer Energieträger.

Erdgas ist ein sehr flexibel und kostengünstig einsetzbarer Energieträger. Es setzt in der Verbrennung bei gleichem Heizwert deutlich geringere Mengen klimaschädlicher Gase frei. Allerdings müssen bei Gewinnung und Transport Leckagen vermieden werden, da freigesetztes Methan ein sehr wirksames Treibhausgas ist.

In letzter Zeit wird öfter davon gesprochen, die Verbrennung kohlenstoffhaltiger Energieträger dadurch akzeptabel zu machen, dass das bei ihrer Verbrennung entstehende CO₂ aufgefangen, verdichtet und in tiefen Erdschichten (Salzstöcke, alte Öl- oder Erdgasfelder) verpresst oder in der Tiefsee gelagert wird. Die dafür erforderlichen Techniken müssten aber für die Anwendung im großen Maßstab (es geht um Milliarden Tonnen Gas pro Jahr) erst noch entwickelt und erprobt werden, vor allem stellen sich Fragen zu den Kosten sowie zur langfristigen Sicherheit des Abschlusses von der Atmosphäre.

(Das folgende Kapitel wurde VOR dem Unfall im japanischen Kernkraftwerk Fukushima im März 2011 geschrieben und berücksichtigt die dadurch ausgelösten Folgewirkungen NICHT)

3.3. Kernenergie (nukleare Energien)

3.3.1. Kernspaltung (Leichtwasserreaktoren)

Die derzeit (Anfang 2011) weltweit in Betrieb befindlichen 443 Kernreaktoren beruhen im Wesentlichen auf dem gleichen Prinzip. Sie spalten Kerne des Uran-Isotops U-235 (Reaktions-Schema siehe unter 3.3.2.). Die beim Spaltprozess freiwerdende Energie wird genutzt, um Wasser zu verdampfen und elektrischen Strom zu erzeugen.

Kernreaktoren dienen bisher ausschließlich der Stromerzeugung. Der in unserer Gesellschaft – im Vergleich zu Strom - wesentlich höhere Bedarf an Wärme (für Raumheizung und industrielle Prozesse) und an Transportleistungen (flüssige und gasförmige Treibstoffe) kann durch die Inbetriebnahme von zusätzlichen herkömmlichen Kernkraftwerken nicht einfach befriedigt werden (z.B. sind Kernheizwerke mit Abwärmenutzung zwar denkbar, müssten aber sinnvollerweise vorwiegend in Ballungszentren errichtet werden).

Das spaltbare Uran-235 ist im natürlich vorkommenden Uran nur mit einem Anteil von 0,7% enthalten. Unter diesen Bedingungen reichen die bekannten Uran-Vorräte nur für wenige Jahrzehnte (vergleiche Tabelle „Weltweite Reserven“ im Kapitel 2.1.).

Wegen verschiedener Risiken gibt es in Deutschland nur eine geringe Akzeptanz für die Nutzung der Kernenergie.

Spezifische Probleme bei der energetischen Nutzung der Kernenergie

- **friedenpolitische Risiken**
(Gefährdung der Anlagen durch Krieg und Terrorismus; Weiterverbreitung von Atomwaffen durch zivile kerntechnische Anlagen)
- **ökologische Risiken**
(Strahlenbelastung; Wirkung geringer Strahlendosen; Uranbergbau, Endlagerung Atommüll; Zeiträume!)
- **technische Risiken**
(Auswirkungen von Unfällen; Versagen von Technik und Mensch)

In einer Vereinbarung zwischen der Bundesregierung und den Betreibern ist die schrittweise Stilllegung der noch laufenden 18 Atomkraftwerke festgeschrieben worden.

Dennoch wird immer wieder auch der Bau neuer Kernkraftwerke ins Gespräch gebracht, um die Energieprobleme für die Zukunft zu lösen (auch mit dem Argument, dass Atomkraftwerke im Betrieb kein CO₂ freisetzen und damit nicht zu Klimaveränderungen beitragen).

Einige Schätzungen sollen deutlich machen, was es handfest bedeuten würde, wenn in großem Umfang auf den Einsatz der Kernenergie gesetzt würde.

Lösung der Energie- und Klima-Probleme durch massiven Ausbau der Atomenergie in den nächsten 50 Jahren ?

(grobe Abschätzung, was das bedeuten könnte)

WELT

- Ziel: Welt-Energiebedarf soll in 50 Jahren zur Hälfte aus Kernkraftwerken gedeckt werden.
- weitere Annahme: Anstieg des Primärenergieverbrauchs um 50% (auf 650 EJ)
- Ergebnis: Neubau von 5000 Reaktoren heutiger Größe (1000 MW)
(das bedeutet:
 - + jede Woche wären 2 KKW neu in Betrieb zu nehmen; später ist zusätzlich Ersatz für ausgediente Anlagen zu errichten)
 - + Errichtung vorrangig an Flüssen (Kühlwasser!) und mitten in Ballungsgebieten (zusätzliche Nutzung der Abwärme für Heizzwecke)
 - + Uranbedarf im Endausbau: etwa 600.000 t Uran/Jahr (die bekannten Uranvorräte betragen 1995 3 Mill. t - á 130 \$/kg Uran)

DEUTSCHLAND

- Annahme: in den nächsten 50 Jahren konstanter Primärenergieverbrauch, Kernenergieanteil steigt von heute 12,6% auf das Vierfache (50%)
- erforderlich: Neubau von 100 Kernkraftwerken (jedes Jahr 2 bis 3; in Sachsen 3 bis 4 Standorte)

Es sind auch erste Überlegungen angestellt worden, wo sich in Deutschland geeignete Standorte finden lassen (siehe folgendes Bild). Für Sachsen stehen da z.B. Pirna, Glauchau und Frankenberg zur Diskussion ...

**Wissenschaftszentrum
Nordrhein-Westfalen**
Institut Arbeit
und Technik



Kulturwissenschaftliches
Institut
**Wuppertal Institut für
Klima, Umwelt, Energie
GmbH**

Enquete-Szenario Fossil-nuklearer Energiemix

- Zubau von **60 - 80 neuen, kommerziellen Kernkraftwerken in Deutschland** ab ca. 2010 bis 2050
- **Kernenergieanteil steigt auf 67% bis 82%** des Stromverbrauchs in 2050
- Mögliche Standorte (Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energien / EWO Energietechnologie 2002):

01796 Pirna	03058 Gallinchen	06217 Merseburg/Saale	06842 Dessau
07336 Hohenwarte	07751 Rothenstein	08371 Glauchau	09669 Frankenberg
12107 Berlin	14772 Brandenburg	15328 Reitwein	15517 Fürstenwalde
16381 Rheinsberg	17199 Demmin	17389 Anklam	17491 Greifswald
18005 Rostock	21335 Lüneburg	21354 Bleckede	22113 Hamburg-Tiefstack
26826 Weener	26892 Dörpen	26954 Esenshamm	27283 Verden
31171 Nordstemmen	31391 Binnen	31860 Grohnde II	33100 Paderborn
34346 Hann.Münden	36272 Solms	37688 Würzgassen	39576 Stendal
45711 Datteln	45896 Gelsenkirchen	46459 Rees	48499 Salzbergen
51373 Leverkusen	55218 Ingelheim	56862 Pünderich	59071 Hamm-Uentrop
63538 Großkrotzenburg	66440 Wehenheim	67022 Ludwigshafen	76199 Karlsruhe
77974 Meißenheim	79423 Heitersheim	79739 Schwörstadt	82057 Icking
83135 Marienberg	84051 Ohu/Isar III	86633 Neuburg	86647 Pfaffenhofen
87748 Fellheim	89340 Leipheim	91126 Schwabach	93049 Regensburg
94474 Pleinting	96191 Viereth	97250 Erlabrunn	99834 Sallmanshausen

■ Dr. Wolfgang Irrek
■ AGU EKD-Besuch, 11. Oktober 2005, Wuppertal
Folie 13
Wuppertal Institut

Insgesamt zeigen diese Überlegungen, dass die intensive Nutzung der Atomenergie eine enorme technische, sicherheitstechnische, wirtschaftliche und soziale Herausforderung darstellen würde.

Um Kernkraftwerke noch sicherer zu machen, wird in Frankreich unter Beteiligung des deutschen Kraftwerksbauers SIEMENS am **Reaktortyp EPR** (European Pressurized Reactor) gearbeitet. Er soll zusätzliche Sicherheitssysteme besitzen, die sowohl Wasserstoffexplosionen unmöglich machen als auch – durch Installation eines Hitzeschildes unter dem Reaktor – ein Durchschmelzen des Reaktorkerns verhindern.

Auch der in Deutschland (Hamm-Uentrop) entwickelte, aber nie eingesetzte **Hochtemperaturreaktor** kann vom Konstruktionsprinzip her nicht „durchbrennen“. Hier sind Uranoxid-Teilchen in Graphitkugeln eingeschlossen, der Kernspaltungsprozess läuft bei 900 Grad ab, die Kühlung und der Wärmetransport zur Energieerzeugung erfolgt mit dem Gas Helium, und der Reaktor kann sich nicht über 1600 Grad aufheizen.

Es gibt auch – noch theoretische – Konzepte, um langlebige radioaktive Abfälle besser beherrschbar zu machen: durch Bestrahlungsprozesse („**Transmutation**“: z.B. Beschuss mit schnellen Neutronen aus Teilchenbeschleunigern) sollen sie in nicht mehr strahlende Isotope umgewandelt werden.

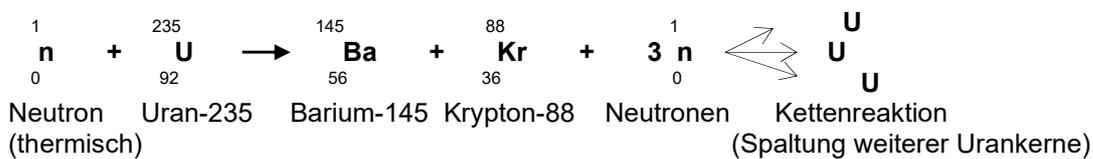
Dennoch bleibt ein Grundproblem: die Nutzung der Uranvorräte mit der heute angewendeten Kernspaltungs-Technologie würde das „Atomzeitalter“ wegen Erschöpfung der wirtschaftlich gewinnbaren Ressourcen an spaltbarem Uran-235 auf wenige Jahrzehnte begrenzen.

Um dieses Problem zu umgehen, müssten andere Konzepte der Nukleartechnik zum Einsatz kommen.

3.3.2. Brutreaktoren

Für den Kernspaltungsprozess nutzbar ist bei Verwendung von Uran lediglich das Isotop Uran-235. Dieses kommt im in der Natur gefundenen Uran aber lediglich mit einem Anteil von 0,7% vor. In herkömmlichen Leichtwasserreaktoren werden Urankerne des Isotops Uran-235 durch Beschuss mit thermischen (relativ langsamen) Neutronen gespalten. Beim Spaltprozess werden neue Neutronen freigesetzt, die weitere Uran-235-Kerne spalten können (Kettenreaktion). Allerdings bewegen sich diese Neutronen zu schnell für einen effektiven Spaltprozess. Um sie auf die geeignete Geschwindigkeit abzubremesen, werden „Moderatoren“ eingesetzt. Dabei handelt es sich um Wasser oder Graphit (Kohlenstoff), Substanzen, deren Atomkerne beim Zusammenstoß die Geschwindigkeit der Neutronen verlangsamen.

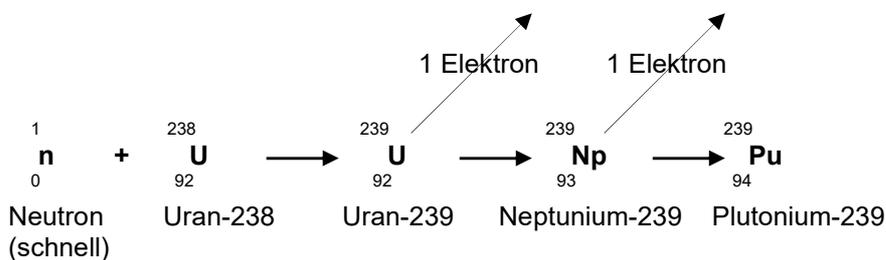
Spaltung von Uran-235 (ein möglicher Reaktionsverlauf):



Es gibt die Möglichkeit, den Kern-Reaktor so zu betreiben, dass aus dem bisher nicht nutzbaren Uran weiteres spaltbares Material „erbrütet“ wird. Das geschieht in so genannten „Schnellen Brutreaktoren“ (SBR; in Deutschland wurde der Schnelle Brüter in Kalkar nie in Betrieb genommen, aber z.B. in Frankreich, Japan und in der Sowjetunion haben solche Anlagen gearbeitet).

Das im Natururan mit 99,3% Anteil enthaltene Uran-Isotop mit der Massezahl 238 ist nicht durch langsame Neutronen spaltbar. Man kann aber durch Kernumwandlung daraus spaltbare Atome erzeugen. Wenn die bei der Spaltung von Uran-235-Kernen entstandenen Neutronen nicht abgebremst werden, können diese in Atomkerne des Uran-238 eindringen. Anschließend kommt es zu mehreren Kernumwandlungen, bis schließlich als relativ stabiles Produkt Plutonium-239 entsteht. Dieses Isotop ist wieder (wie Uran-235) in ganz „normalen“ Atomkraftwerken als spaltbares Material einsetzbar.

Brutprozess zur Erzeugung von spaltbarem Plutonium-239 aus Uran-238:



Damit könnte theoretisch der Vorrat an spaltbarem Material aus Uran erheblich gesteigert werden, weil nun auch das häufigere Uran-Isotop U-238 genutzt werden kann.

Der schnelle Brutreaktor ist wegen spezifischer Probleme umstritten. Als Kühlmittel wird in schnellen Brutreaktoren z.B. flüssiges Natrium eingesetzt (intensive chemische Reaktionen bei Kontakt mit Wasser). Damit das Konzept des Brutreaktors funktioniert, ist eine Wiederaufarbeitung der abgebrannten Brennstoffe (Abtrennung des begehrten Plutoniums von nicht mehr nutzbaren radioaktiven Abprodukten) unverzichtbar. Plutonium ist aber eine schon

Atom-Kern noch 1 bzw. 2 Neutronen enthalten). Dabei befindet sich nur jeweils eine Materialmenge von wenigen Gramm Brennstoff im Reaktor. Bei Temperaturen von 150 Millionen Grad erfolgt die Verschmelzung zu Heliumkernen. Dabei werden Neutronen freigesetzt, deren Bewegungsenergie (Wärme!) auf ein Kühlmittel übertragen und zur Stromerzeugung genutzt wird. Gleichzeitig beschießt man mit den Neutronen in der Reaktorhülle ein „Blanket“ (einen Materialmantel), das aus Lithium besteht – dabei wird neues Tritium für den Prozess erbrütet (der zweite notwendige Brennstoff Deuterium kann aus normalem Wasser gewonnen werden). ITER soll 10 mal so viel Energie erzeugen, wie zum Inganghalten des Prozesses benötigt wird. Enorme technische Probleme sind noch ungelöst. Die Temperaturen im Plasma und der ständige Neutronenbeschuss stellen extreme Anforderungen an das Material der Reaktorwände (Keramik, Grafit?; häufiger Austausch der Wände?). Auch in einem Fusionsreaktor entstehen radioaktive Abprodukte (durch die Bestrahlung aktiviertes Wandmaterial, entweichendes gasförmiges Tritium), wenn auch in geringeren Mengen als bei Kernspaltungsreaktoren. Wenn der Prozess überhaupt jemals kontrolliert gelingen sollte, ist mit einem kommerziellen Fusionsreaktor frühestens in 50 Jahren zu rechnen. Auch dann wäre der erzeugte Strom wahrscheinlich 3 x teurer als heute bei der Herstellung aus Kohle oder Öl.

3.4. erneuerbare Energien

Erneuerbare (auch: regenerative) Energien haben grundsätzlich das Potenzial, sich immer wieder zu erneuern und über lange Zeiträume in gleicher Menge und Qualität zur Verfügung zu stehen.

Viele erneuerbare Energien sind direkte oder indirekte Wirkungen der Sonnenenergie: Die Strahlung der Sonne kann direkt genutzt werden zur Gewinnung von Wärme und Strom. Aber die Sonnenstrahlung ist auch verantwortlich dafür, dass Wasser verdampft und anderswo abregnet und in Flüssen abfließt (dabei kann Wasserkraft genutzt werden). Die Sonne ist auch für das Wettergeschehen in der Atmosphäre verantwortlich; Druckunterschiede führen zu Wind. Und im Licht der Sonne bilden grüne Pflanzen Biomasse.

Zwei von der Sonne unabhängige erneuerbare Energiequellen sind die Erdwärme (hervorgerufen vor allem durch radioaktiven Zerfall von Atomen im Erdinnern) und Gezeitenenergie, die außer von der Sonne auch vom Mond bewirkt wird.

Die Potenziale regenerativer Energien sind sehr groß (die natürlichen Energieströme entsprechen etwa dem 3000-fachen des derzeitigen jährlichen Welt-Energieverbrauchs), allerdings können diese z.T. nur mit sehr hohem Aufwand erschlossen werden. Probleme bereiten vor allem die bei manchen Energieträgern geringe Energiedichte, das tageszeitlich und jahreszeitlich schwankende Angebot sowie unzulängliche Möglichkeiten der Lagerung bzw. Speicherung.

Erläuterungen zum „Potenzial“-Begriff bei erneuerbaren Energien

1. Theoretisches Potenzial:

Unter dem theoretischen Potenzial einer erneuerbaren Energie wird ihr physikalisches Angebot innerhalb einer gegebenen Region zu einer bestimmten Zeit verstanden.

2. Technisches Potenzial:

Das technische Potenzial geht aus dem physikalischen Potenzial hervor. Es beschreibt das „technisch Machbare“.

3. Wirtschaftliches Potenzial:

Das wirtschaftliche Potenzial umfasst den Anteil der erneuerbaren Energie, der gegenüber anderen Energien nach Ort, Zeit und gegebenen Bedingungen wirtschaftlich konkurrenzfähig ist. Man unterscheidet ein wirtschaftliches Potenzial aus betriebswirtschaftlicher und aus volkswirtschaftlicher Sicht.

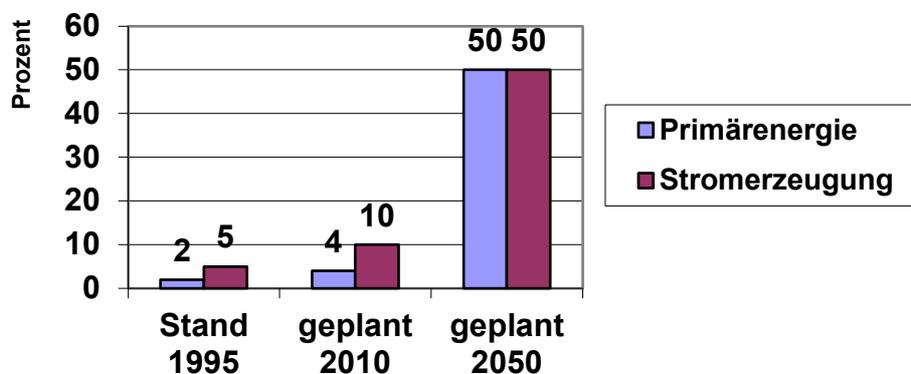
4. Erschließungspotenzial:

Das erschließbare Potenzial resultiert aus dem wirtschaftlichen Potenzial, das dieses in der Regel allenfalls langfristig erschlossen werden kann. Das erschließbare Potenzial kann auch größer als das wirtschaftliche Potenzial sein, wenn erneuerbare Energien trotz höherer Kosten eingesetzt werden.

Erwartungen

Das Bundesumweltministerium ging seit Mitte der 1990er Jahre von folgenden Erwartungen aus:

**Anteil erneuerbarer Energien in Deutschland
(Schätzungen des BMU)**



Umweltministerin Merkel meinte 1995, dass der Anteil regenerativer Energiequellen an der Stromerzeugung bis 2005 unter größten Anstrengungen auf 7 Prozent gesteigert werden

könne, bis 2050 sei ein Zuwachs auf 50 Prozent denkbar (BMU: Umwelt Heft 12/95). Tatsächlich erreicht wurde 2005 ein Stromanteil von über 9 Prozent!

Im „Erneuerbare-Energien-Gesetz“ (EEG) wurde 2004 festgeschrieben, dass bis 2010 der Anteil erneuerbarer Energien an der Stromversorgung auf mindestens 12,5% und bis 2020 auf mindestens 20% erhöht werden soll.

Die langfristig erschließbaren Potenziale werden für Deutschland und für Sachsen wie folgt angegeben:

Langfristige Nutzungspotenziale erneuerbarer Energien in Deutschland

(Angaben in TWh/a; Quelle: BMU: Erneuerbare Energien 2010)

Art der Erzeugung	Nutzung 2009	Potenzial Strom	Potenzial Wärme	Potenzial Kraftstoffe	Potenziale Summe
Wasserkraft	19	25	-	-	25
Windenergie - an Land	38	110	-	-	410
- auf See	0,04	300			
Biomasse - Strom:	31	60			310
- Wärme:	105		160		
- Kraftstoffe:	34			90	
Solar-Strom	6	115	-	-	115
Erdwärme - Strom:	0,02	90			390
- Wärme:	5		300		
Solar-Wärme	5	-	350	-	350
Summe	243	700	810	90	1600
Bezogen auf den Verbrauch 2009 in Deutschland = 100 %	Strom: 16 % Wärme: 9 % Kraftstoffe: 10 % alle EE: 10 %	120 %	62 %	15 %	68 %

Ausbau erneuerbarer Energien in der Stromerzeugung in Deutschland

(TWh; in Klammern Anteil an der gesamten Stromproduktion in Prozent)

(BMU: http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/hintergrund_ausbau_ee_bf.pdf)

Energieerzeugung	2010 Stand	2020 Nationaler Aktionsplan Erneuerbare Energien
Wasserkraft	19,7 (3,3)	20,0 (3,6)
Windenergie + an Land	36,3	72,7
+ offshore	0,2	31,7
Summe:	36,5 (6,0)	104,4 (18,6)
Photovoltaik	12,0 (2,0)	41,4 (7,4)
Biomasse	33,5 (5,5)	49,5 (8,8)
Erdwärme	0,03 (0,00)	1,7 (0,03)
Summe	102,0 (16,9)	216,9 (38,6)
Bruttostromverbrauch BRD	604,0 (100)	561,0 (100)

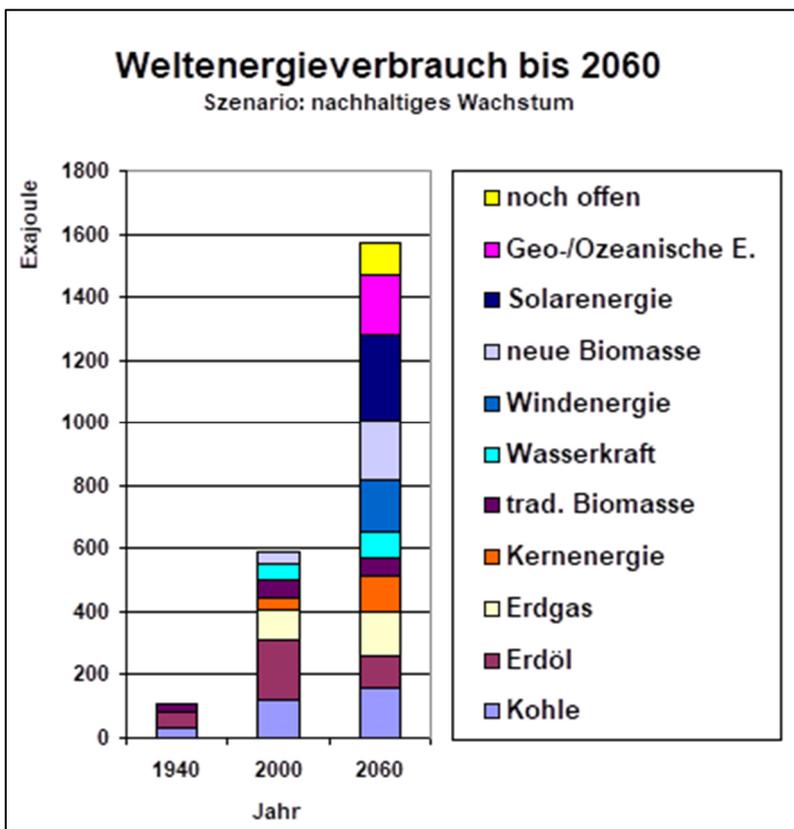
Biomasse-Ertrag je Hektar – Angaben in Liter Treibstoff-Äquivalent je ha								
Rapsöl-Methyl-ester	Bio-ethanol (Getreide)	Biomass to liquid (Sun Diesel)	Biogas (z.B. Mais; Methan)	Schilf-gras	Hirse Sorgum	Zuckerrohr (Brasilien)	Ethanol aus Mais USA	Palmöl (Malaysia)
1400-1550	1650	4000	5000	9000-14000	7500	6000	1000	6000

Zur Frage, ob die Nutzung regenerativer Energien in größerem Maßstab wirklich sinnvoll ist oder nur „grüne Spinnerei“ darstellt, soll ein unverdächtiger Zeuge benannt werden, der größte Energiemulti der Welt: SHELL.

Einsicht in den Klimawandel und Argumente für erneuerbare Energien – gefunden beim Energiemulti SHELL !

1998 platzte die Bombe. Der Ölkonzern SHELL trat aus der Industrie-Lobby-Gruppe „Global Climate Coalition“ aus, die in den USA und auf internationalem Parkett gegen Klimaschutzmaßnahmen kämpft. SHELL steht neuerdings zum Kyoto-Protokoll und sieht auch für die Industrie große Chancen besonders beim weltweiten Ausbau erneuerbarer Energien.

„SHELL hat 1997 aus drei Gründen beschlossen, „Erneuerbare Energien“ als neuen fünften Geschäftszweig aufzubauen (neben Erdöl- und Erdgasförderung, Mineralöl, Kohle und Chemie):



1. Die Endlichkeit von Öl- und Gasressourcen wird im Laufe des nächsten Jahrhunderts spürbar.

2. Bevor Knappheiten zu erheblichen Verteuerungen führen, werden die durch CO₂ und Methan ausgelösten Klimaveränderungen zu einer Forderung nach Drosselung der Verbrennung fossiler Brennstoffe führen.

3. Regenerative Energien haben weltweit eine große Marktchance.“

In einer von SHELL erstellten Prognose steigt der Weltenergieverbrauch von 2000 bis 2060 zwar auf das 2,7-fache, aber eine klare Wende deutet sich an: der Verbrauch im Jahr 2060 wird zu zwei Dritteln nicht mehr aus Kohle, Öl, Gas und Kernenergie, sondern aus erneuerbaren Energien gedeckt!

1999 wurde von SHELL in Gelsenkirchen die weltgrößte Fabrik zur Herstellung von Solarzellen in Betrieb genommen. Der Ölmulti ist (2004) einer der zehn größten Windkraftproduzenten der Welt und verkauft weltweit ein Zehntel aller Solaranlagen. Im Herbst 2004 nahm er bei Leipzig die weltgrößte Anlage zur Sonnenstromerzeugung in Betrieb. „Wir müssen im 21. Jahrhundert auf die erneuerbaren Energien umsteigen“, sagt Kurt Döhmel, Chef von Shell Deutschland. Inzwischen beteiligt sich der Konzern auch am Aufbau eines großen Windenergieparks vor der britischen Küste und ist Gesellschafter bei der Freiburger Firma CHOREN, die aus Abfällen und Biomasse flüssige Treibstoffe herstellt.

(Fritz Vahrenholt: Globale Marktpotentiale für erneuerbare Energien, Deutsche Shell AG 1999; ÖkoTest-Magazin 8/2004 S.111, taz 7./8.11.98)

Die Konkurrenz von BP wirbt zu Weihnachten 2005 mit dem Slogan: „beyond petroleum“ (nach dem Erdöl) und „startet alternativenergy™, einen neuen Geschäftsbereich, der den Weg in eine saubere und CO₂-reduzierte Zukunft der Stromerzeugung weist. Dafür werden wir unser Engagement im Solar-, Wind-, Wasserstoff- und Erdgasgeschäft deutlich ausweiten.“

Der Chefvolkswirt der Deutschen Bank, Norbert Walter, meinte in der „tageszeitung“ (13./14.8.05): „Wer auf erneuerbare Energien eindrischt, hat nicht alle Tassen im Schrank.“

Der Deutsche Bundestag hatte eine Fachkommission eingesetzt, die 2002 in ihrem Endbericht den Weg in eine Energiezukunft weg von Kohle und Atom und hin zu regenerativen Energien für möglich und sinnvoll hielt:

Deutscher Bundestag, Enquete-Kommission „Nachhaltige Energieversorgung“,

(aus dem Endbericht 2002)

- „Ergebnis, dass in einem modernen Industrieland eine Minderung der Treibhausgasemissionen um 80% technisch realisierbar und wirtschaftlich machbar ist, auch unter Berücksichtigung des vereinbarten Ausstiegs aus der Kernenergie.“ (S.27)
- „Notwendig ist (zur Stabilisierung des Weltklimas) den weltweiten CO₂-Ausstoß bis 2050 gegenüber dem heutigen Niveau um etwa 50% zu senken. ... in Deutschland bis zum Jahr 2020 um 40% ... bis 2050 um 80% gegenüber 1990 reduziert werden müssen.“
- „Dabei entstehen keine untragbaren wirtschaftlichen Kosten.“ (S.36, 60)
- „Der Anteil erneuerbarer Energiequellen soll im Jahr 2050 mindestens 50% des Primärenergieverbrauchs betragen.“ (S.45)
- „Szenarien: Auf die Kernkraft kann verzichtet werden. ... Eine solare Vollversorgung ist möglich.“ (S.46)
- „Szenario unter Einbeziehung neuer Atomkraftwerke ab 2010 erarbeitet: Neubau von 52 bis 60 neuen AKW bis 2050.“ (S.65)

Alle Regierungen der EU-Staaten haben sich im März 2007 verbindlich darauf festgelegt, bis zum Jahr 2020 im EU-Energiemix 20 % der Energie aus erneuerbaren Energiequellen zu erzeugen und den Ausstoß an Kohlendioxid um 20 % zu verringern (gegenüber 1990) **sowie die Energieeffizienz von 2007 bis 2020 um 20 % zu steigern.**

Zum Abschluss soll noch in einer Übersicht an die Möglichkeiten zur Nutzung erneuerbarer Energien erinnert werden.

Übersicht erneuerbare Energien

Art der Energie	Art der Nutzung	Anmerkungen
Sonnenenergie	passive Nutzung der Sonnenenergie;	bauliche Gestaltung von Gebäuden, passiv = keine beweglichen Teile, z.B. Fenster, Wintergärten
	Sonnen-Wärme-Kollektoren	Nutzung der Sonnenwärme zur Raum-Heizung (Unterstützung herkömmlicher Heizsysteme) oder Brauchwassererwärmung
	solarthermische Kraftwerke	in sonnenreichen Gebieten wird über Parabolspiegel Sonnenlicht konzentriert und heizt Medien auf einige hundert Grad auf
	Photovoltaik (Solarstrom)	Stromerzeugung mit Halbleiteroberflächen
Windenergie	Windkraftanlagen	Stromerzeugung; Binnenland; Zukunft vor allem offshore (vor den Küsten; stärkere und zuverlässige Strömungsverhältnisse)
Wasserkraft	Laufwasserkraftwerke	Stromerzeugung
Biomasse	Verbrennung, Herstellung von Flüssigkraftstoffen	land- und forstwirtschaftliche Abfälle (Stroh, Holz); spezielle Plantagen für Energie-Pflanzen (Landwirt als „Energiewirt“)
Biogas	Verbrennung	Vergären von landwirtschaftlichen Abfällen oder speziell angebauten Energiepflanzen (Mais); Gär-Gase (Methan) aus Kläranlagen bzw. Mülldeponien
Biokraftstoffe	Verbrennung; Motoren	spezieller Anbau von Energie-Pflanzen (Landwirt als „Energiewirt“; Soja, Palmöl, Raps)
Umgebungswärme	Wärmepumpe	Wärmegewinnung aus einem Medium (Umgebungsluft, Grundwasser); Wärmepumpe „spaltet“ die Temperatur auf: das Medium wird abgekühlt, das Heizsystem erwärmt
Erdwärme	Wärmenutzung, Stromerzeugung	heißes Wasser wird aus tieferen Erdschichten heraufgepumpt (einige hundert bis einige tausend Meter)
Wasserstoff-Wirtschaft	direkte Verbrennung oder Brennstoffzelle	Wasserstoffgas als Energie-Überträger- bzw. Speichermedium; z.B. durch Elektrolyse hergestellt (Strom aus Wind- oder Wasserkraft)
Gezeitenenergie	Strömung in den Ozeanen	Bau von Wasserkraftwerken z.B. in Flussmündungen (ein- und ausströmendes Wasser nutzen) oder von <u>Rotoren</u> , die wie Windkraftanlagen arbeiten, aber <u>unter Wasser</u> viel mehr Energie gewinnen können

Detaillierte Informationen über die technischen Möglichkeiten bei der Nutzung der einzelnen erneuerbaren Energien sowie die aktuellen Förderbedingungen finden Sie auf den Internetseiten und in den Broschüren von Umweltbundesamt und Bundesumweltministerium (siehe Ende des Kapitels 4. Anhang)

4. ANHANG

Ein Fünftel der Weltbevölkerung (in den reichen Ländern des Nordens) beansprucht vier Fünftel der Schätze dieser Erde. Wenn alle heute lebenden Menschen (7 Milliarden) mit solchen Ansprüchen leben wollten, wären drei zusätzliche Planeten vom TYP ERDE erforderlich...

Das Umweltbundesamt meint: „Zur Erreichung des Klimaschutzzieles ist die Kernenergie auf Dauer nicht notwendig.“

Auch der Weltenergieerat (WEC) hat ein (bezahlbares) Energieszenario entworfen, das auf erneuerbare Energieträger orientiert und langfristig ohne Kernenergie auskommt.

Abkürzungen bei der Angabe von Energieeinheiten

Vorsatz	Abkürzung	Potenzschreibweise	Vielfaches
Kilo	k	10^3	Tausend
Mega	M	10^6	Million
Giga	G	10^9	Milliarde
Tera	T	10^{12}	Billion
Peta	P	10^{15}	Billiarde
Exa	E	10^{18}	Trillion

Umrechnung von Energieeinheiten

Einheit	Bezeichnung	kJ	kcal	kWh	kg SKE	kg ROE
1 kJ	Kilo-Joule	1	0,2388	0,000278	0,000034	0,00002388
1 kcal	Kilokalorie	4,1868	1	0,001163	0,000143	0,0001
1 kWh	Kilowattstunde	3600	860	1	0,123	0,086
1 kg SKE	Kilogramm Steinkohle-Einheit (etwa 1 kg Steinkohle)	29308	7000	8,14	1	0,7
1 kg ROE	Kilogramm Referenz-Öl (Roh-Öl)-Einheit	41868	10000	11,63	1,43	1

Struktur des Endenergieverbrauchs Deutschland 2003

	Öl (Heizöl)	Kraftstoffe	Gas	Strom	Fernwärme	Kohle (+ Brenn- Holz)	Endenergie- Verbrauch gesamt
Angaben in Millionen Tonnen SKE							
Raumwärme	33,7	0,3	47,9	4,5	9,1	7,7	103,2
Prozesswärme	8,8	0,0	38,5	16,5	2,1	14,3	80,2
mechan. Energie	0,1	88,9	0,4	34,4	0,0	0,8	124,6
Beleuchtung	0,0	0,3	0,1	6,1	0,0	0,0	6,5
gesamt	42,6	89,5	86,9	61,5	11,2	22,8	314,5

(geringfügige Abweichungen zu den Angaben in obenstehender Tabelle:

Korrektur wegen veränderter Vorräte in Haushalten und GHD: -2,6 Mill t SKE)

Quelle: Daten und Fakten zur Energienutzung in Deutschland: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen <http://www.ag-energiebilanzen.de>

Struktur des Endenergieverbrauchs Deutschland 2003

	Raum- wärme	Warm- wasser	sonst. Prozess- Wärme	Wärme gesamt	mechan. Energie	Beleuch- tung	End- energie gesamt
Angaben in Millionen Tonnen SKE							
Industrie	7,5	0,6	51,6	59,7	18,1	1,4	79,2
Gewerbe, Handel, Dienstleist.	24,2	5,3	8,0	37,5	11,9	3,3	52,7
Haushalte	73,6	10,8	4,0	88,4	7,0	1,4	96,8
Verkehr	0,4	0,0	0,0	0,4	87,7	0,4	88,5
gesamt	105,7	16,7	63,6	186,0	124,7	6,5	317,2
Anteile in Prozent							
Industrie	2,36	0,19	16,27	18,82	5,71	0,44	24,97
G H D	7,63	1,67	2,52	11,82	3,75	1,04	16,61
Haushalte	23,20	3,41	1,26	27,88	2,21	0,44	30,52
Verkehr	0,13	0,00	0,00	0,13	27,65	0,13	27,90
gesamt	33,32	5,27	20,05	58,64	39,31	2,05	100,00
Anteile in Prozent für die einzelnen Verbrauchsbereiche (horizontal lesen)							
Industrie	9,47	0,76	65,15	75,38	22,85	1,77	100,00
G H D	45,92	10,06	15,18	71,16	22,58	6,26	100,00
Haushalte	76,01	11,18	4,13	91,33	7,23	1,45	100,00
Verkehr	0,45	0,00	0,00	0,45	99,10	0,45	100,00
gesamt	33,32	5,27	20,05	58,64	39,31	2,05	100,00
Anteile in Prozent für die einzelnen Energiearten (vertikal lesen)							
Industrie	7,10	3,59	81,13	32,09	14,51	21,54	24,97
G H D	22,89	31,68	12,58	20,16	9,54	50,77	16,61
Haushalte	69,63	64,73	6,29	47,54	5,61	21,54	30,52
Verkehr	0,38	0,00	0,00	0,22	70,33	6,15	27,90
gesamt	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Oft wird die Frage gestellt, ob denn Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien die beim Bau der Anlage erforderliche Energie überhaupt jemals wieder „einspielen“. Die folgende Tabelle gibt dazu Auskunft:

Energetische Amortisationszeit für Anlagen zur Nutzung regenerativer Energien in Deutschland

Art der Energie	Amortisationszeit der Energie, die für Herstellung, Betrieb und Entsorgung der Anlagen erforderlich ist
Windkraft	3 bis 7 Monate
Wasserkraft	9 bis 13 Monate
Fotovoltaik (Solar-Strom)	2 bis 5 Jahre
Sonnen-Wärme-Kollektoren	1,5 bis 2,5 Jahre
Geothermie (Erdwärme)	7 bis 10 Monate
zum Vergleich: Kernkraftwerk	2 bis 4 Monate

(Erneuerbare Energien, BMU 2004, S.99; Wagner/Borsch: Energie und Umweltbelastung, 1998, S.98)

Manchmal wird auch vermutet, dass die Umlage der Kosten nach dem „Erneuerbare-Energien-Gesetz“ in Deutschland wesentlich für den Anstieg der Strompreise verantwortlich ist. Auch dazu die nackten Fakten:

Haushalts-Strom - Kostenanteile 2007

Kostenfaktor	Euro je Monat (bei 3.500 kWh Jahresverbrauch)	Cent je kWh	Anteil in Prozent
Strom-Erzeugung, -Transport und -Vertrieb	35,70	12,4	60
Konzessionsabgabe	5,22	1,9	9
Stromsteuer (Ökosteuern)	5,97	2,1	10
Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz	0,85	0,3	1
Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)	2,94	1,0	5
Umsatzsteuer	9,63	3,3	16
Summe	60,31	20,7	100

(BMU: Strom aus erneuerbaren Energien – was kostet uns das?, 2008)

„Das bisschen Energie ...“ (Beispiel: „nur 1 Kilowattstunde“)

- Herstellung: Verbrennung von 1 kg Braunkohle
- Abgase: 1 kg Kohlendioxid (Treibhausgas)
- Kosten als Strom (Haushalt): 19 Cent
- Ein Bergwanderer schleppt seinen Rucksack 7 Stunden lang (Leistung: 150 Watt).
- Eine 60-Watt-Glühlampe leuchtet 17 Stunden lang.
- Ein Fernsehgerät läuft ohne Zuschauer drei Tage lang im „Stand-by-Modus“ (Bereitstellungsstellung).
- In die Badewanne laufen 43 Liter Warmwasser (erwärmt von 15 auf 35 Grad, das reicht für 4 Zentimeter Badespaß).
- Ein Auto fährt 500 Meter weit zum Bäcker und zurück.
- 20 Blätter A-4-Papier werden kopiert (Energieverbrauch bei der Papier-Herstellung).

Heizer im Treibhaus Erde“ (Kohlendioxid-Ausstoß je Einwohner im Jahr 2004)

USA	19,7 Tonnen
Deutschland	10,3 Tonnen
Japan	9,5 Tonnen
Großbritannien	9,0 Tonnen
China	3,7 Tonnen
Weltdurchschnitt	4,2 Tonnen
vertretbarer Pro-Kopf-Ausstoß aus Klimaschutz-Gründen	2,0 Tonnen; (das würde weltweit einen Rückgang bei der Nutzung von Kohle, Öl und Erdgas um 50%, in den Industrieländern sogar um 80% bedeuten)

Ein Zeichen setzen: den Stromanbieter wechseln !

Der **Wechsel zu einem neuen Anbieter** ist inzwischen ganz einfach und funktioniert reibungslos:

1. Sie melden sich bei dem neuen Anbieter, dass Sie zu ihm wechseln möchten.
2. Sie erhalten ein Formular (1 Seite), auf dem Sie den Wechsel schriftlich beantragen.
3. Alle weiteren Formalitäten erledigt der neue Anbieter für Sie.
4. Dass Sie gewechselt haben, merken Sie nur daran, dass Sie jetzt bei jemand anderem bezahlen.
5. Es kann sein, dass der neue Anbieter Sie bittet, einmal im Jahr den Stromzähler abzulesen.
6. Wenn ein Stromanbieter im schlimmsten Fall Konkurs anmelden sollte, geht bei Ihnen nicht das Licht aus: Dann ist der Regionalversorger (also in der Regel Ihr „alter“ Lieferant) verpflichtet, Sie mit Strom zu beliefern.

Wenn Sie allgemein einen neuen Anbieter suchen, finden sie Angebote z.B. im Internet unter http://www.stromseite.de/suchen/rechner22_neu.php

Alternative Stromanbieter („Ökostrom“)

Diese Anbieter können nachweisen, dass sie wirklich neue Erzeugungskapazitäten für Sonne, Wind, Biomasse usw. unter Vertrag haben bzw. selbst aufbauen und betreiben: www.lichtblick.de, www.ews-schoenau.de, www.greenpeace-energy.de, www.naturstrom.de.

Weitere Informationen finden Sie hier:

- Umweltbundesamt www.uba.de (hier können auch Broschüren bestellt werden)
- Bundesumweltministerium www.bmu.de, www.erneuerbare-energien.de (auch hier Broschüren bestellbar)
- Bundeswirtschaftsministerium www.bmwi.de
- Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen www.ag-energiebilanzen.de
- Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe www.fnr.de
- Bundesverband Erneuerbare Energien www.bee-ev.de
- Informationsdienst BINE (Bürger-Information Neue Energietechniken) <http://bine.fiz-karlsruhe.de>
- Arbeitsgemeinschaft der Verbraucherverbände www.agv.de
- Bund der Energieverbraucher www.bde.de
- Energiesparberatung vor Ort www.rkw.de
- Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie www.umwelt.sachsen.de/lfug

Nostalgie ?

Energie für die Zukunft

(*Ökumenische Versammlung der Kirchen in der DDR für Frieden, Gerechtigkeit und Bewahrung der Schöpfung, 1988/89, Ergebnistext der Arbeitsgruppe 11 „Energie für die Zukunft“*)

Energie für die Zukunft

1. Energie und Leben

(1) Leben braucht Energie. Die Entwicklung der menschlichen Zivilisation war bisher mit der Nutzung immer größerer Energiemengen und der Erschließung immer neuer Energiequellen verbunden. Der Einsatz von Energie hat dem Menschen immer größere Machtmittel in die Hand gegeben und seine Herrschaft in der Natur erst ermöglicht.

In den reichen Industrieländern dient die Energieversorgung längst nicht mehr nur der Sicherung der Lebensgrundlagen. Für uns hat das wachsende Energieangebot zu immer mehr Bequemlichkeiten, zu steigendem Wohlstand und zur Sorglosigkeit im Umgang mit Energie geführt. Für die Mehrheit der Menschen in der *Zwei-Drittel-Welt* fehlt dagegen heute Energie zur Befriedigung elementarer Lebensbedürfnisse.

(2) Nutzung von Energie ist unvermeidlich mit *Belastungen für Mensch und Umwelt* verbunden. Hoher Energieverbrauch hat einen hohen Preis: Leben wird zunehmend gefährdet und geschädigt. Viele zerstörerische Entwicklungen haben ihre Ursache in unserem Umgang mit Energie. Wir stehen vor der Aufgabe, uns an der Suche nach lebensdienlichen Möglichkeiten für die Gewinnung und Nutzung von Energie zu beteiligen.

2. Umgang mit Energie: Situation und Probleme

2.1. Weltweite Fragen

(3) Der beispiellose hohe Energieverbrauch in den Industriestaaten und die Energie-Not in der *Zwei-Drittel-Welt* führen zu regionalen und globalen Problemen. Leistungsfähige Großtechnik, verbunden mit Unfallrisiken und oft hohen grenzüberschreitenden Schadstoffbelastungen kennzeichnen die Situation in den hochindustrialisierten Gebieten. Der akute Energiemangel in den unterentwickelten Ländern und die oft sehr einfache, wenig effiziente Verbrennung von Holz und Dung tragen zur Versteppung und anderen Problemen bei. Die weltweite Waldvernichtung und die Verbrennung fossiler Rohstoffe führen zu bedrohlichen Veränderungen in der Erdatmosphäre. Technologien und Strategien zur Befriedigung des Energiebedarfs wurden bisher nur aus der *Interessenlage der Industrieländer* entwickelt, Gesichtspunkte wie ihre Verträglichkeit für Mensch und Umwelt und die Verwendbarkeit in den unterentwickelten Ländern spielten kaum eine Rolle.

2.2. Energie in unserer Gesellschaft

(4) Wir in der DDR haben nach den USA und Kanada unter den führenden Industriestaaten der Welt den *höchsten Pro-Kopf-Verbrauch* an Primärenergieträgern¹. Gründe dafür liegen in der heutigen Energieträgerstruktur, im hohen Anteil energieintensiver Industriezweige, in der

Überalterung von Anlagen und Geräten und im verschwenderischen Umgang mit Energie in Haushalten und Wirtschaft. Der Vergleich mit dem internationalen Entwicklungsstand zeigt, daß das durch Maßnahmen zur Energieeinsparung und rationellen Energieanwendung erschließbare Potential bei uns besonders groß ist.

Es wird durch die derzeitigen Bemühungen längst nicht ausgeschöpft. In den Prognosen für die nächsten Jahrzehnte wird aus der *direkten Kopplung von Wirtschaftswachstum und Energieeinsatz* eine ständige Steigerung des Energieverbrauchs abgeleitet².

(5) Einheimische *Braunkohle* soll auch in den nächsten Jahrzehnten unser Hauptenergieträger sein³.

Der Braunkohlen-Tagebau nimmt Menschen die Heimat, zerstört Landschaft, Kultur und soziale Strukturen. Weil Anlagen zur Rauchgasreinigung nicht vorhanden, wenig wirksam oder ungenutzt sind, kommt es in der DDR zu einer hohen Luftbelastung, insbesondere durch Staub, Schwefeldioxid und Stickoxide. Beim Ausstoß von Schwefeldioxid steht unser Land bezogen auf die Bevölkerungszahl an der Spitze der Industrieländer⁴. Waldsterben, gesundheitliche Schäden und die Zerstörung von Bausubstanz sind die deutlichsten Auswirkungen.

(6) Zunehmend soll *Kernenergie* zur Erzeugung von Strom und Fernwärme eingesetzt werden. Auch ihre Nutzung wirft schwerwiegende Probleme auf. Wie in anderen Uran-Förderländern werden auch in der DDR die Folgen des Abbaus und der Aufbereitung von Uranerz nicht beherrscht⁵. Uns beunruhigt die unvermeidliche Freisetzung von radioaktiven Substanzen aus Anlagen der Kernenergetik (vom Erzabbau über Aufbereitung und Reaktorbetrieb bis zur Wiederaufarbeitung). Ein schwerer Unfall ist auch für unsere Kernkraftwerke nicht auszuschließen und würde unserem Land ökologisch, sozial und ökonomisch schwerste Schäden zufügen. Die sichere Endlagerung von hochradioaktiven Abfällen über Zehntausende von Jahren ist weltweit nicht gelöst. Kernkraftwerke, Wiederaufarbeitungsanlagen und Endlager für atomaren Müll können nicht vor der Zerstörung durch Terroranschläge oder Krieg geschützt werden.

(7) Der Energiegewinnung aus lokalen und *regenerativen* (= erneuerbaren) *Energiequellen* wird in Prognosen für unser Land kaum eine Bedeutung beigemessen. Gründe dafür sind die einseitige Betrachtungsweise aus der Sicht einer zentralisierten und großtechnischen Energieversorgung sowie die Ausrichtung auf die Elektroenergie.

(8) Der *private Verbrauch* von Energie hat in der DDR die höchsten Zuwachsraten. Diese Energie wird nur unvollständig erfaßt und oft pauschal berechnet. Für private Verbraucher und auch für unsere Kirchengemeinden sind die Preise subventioniert. Das Fehlen klarer Informationen über die Folgen unseres verschwenderischen Umgangs mit Energie erschwert zusätzlich die Herausbildung eines angemessenen Problembewußtseins.

3. Energie und Verantwortung

(9) Wir machen uns schuldig, indem wir verschwenderisch mit den uns anvertrauten Energievorräten umgehen, die Existenz von Natur und Mensch gefährden und die Opfer unsres Handelns nicht sehen. Die große räumliche und zeitliche Reichweite der Folgen unseres unangemessenen Energieverbrauchs erfordert eine Ausweitung der bisherigen Vorstellungen von Verantwortung. *Verantwortung muß so weit reichen wie die Wirkungen der eingesetzten Mittel*. Sie gilt gegenüber den heute Lebenden wie auch für kommende Generationen. Und sie erstreckt sich nicht nur auf das menschliche Leben, sie hat die gesamte Schöpfung im Blick. Wir sehen die Schwierigkeiten unserer Energiepolitiker und ihr Bemühen, der auf ihnen lastenden Verantwortung gerecht zu werden. Für die Suche nach dem lebensdienlichen Maß im Umgang mit Energie sind auch wir verantwortlich, auch wir müssen nach Auswegen suchen und erste Schritte gehen.

4. Orientierungen und erste Schritte

4.1. Unsere gemeinsame Zukunft

(10) Kein Land und keine Generation kann eine Energieversorgung gestalten, ohne die *weltweite Situation* zu berücksichtigen. Der Energieverbrauch der unterentwickelten Länder muß in den nächsten Jahrzehnten deutlich steigen. Der absolute Verbrauch an Primärenergie kann und muß in den Industrieländern in diesem Zeitraum spürbar vermindert werden. Dies muß nicht zwangsläufig zu einem Verlust an Lebensqualität führen.

Die globale Orientierung sollte für die nächsten Jahrzehnte ausgerichtet werden auf die rationelle Nutzung aller Energieträger, den langfristigen Rückgang der Nutzung fossiler Energieträger und die rasche Erschließung des im globalen Maßstab beträchtlichen Potentials regenerativer Energiequellen⁶. Die Orientierung auf Kernenergie ist wegen ihrer ökologischen und sozialen Auswirkungen und in einer von militärischen Konflikten und Terrorismus gekennzeichneten Welt keine verantwortbare Grundlage für die zukünftige Energieversorgung. Die regionale Zusammenarbeit, aber auch eine Zusammenarbeit zwischen Industrieländern und Partnern in der Zwei-Drittel-Welt sollte gezielt angestrebt werden. Sie könnte Wege ebnen zu mehr Gerechtigkeit und einer gemeinsam verantworteten Zukunft. Es bedarf dazu großer technischer, finanzieller und politischer Anstrengungen.

4.2. Überlegungen für unsere Gesellschaft

(11) Wir müssen in unserer Gesellschaft die angestrebte Lebensweise, ihre Qualität und ihre zentralen Werte diskutieren, um so *Bewertungsmaßstäbe* für die Auswahl und den Einsatz der notwendigen Mittel zu finden. Wir benötigen als Grundlage für eine Energiestrategie weit über den Horizont eines Fünf-Jahr-Plans hinausreichende Vorstellungen über die Ziele unserer Entwicklung. Wir müssen uns wegen der begrenzten ökonomischen Möglichkeiten jetzt darüber verständigen, welchen Weg wir gehen wollen und welche Prioritäten sich daraus ableiten.

(12) *Einsparung von Energie* ist in den nächsten Jahrzehnten unsere wichtigste, billigste und umweltfreundlichste Energiequelle. Konkrete Möglichkeiten dafür sind unter anderem der Abbau von Energieverschwendung, die grundlegende technische Modernisierung und eine bessere Wärmedämmung. Darüber hinaus ist ein Wandel in der Industriestruktur hin zu weniger energieintensiven Bereichen unverzichtbar.

(13) Bei der *Braunkohlennutzung* kann in der DDR durch die Modernisierung und den Neubau von Kraftwerken sowie durch die gekoppelte Erzeugung von Strom und Fernwärme in Heizkraftwerken Energie in großem Umfang eingespart werden. Gleichzeitig müssen umfangreiche technische und organisatorische Maßnahmen zur Minderung der Umweltbelastung schneller und konsequenter durchgesetzt werden.

(14) *Kernenergie* darf nicht Grundlage unserer zukünftigen Energieversorgung sein. Wir halten energische Bemühungen um den Ausstieg aus dieser Technik für unumgänglich.

Je länger man an der Orientierung auf Kernenergie festhält, desto schwerer wird es, die Mittel zur Erschließung von regenerativen Energiequellen aufzubringen.

(15) *Regenerative Energiequellen* können auch für unser Land beträchtlich an Bedeutung gewinnen durch den gezielten Ausbau des Forschungs- und Entwicklungspotentials, die flexible und vorwiegend dezentrale Nutzung der verschiedenen Quellen (Erdwärme, Kleinstwasserkraft, Biomasse, Sonnenenergie, Wind) und die Beteiligung an der internationalen Erschließung und gemeinsamen Nutzung des Potentials regenerativer Energiequellen im globalen Maßstab. Die Hoffnung auf die kontrollierte Kernfusion als unversiegbare Energiequelle scheint uns nicht gerechtfertigt (prinzipielle und technische Realisierbarkeit, Wirtschaftlichkeit, ökologische Gefährdungen).

(16) Die Möglichkeiten und Erfolge einer Neuorientierung und Energiepolitik hängen auch von einem *Wandel im Bewußtsein und Verhalten der Verbraucher* ab (vgl. 8 - Lebensweise). Wir brauchen das Gespräch untereinander, aber auch mit Fachleuten und Politikern. Dabei sollte

auch die derzeitige Einkommens-, Preis- und Subventionspolitik mit dem Ziel überdacht werden, neue Verhaltensweisen der Verbraucher zu stimulieren. Jeder muß lernen und begreifen können, welche weitreichende Folgen unser Umgang mit Energie hat. Wir müssen uns um Sachkenntnis bemühen, um die Situation beurteilen zu können. Das wird es uns erleichtern, selbst vernünftig zu handeln und auch unpopuläre Entscheidungen zu verstehen und mitzutragen. Informationen dürfen nicht zurückgehalten, Risiken und Schäden nicht verharmlost, Angst und Leid nicht verdrängt werden (vgl. 12 - Information).

5. Umkehr fängt auch bei uns an

(17) Wir sind in unserem Drängen nur glaubwürdig, wenn wir nicht nur Forderungen an andere richten, sondern selbst beginnen, nach unseren Einsichten zu handeln. So könnten wir auch verantwortlichen Politikern die Entscheidung erleichtern, neue Wege zu gehen. Jeder einzelne muß im privaten Bereich, wie auch an seinem Arbeitsplatz verantwortlicher mit Energie umgehen. Auch in unseren Kirchen und Gemeinden muß sparsam mit Energie gewirtschaftet werden, müssen zukunftsweisende Projekte im eigenen Bereich unterstützt und die Bewußtseinsbildung zu diesen Fragen gefördert werden.

Quellen:

1 United Nations, Energy Statistics Yearbook, New York 1987. / 2 Gerisch, G.: Kernenergie 31 (1988), S. 81-88. / 3 Mitzinger, W.: Energietechnik 37 (1987), S. 121-128. / 4 Alcamo, J. u.a.: AMBIO 16 (1987) 5, S. 232-245. / 5 Ettenhuber, E.: Kernenergie 23 (1980), S. 290-296. / 6 Unsere gemeinsame Zukunft - Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung (Brundtland-Bericht, Greven 1987, S. 17/18 u. 190-203).