

Die unabhängige Studiengesellschaft für Friedensforschung möchte durch Kurzinformationen interessierte Menschen anregen, sich mit der aktuellen Friedens- und Sicherheitspolitik, auch im Hinblick auf Fragen der Ökologie und der Dritten Welt, kritisch auseinanderzusetzen.

Die Zukunft unserer Energieversorgung

1. Energie – Zukunft – Friede

Auf den ersten Blick erscheint die gegenwärtige Diskussion um die zukünftige Energieversorgung mehr als ein Problem der Technik. Fachleute aus Naturwissenschaft und Technik müssen sich über die Vor- und Nachteile, über Gefahren, Risiken, Chancen und Kosten verschiedener Energieträger Gedanken machen, müssen Szenarien entwickeln und sie hinsichtlich ihrer Auswirkung auf die Wirtschaft und die Umwelt untersuchen.

Die Frage der Energieversorgung hat aber in vieler Hinsicht zentrale Bedeutung für das Leben und Überleben der Menschen in Deutschland wie auch global für alle Menschen dieser Erde.

Entscheidend ist:

- Wie hoch ist unser Energiebedarf? In Deutschland? Weltweit?
- Wer verfügt über die Energiequellen und wie wird Energie verteilt?
- Wer verfügt über die entsprechenden Technologien der Energieumwandlung und –bereitstellung?
- Wer verfügt über das notwendige Kapital zur Energiebereitstellung?
- Welche Umweltbelastungen und Gefahren entstehen aus den einzelnen Technologien?
- Wie zukunftsfähig und nachhaltig sind die jeweiligen Technologien?

Unter der Berücksichtigung der Tatsache, dass Energie ein ungeheuer kostbares Gut geworden ist, - das aber für die wirtschaftliche Entwicklung jedes Landes von zentraler Bedeutung ist und andererseits mit mehr oder weniger negativen Auswirkungen für die Umwelt verbunden ist und damit, je nach Technologie, zu erheblichen Gefährdungen unserer elementaren Lebensgrundlagen führen kann, - wird deutlich, welche Schlüsselrolle die Energie für das friedliche Zusammenleben der Menschen auf diesem Globus hat.

Die UN-Generalversammlung hat zum neuen Jahrtausend ein Manifest 2000 für eine Kultur des Friedens verfasst¹, das 6 Regeln enthält, die alle auch mit der Energiefrage verknüpft und deshalb nur zu verwirklichen sind, wenn es uns auch gelingt, das Energieproblem verantwortbar zu lösen:

- (1) **Alle Formen von Leben respektieren** – d.h. es darf natürlich keinerlei Bedrohung für jegliches Leben durch Energieumwandlung entstehen.
- (2) **Die Gewalt zurückweisen** – d.h. keine Gewalt und keine Beschädigung gegenüber der sensiblen Ökosphäre durch jegliche Folgen von Energietechnologien.
- (3) **Mit anderen teilen** – d.h. angemessene Bereitstellung und Verteilung lebenswichtiger Energie für alle Menschen, nicht nur für die Industrienationen.
- (4) **Zuhören, um sich zu verständigen** – d.h. auch über Bedarf und Auswirkung von Energie, dabei hören auf die Signale der Natur.
- (5) **Den Planeten erhalten** – d.h. schädliche Auswirkungen des energetischen Ressourcenverbrauchs vermeiden, zumindest stark reduzieren.
- (6) **Die Solidarität entdecken** – d.h. global gerechte Strukturen für die Partizipation an umweltverträglicher Energie weltweit.

Gerade ein technisch hoch entwickeltes Land wie die Bundesrepublik Deutschland hat deshalb besondere Verantwortung – im eigenen Land aber auch weltweit, – nach Wegen einer nachhaltigen Energieversorgung in diesem Sinne der UN-Charta zu suchen.

¹ Manifest 2000 For a culture of peace and non-violence

2. Ausstieg aus der Atomenergie

2.1 **Beschluss der Bundesregierung vom 14. Juni 2000**

Nach langen Vorgesprächen, Diskussionen und harten Auseinandersetzungen zwischen der Atomwirtschaft und der Bundesregierung wurde am 14. Juni 2000 eine Einigung erzielt, die einen „Ausstieg aus der Atomenergie“ einleitet. In der Vereinbarung wird von der Entscheidung der Bundesregierung gesprochen, „die Stromerzeugung aus Kernenergie geordnet beenden zu wollen“, so dass die Verständigung mit den Versorgungsunternehmen entstand, „die künftige Nutzung der vorhandenen Kernkraftwerke zu befristen.“

2.2., **Sanfter“ Ausstieg**

Je nach politischem Lager wurde der Beschluss sehr unterschiedlich bewertet. Während von der Atomwirtschaft und den Atomenergiebefürwortern schon im Vorfeld das Schreckgespenst der sofortigen Abschaltung aller Atomkraftwerke mit der Drohung beschworen wurde, dass dann alle Lichter in Deutschland ausgehen würden, befürchteten Atomkraftgegner einen „faulen Atomkompromiss“. Faktum ist, dass die Vereinbarung keinesfalls einen abrupten, sondern allenfalls einen „sanften“ Ausstieg auf Raten vorsieht, der sich über viele Jahre hinziehen kann, maximal bis zum Jahre 2029. Dies wird an einigen Eckdaten der Vereinbarung deutlich:

- Annahme der durchschnittlichen Laufzeiten von Atomkraftwerken: 32 Jahre, obwohl AKWs nach 17 Jahren betriebswirtschaftlich abgeschrieben sind.
- Festlegung einer noch zulässigen Reststrommenge von 2600 TWh (Terawattstunden, 1 TWh = 1 Mrd. Kilowattstunden) für die 19 bestehenden Atomkraftwerke zusammen.
- Das ist etwa die selbe Strommenge, die seit Beginn der Atomenergienutzung in Deutschland produziert wurde und dies zeigt, dass hier sicherlich nicht von Ausstieg gesprochen werden kann.
- Weiterführung der Wiederaufarbeitung von radioaktiven Brennelementen bis zum Jahr 2005. Dafür sind weiterhin die umstrittenen Transporte von atomarem Müll notwendig.
- Bau des Endlagers in Gorleben.

2.3 **Notwendigkeit eines Atomausstieges**

Auch wenn die Forderungen der vielen Umweltorganisationen für einen sofortigen Ausstieg mit möglichst frühzeitiger Abschaltung aller Atomkraftwerke nicht erfüllt wurden, die Gründe für eine derartige Maßnahme bestehen weiter und sie waren letztlich auch für die getroffene Vereinbarung handlungsleitend. Sie sich bewusst zu machen ist auch deshalb wichtig, weil bei der Suche nach Alternativen zur Atomenergie die gleichen Maßstäbe gelten müssen hinsichtlich Umweltgefahren und Nachhaltigkeit. Folgende Hauptargumente wurden immer wieder genannt und erscheinen plausibel:

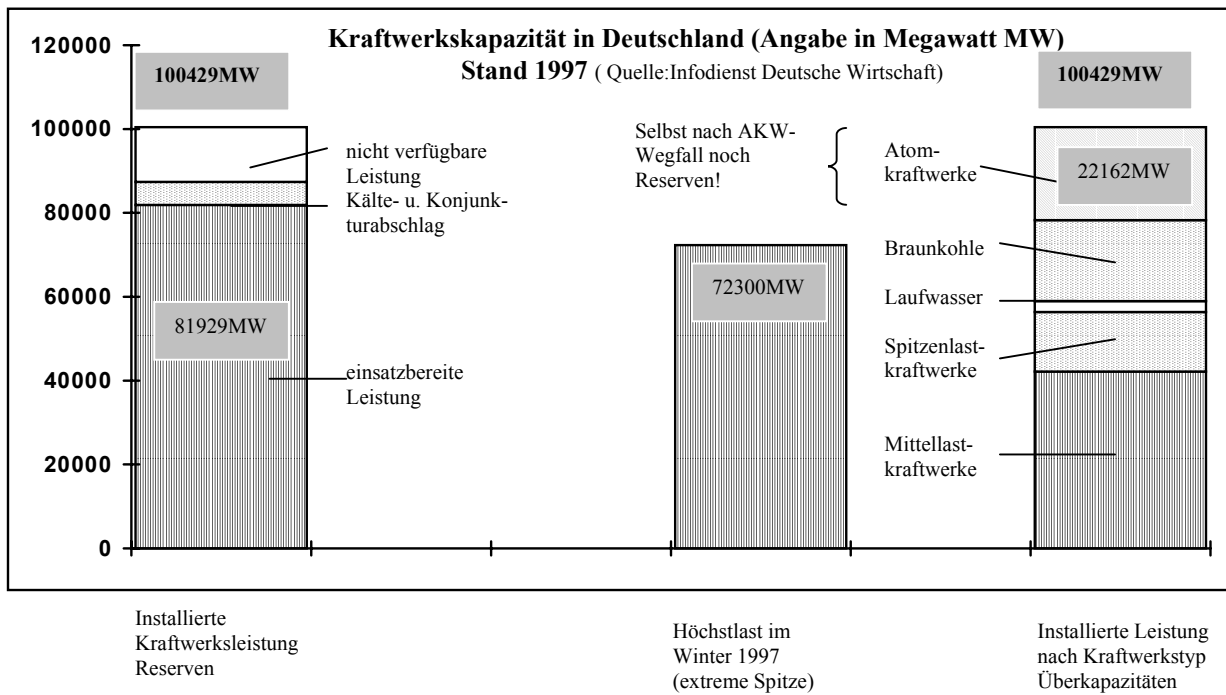
- Uranabbau:
Menschenverachtende Abbaubedingungen mit unermesslichen Schäden für Menschen und Natur in den Gewinnungsländern, verbunden mit hohen Kosten, vor allem wenn alle Sicherheitsstandards eingehalten würden.
- Atomkraftwerkbetrieb:
Unkalkulierbare Risiken bei Unfällen. Auch bei der deutschen Sicherheitstechnik sind Betriebsstörungen bis zum Supergau nicht auszuschließen. Zahlreiche kleinere bis mittlere Unfälle auch in Deutschland zeigen, dass auch modernste Technik nicht beliebig fehlertolerant ist. Im übrigen wäre keines der gegenwärtig laufenden deutschen AKWs nach dem geänderten Atomgesetz von 1994 genehmigungsfähig, weil es den heutigen Sicherheitsvorschriften nicht entspricht.
- Atommüllendlagerung:
Noch gibt es kein genehmigtes Endlager. Ob eines geschaffen werden kann, das hinreichende Sicherheit für die Zukunft von Tausenden von Jahren bietet, erscheint fraglich. Die Gefährdungsrisiken für die Umwelt sind nicht kalkulierbar.
- Atommülltransporte:
Wiederaufarbeitung, Betrieb und Lagerung von Atombrennstoff und –müll erfordert deren Transport in erheblichem Umfang, stellt unverantwortbare Risiken für Mensch und Umwelt dar und stößt auf großen Widerstand in der Bevölkerung.

Ein wesentliches Argument, das von Befürwortern der Atomenergie immer wieder herausgestellt wird, darf hier nicht unerwähnt bleiben, weil es gerade Umweltgesichtspunkte in Anspruch nimmt:

Atomkraftwerke seien deshalb zukunftsfähig, weil sie keine atmosphärische Belastung mit dem Klimagas Kohlendioxid (CO₂) hervorriefen. Dies ist jedoch nur die halbe Wahrheit. Bei der Betrachtung des gesamten Stoffkreislaufs – wie dies bei allen ökologischen Wirkungsabläufen notwendig ist – trifft dies natürlich nicht mehr zu: Vom Uranabbau über den Transport bis zum Kraftwerksbau treten erhebliche CO₂ – Emissionen auf, die keineswegs vernachlässigt werden dürfen.

2.4 **Atomausstieg – gehen die Lichter aus?**

Selbst wenn alle deutschen AKWs abgeschaltet und stillgelegt würden, gingen keine Lichter aus, da erhebliche Überkapazitäten geschaffen wurden und die konventionellen Kraftwerke über große Reservekapazitäten verfügen.



Heißt das, dass nun – da ja Überkapazitäten bestehen – auf Grund des beschlossenen „sanften“ Ausstiegs auf Raten erst Recht keine Probleme bestehen? Keineswegs! Die Atomausstiegsdebatte hat uns zunehmend bewusst gemacht, dass die vielfältigen Probleme, die mit der Energieversorgung zusammenhängen, ein generelles Umdenken erfordern. Der Nonsens-Spruch „Der Strom kommt aus der Steckdose“ hat erst ein Nachdenken darüber ausgelöst, dass auch die „saubere“ leicht verfügbare Energieform „Strom“ ihre – freilich nicht so unmittelbar sichtbaren – Probleme bei der Erzeugung und Verteilung hat.

3. Herausforderungen zukünftiger Energieversorgung

Eine fast nicht mehr überschaubare Zahl von Studien von Forschungseinrichtungen, von der Bundesregierung, von Umweltorganisationen und Wirtschaftsverbänden haben in unterschiedlichen Szenarien versucht, Wege aufzuzeigen, wie eine zukünftige Energieversorgung nach dem Ausstieg aus der Atomenergie und unter den veränderten Herausforderungen von Technik, Wirtschaft, Umwelt und begrenzten Ressourcen gestaltet werden kann. Je nach politischen, wirtschaftlichen und ethischen Zielvorstellungen differieren die Ergebnisse ganz erheblich. Wesentliche gemeinsame Erkenntnisse und Trends lassen sich jedoch insbesondere aus den „seriösen“ Studien weitgehend unabhängiger und renommierter Forschungs- und Umweltinstitutionen erkennen. Auf sie soll hier Bezug genommen werden².

3.1 Energie – was ist das? Ein kostbares Gut.

Energie ist als Motor alles Lebens unerlässlich. Seit Menschengedenken haben fast alle wesentlichen geschichtlichen Ereignisse mit Energieproblemen zu tun. Ohne Energie bliebe das Rad der Weltgeschichte stehen. Vom Feuer der ersten Zivilisation über die Wasserkraft der Römer und die Dampfkraft der ersten Industrialisierung bis zur elektrischen Energie aus den Atomkraftwerken unserer gegenwärtigen, postindustriellen Gesellschaft, – die Rolle der Energie bei der wirtschaftlichen Entwicklung und damit für den Lebensstandard wurde immer maßgeblicher. Wichtig waren dabei immer die Energieträger, durch deren Verbrennung die gespeicherte Energie freigesetzt wird und die deshalb auch immer schon mehr oder weniger kostbar waren: Holz, Kohle, Öl, Gas.

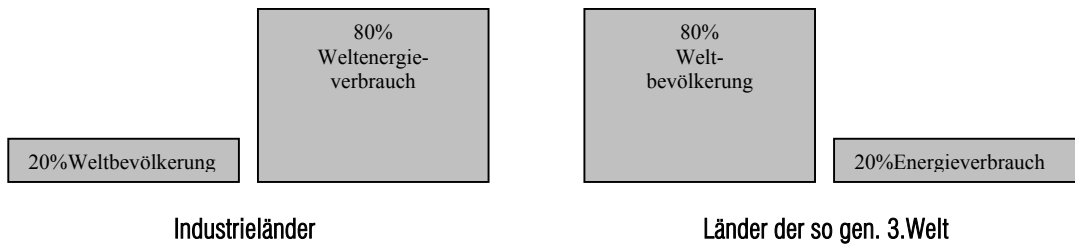
Mit der Erschließung der ersten größeren Ölfelder, aber besonders seit der Entdeckung der Atomenergie entstand die Euphorie, nun werde es so viel billige Energie geben, dass sogar ihre Abrechnung überflüssig werde. Entsprechend ungezügelt hat sich auch der „Energiehunger“ der modernen Wirtschaften entwickelt. Erst als auch die enormen Risiken der Atomkraft und die Klimaveränderung deutlich wurden, war klar, dass **Energie ein kostbares Gut** war, ist und bleiben wird, mit dem sparsam und verantwortungsbewusst umgegangen werden muss.

Die Frage, wieviel Energie der Mensch braucht, lässt sich nicht einfach beantworten, aber warum „verbraucht“ ein Bürger der USA im Durchschnitt etwa doppelt so viel Energie wie einer in Deutschland? Primärenergieverbrauch pro Kopf und Jahr:

USA		94500 kWh
Deutschland		49000 kWh

² z.B. Öko-Institut e.V., Wuppertal-Institut für Klima, Umwelt und Energie, Bundesministerium für Umwelt

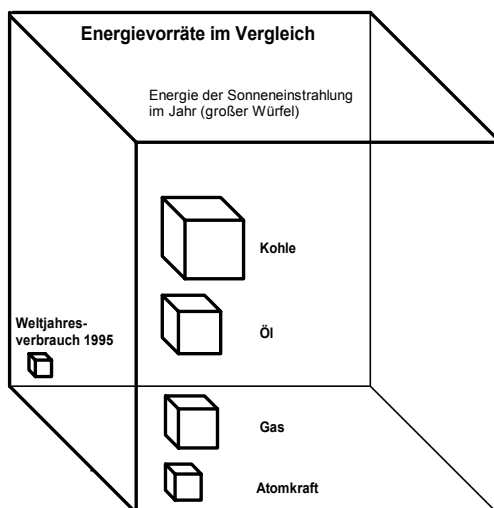
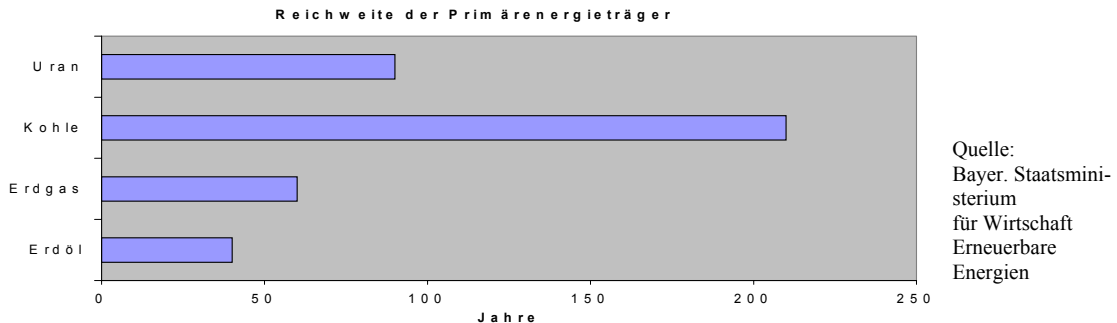
Welche Unterschiede in Wirtschaft und Lebensstil rechtfertigen diesen enormen Unterschied von Faktor 2 (100 %) im Energieverbrauch? Besonders deutlich wird dies auch bei globaler Betrachtung.



Durch die immer noch nahezu beliebig gegebene Verfügbarkeit von Energie ist uns das Bewusstsein für deren Wert und deren menschliches Maß verloren gegangen. Um dies zu veranschaulichen und die Belastung für das Biosystem augenfällig zu machen, hat H. P. Dürr („Für eine zivile Gesellschaft“, München 2000) den Energieverbrauch mit der Verfügbarkeit über „Energiesklaven“ verglichen: 1 „Energiesklave“ ist dabei mit 200 W Leistung (Spitzendauerleistung), die er 24 Stunden lang erbringt, angenommen. Sein Stundenlohn, bei gegenwärtigen Strompreisen, beträgt dann umgerechnet ohne Pause nur ca. 4 Pfennig. Jeder US-Amerikaner verfügt demnach rund um die Uhr über 110 solcher Sklaven, ein Deutscher immerhin über 60, ein Chinese nur über 8. Mit Rücksicht auf die ökologische Tragfähigkeit der Erde ermittelt H. P. Dürr – bei einer statistischen Gleichverteilung für jeden Erdenbürger – jedoch nur eine maximal zulässige Zahl von 15 „Energiesklaven“. Für uns Deutsche würde das eine Viertelung des Verbrauches bedeuten! (Siehe E. U. v. Weizsäcker u. a. „Faktor 4“, München 1995.)

3.2 Endlichkeit der Energievorräte – regenerative Energien

Letztlich stammen fast alle Energien aus der Sonne (Ausnahme: Erdwärme und Gezeitenenergie). Bei den so genannten fossilen Energieträgern Kohle, Gas und Öl wurde die Sonnenenergie durch Umwandlungsprozesse in erdgeschichtlich frühen Phasen vor Jahrmillionen gespeichert. Sie sind teilweise in tiefen Erdschichten gelagert und müssen in aufwendigen Verfahren gefördert bzw. abgebaut werden. Die Vorräte der nutzbaren Lagerstätten sind begrenzt und somit erschöpfbar. Wie groß die Reichweite der einzelnen fossilen Energieträger noch ist, d.h. welche Vorratsmengen noch förderbar sind und damit zukünftig zur Verfügung stehen, wird von Experten sehr unterschiedlich eingeschätzt. Unbestritten ist jedoch, dass alle nicht erneuerbaren Energieträger wie Kohle, Öl, Gas und auch Uran nur noch zeitlich begrenzt zur Verfügung stehen und dass diese Erschöpfung bei gegenwärtig gleichbleibendem Energieverbrauch nicht erst in zukünftigen Jahrhunderten auftritt, sondern in diesem 21. Jahrhundert, also für die nächsten Generationen.

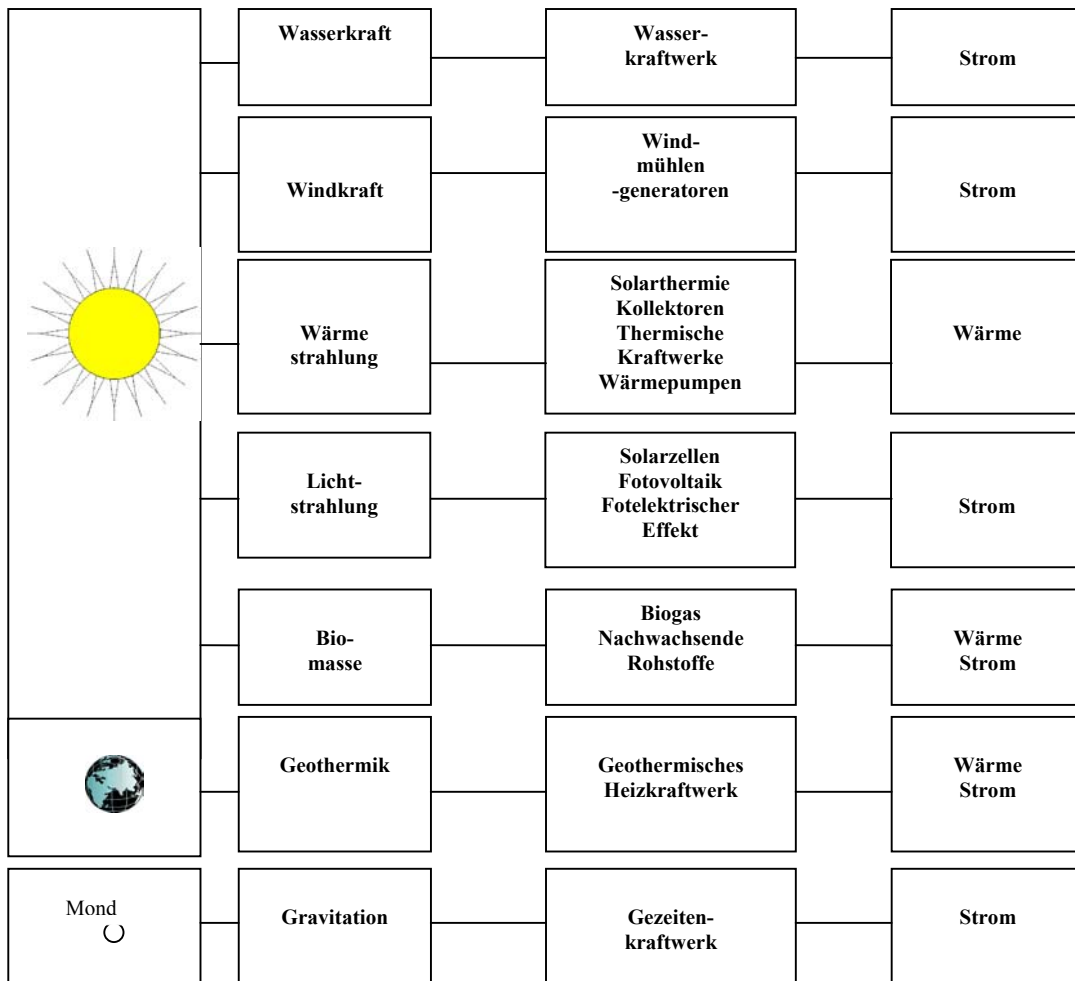


Aufschlussreicher ist der Vergleich mit der Energieeinstrahlung der Sonne: Sie liefert dabei die Energie, die etwa dem 10000-fachen des Gesamtenergieverbrauchs aller Länder entspricht. Damit wird das ungeheure Potenzial der Solarenergie deutlich, das weitgehend ungenutzt, täglich neu und damit regenerierbar, also erneuerbar, zur Verfügung steht im Gegensatz zu den endlichen, nicht erneuerbaren Ressourcen der Primärenergieträger

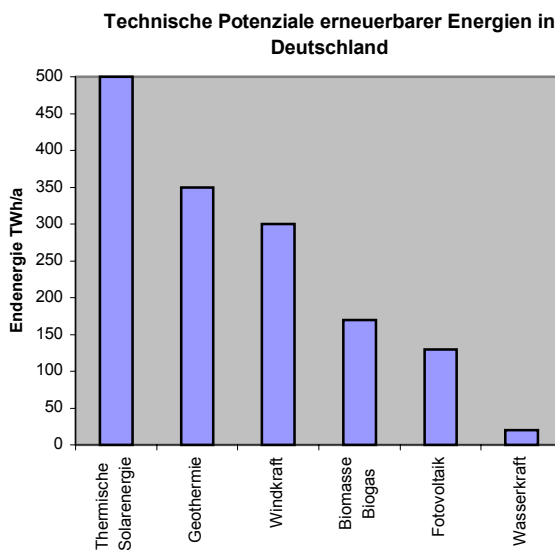
Regenerative Energien:

Aus der Solarstrahlung (Wärme + Licht) entstehen direkte und indirekte Effekte, die sich technisch nutzen lassen.

Dabei unterscheidet man:



Dieses angebotene Potential der Sonne ist riesig und kann praktisch nicht voll ausgenutzt werden. Das technisch tatsächlich nutzbare Potential der regenerativen Energien in Deutschland hängt von verschiedenen Faktoren ab (z.B. Stand der Technik, Standort, Kosten) und wird deshalb sehr unterschiedlich eingeschätzt. Ein Expertenkreis beim Bundeswirtschaftsministerium kommt zu folgender Verteilung:



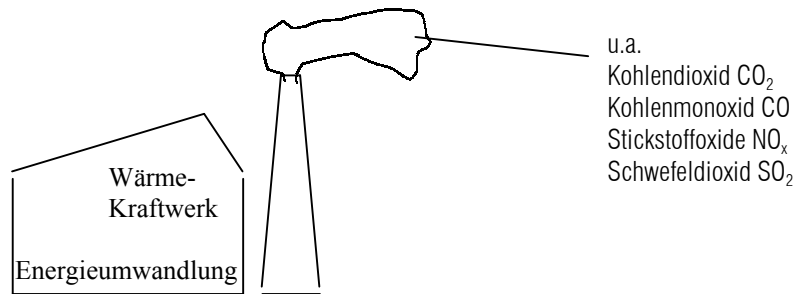
Würde dieses gesamte, für die Nutzung mögliche Potenzial auch ausgeschöpft, so ließen sich etwa 60% des gegenwärtigen deutschen Primärenergieverbrauchs damit decken.

Quelle: BMU, Erneuerbare Energien, 1999

- Fazit:
- **Reduzierung des Verbrauchs** fossiler Energieträger, damit sie noch länger verfügbar sind.
 - **Nutzung** des reichen Angebotes solarer, **regenerativer Energien**.
 - **Energiesparen**, da überhaupt nur ein Teil des gegenwärtigen Verbrauchs an nicht erneuerbaren Energien durch regenerative Formen ersetzt werden kann.

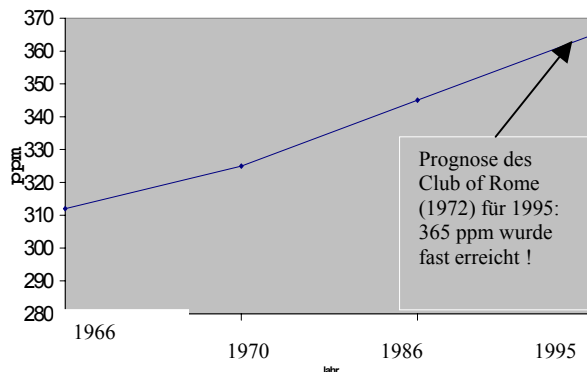
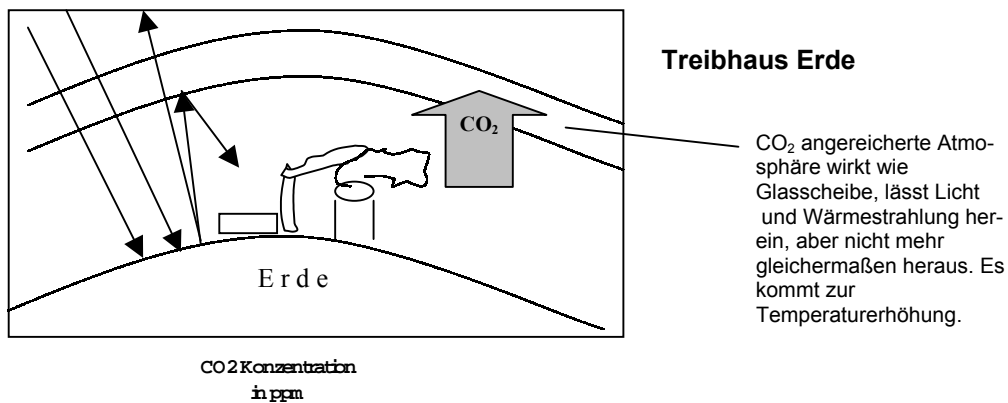
3.3 Schutz der Umwelt

Bei Energieumwandlungsprozessen, insbesondere bei der Verbrennung fossiler Energieträger (Holz, Kohle, Öl, Gas), treten unvermeidbare Nebenprodukte, meist Schadstoffe auf, die die Umwelt belasten.



Hauptproblem: Kohlendioxid CO₂

Während sich andere Schadstoffe mehr oder weniger aufwändig filtern oder zurückhalten lassen, ist dies für das bei jeder Verbrennung fossiler, d.h. kohlenstoffhaltiger Brennstoffe entstehende CO₂-Gas nicht möglich. CO₂ trägt am stärksten zum so genannten Treibhauseffekt bei, der langfristig zu einschneidenden Klimaveränderungen führt.



Die CO₂Konzentrationserhöhung der letzten Jahrzehnte ist messtechnisch nachgewiesen.

Quelle: Ministerium f. Wirtschaft Baden Württemberg

Auch wenn sich Klimaexperten noch nicht ganz einig sind, welche genauen Klimaauswirkungen dadurch entstehen, so sind diese Folgen unbestritten:

- Anstieg der durchschnittlichen Jahrestemperatur (In den letzten 100 Jahren ca. 0,5 Grad C, in den nächsten 100 Jahren ca. 3 Grad C).
- Anstieg des Meeresspiegels (ca. 0,5 m bis 2100)

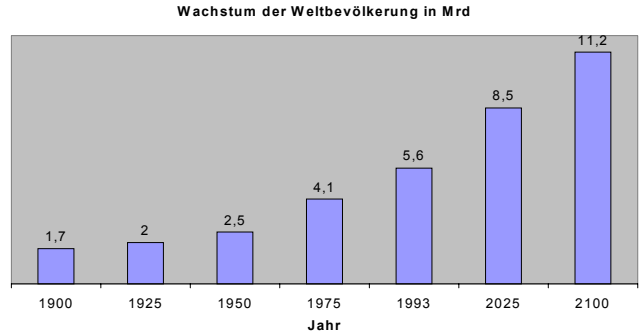
- Zunahme von Naturkatastrophen (Sturm, Hochwasser, Lawinen). Durch entsprechende Schadensstatistiken der Versicherungsgesellschaften ist diese Tatsache schon jetzt signifikant nachgewiesen.

Fazit: Neben der Beseitigung der Gefahren durch Atomkraft muss eine **drastische Reduzierung des CO₂-Ausstoßes** erreicht werden.

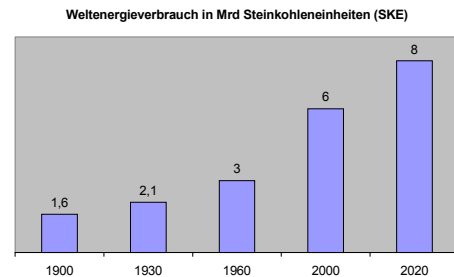
Die Bundesregierung hat sich deshalb verpflichtet den CO₂-Anteil von 1990 bis 2005 um 25 % zu reduzieren. Auch auf den Weltklimakonferenzen (1992 in Rio de Janeiro, 1995 Berlin, 1996 Genf, 1997 Kyoto, 1998 Buenos Aires, 1999 Bonn, 2000 Den Haag) wurden verbindliche Reduktionsziele für alle Staaten vereinbart. Im Rahmen des Klimaschutzprogramms wurden Maßnahmen zur CO₂-Einsparungen für die verschiedenen Energiesektoren (Industrie, Verkehr, Haushalte usw.) beschlossen, um das hohe Reduktionsziel von 25 % bis 2005 nicht zu weit zu verfehlen. Die Nutzung regenerativer Energien ist hier u.a. ein alternativer Ausweg.

3.4 Globale Zusammenhänge

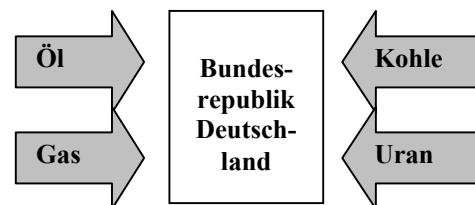
- **Weltbevölkerung**
Auch wenn sich der Zuwachs etwas verlangsamt hat, findet ein rasanter Anstieg vor allem in den Entwicklungsländern statt.



- **Weltenenergiebedarf**
Der starke Anstieg weist auf einen zunehmenden Energiehunger hin, der vor allem durch den „Nachholbedarf“ der Entwicklungsländer bestimmt ist.



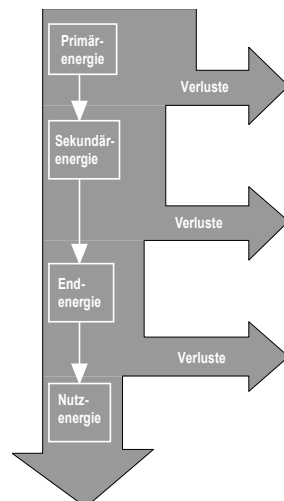
- **Starke Abhängigkeit Deutschlands von Importen.**
Ca. 2/3 aller Primärenergieträger müssen aus anderen Ländern eingeführt werden.



Fazit: Die weltweit steigende Nachfrage nach den knapper werdenden Primärenergieträgern erfordert die verstärkte Nutzung der Alternative heimischer regenerativer Energiequellen.

3.5 Energieeffizienz

Bei allen Energiewandlungsprozessen treten Verluste auf.



Primärenergie

(z.B. Öl, Gas, Uran)

Kraftwerkverluste sind erheblich (zwischen 40 bis 60 %)

Sekundärenergie

nach Veredelungsprozess

(z.B. Strom)

Transportverluste

(z.B. elektr. Leitung ca. 6 %)

Endenergie

kommt beim Verbraucher an und wird dort mit Verlusten

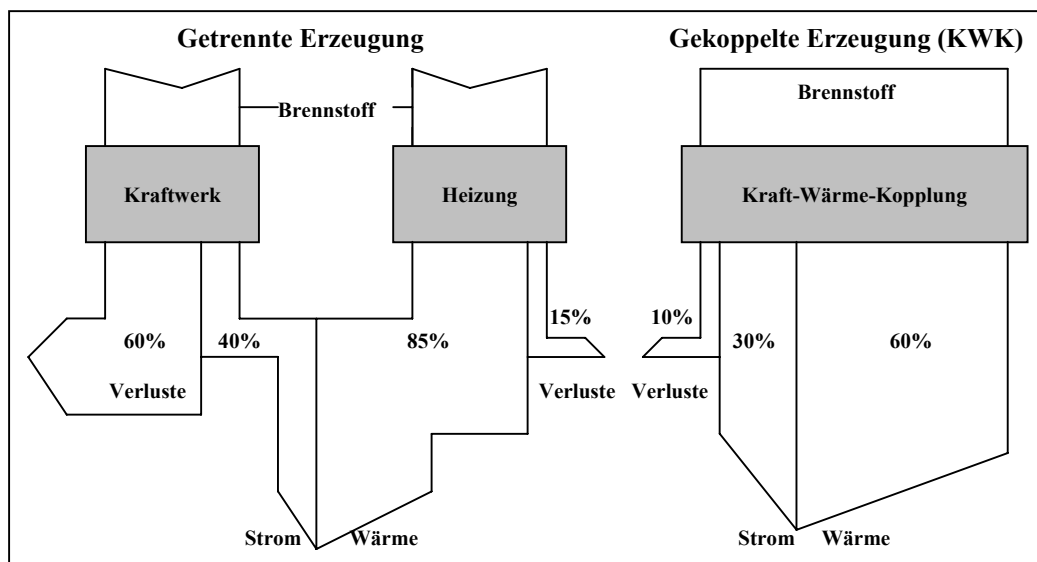
(u.U. erheblich, z.B. bei Beleuchtung 80 %) in die

Nutzenergie

gewandelt und „verbraucht“ (z.B. Licht)

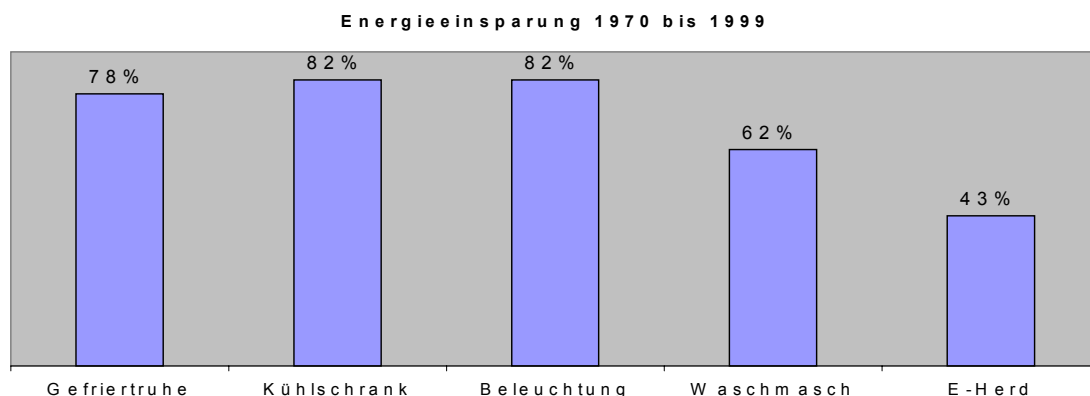
Verluste von 70 % sind bei diesem Umwandlungsprozess heute üblich. Bei den knappen Ressourcen ist dies nicht verantwortbar. Auf allen Ebenen der Energieumwandlung und in allen Bereichen der Wirtschaft ist es deshalb **notwendig, Verluste zu reduzieren**. Dabei wird Primärenergie gespart, ohne Nutzenergie zu reduzieren. Vorrang muss deshalb die Energieeinsparung haben, das so gen. NEGAWATT-Prinzip (Nega = negativ, d.h. eingespart, Watt = Leistungseinheit). Hier sind noch ungeheure Einsparpotenziale verfügbar. Beispiele:

- Bei der Primärenergieumwandlung im Kraftwerk durch effizientere Verfahren, (z.B. durch Druckwirbelschichtfeuerung)
- Kraft-Wärme-Kopplung



Durch Nutzung der Abwärme, die bei jedem Wärmekraftwerk auftritt (Kohle, Öl, Gas, AKW), in gekoppelten Systemen lassen sich die Verluste von ca. 70 % bis auf ca. 10 % reduzieren.

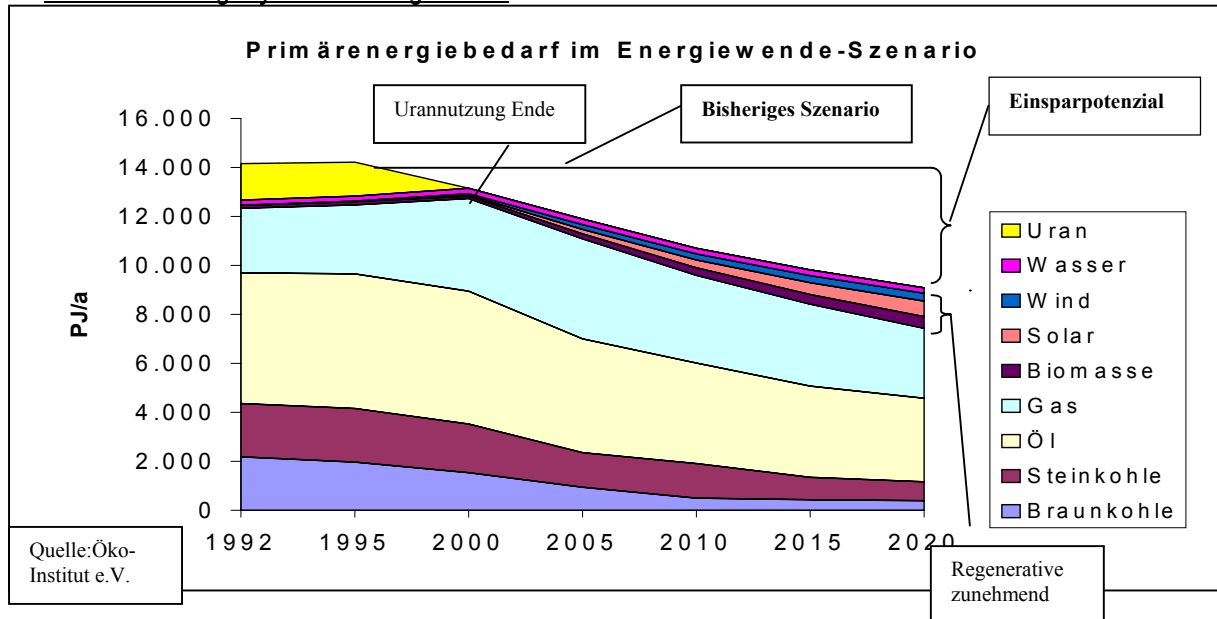
- Im Verkehr: Durchschnittsverbrauch PKW ca. 9l/100km
Z. Zt. auf dem Markt: 3l-Auto
Technisch serienreif verfügbar: 1l-Auto
- Im Haushalt bei technischen Geräten:
Hier wurden schon erhebliche Fortschritte gemacht (z.B. Energiesparlampe mit 80% Einsparung bei gleicher Lichtleistung), die verfügbaren Möglichkeiten sind jedoch noch lange nicht ausgeschöpft.



Quelle: Siemens
Energie effizienter nutzen

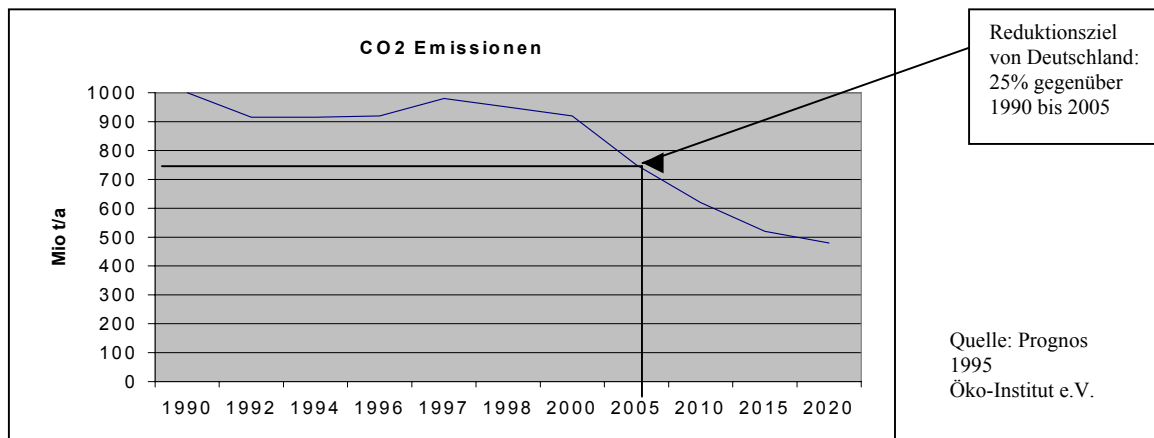
Fazit: Höchste Priorität muss Energieeinsparung haben. Jedes eingesparte Watt Leistung (Negawatt) muss nicht erzeugt werden, benötigt also keine Primärenergie und belastet folglich die Umwelt nicht.

4. Umbau des Energiesystems – Energiewende



Während frühere Energieprognosen von einem Anstieg des Energieverbrauchs bei fortgesetztem Wirtschaftswachstum ausgingen, später dann diese Werte nach unten korrigierten, gehen heute selbst Prognosen von Wirtschaftsverbänden von einem Rückgang des Primärenergieverbrauches aus.

Eine wirkliche Energiewende, wie sie hinsichtlich der Klimagefahren notwendig ist, setzt aber tiefgreifende Veränderungen voraus. Solche Szenarien wurden bereits in den 80er-Jahren vom Ökoinstitut Freiburg entwickelt und zeigen mit heutigen Daten aktualisiert, dass Atomausstieg und CO₂-Reduktion möglich ist.



Energiewende heißt:

- Erhebliche Energieeinsparung
- Ausbau der regenerativen Energien
- Reduzierung der nicht regenerativen Energien durch effizientere Nutzung
- Beendigung der atomaren Energieerzeugung
- CO₂-Reduktion

Strategien hierfür:

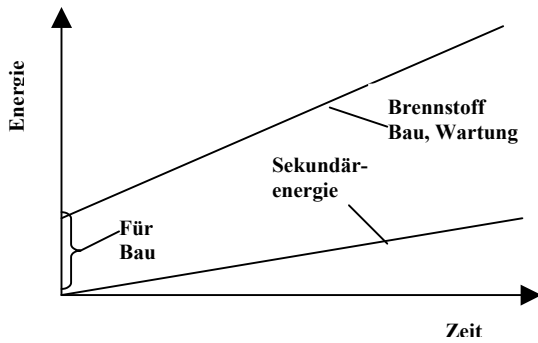
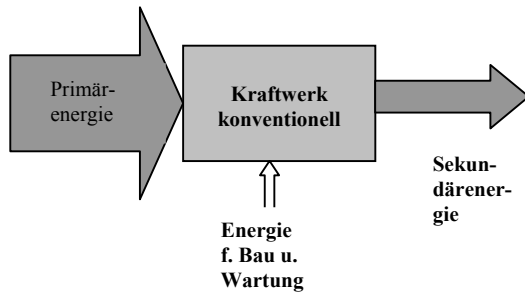
- Energieeffizienz erhöhen. Da wo dies nicht durch neue Technologien oder verstärkte Forderungen der Verbraucher erreicht wird, sind gesetzliche Vorgaben notwendig: z.B. Wärmeschutzverordnung (Wohngebäudeisolierung zum Einsparen von Heizenergie), Energiesparverordnungen usw.
- Stromerzeugungseffizienz erhöhen. Moderne Kraftwerkstechniken und Kraft-Wärme-Kopplung ermöglichen, Steigerungen des Wirkungsgrades von 30 % auf bis zu 70 % (d.h. Verringerung der Verluste von 70 % auf 30 %).
- Ausbau der regenerativen Energien durch gezielte Förderung
- Umweltfreundliche und effiziente Gestaltung des Verkehrssektors. (Da dies nur indirekt (CO₂-Ausstoß) mit dem Atomausstieg zusammenhängt, wird dies hier nicht näher ausgeführt)

Fazit:

Energiewende heißt keineswegs – wie polemisch gelegentlich unterstellt wird – „zurück in die Steinzeit“. Im Gegenteil: Gerade mit modernster Technologie sollen neue Wege bei größtmöglicher Energieeffizienz und bei alternativen, regenerativen Energiequellen beschritten werden. Auch wenn an erster Stelle Energiesparen steht, bedeutet dies bei sinnvollen Angeboten moderner Energiedienstleistung keinen Rückschritt. Außer der Atomenergie müssen alle Energieformen in einem Mix genutzt werden, wobei die umweltschonenden, regenerativen Ressourcen besonders heranzuziehen sind.

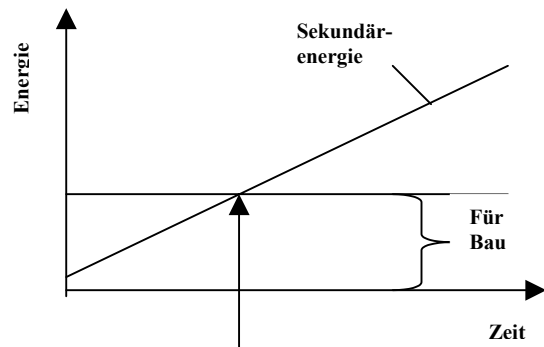
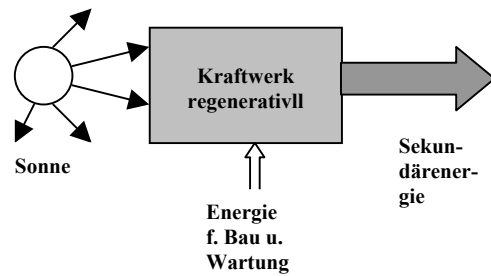
5. Erneuerbare Energien

5.1 Prinzip der Energieumwandlung Konventionelles Kraftwerk



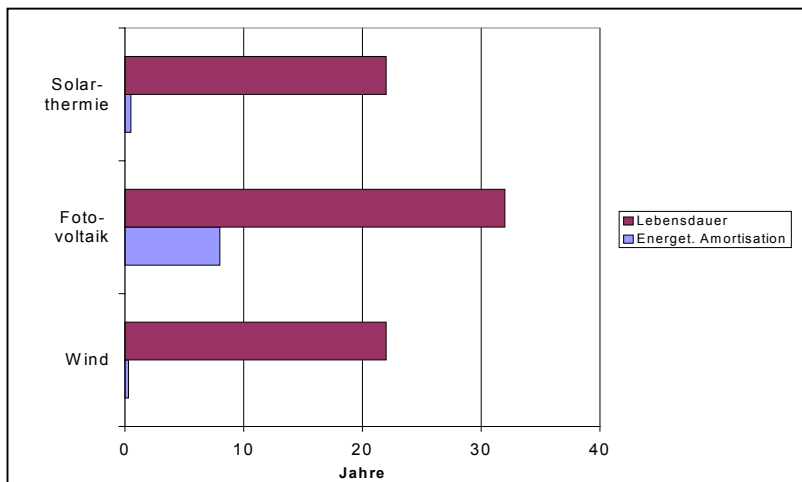
Keine energetische Amortisation

Regeneratives Kraftwerk



Ab hier Energiemehrertrag
Energetische Amortisation

Da bei regenerativen Energien – die letztlich alle solaren Ursprungs sind – die Zufuhr von Primärenergie entfällt (Sonne, Wind, Wasser usw. stehen kostenlos und schadstofffrei zur Verfügung), erzeugen die Kraftwerke – je nach Lebensdauer – ein Vielfaches der Energie, die für deren Bau und Wartung notwendig war. Dieser „Erntefaktor“ ist dagegen bei Kraftwerken, die nicht erneuerbare Energien erfordern, immer kleiner als 1.



Je nach System, Auslastung und Lebensdauer ergeben sich sehr günstige Faktoren

z.B. Wind 20

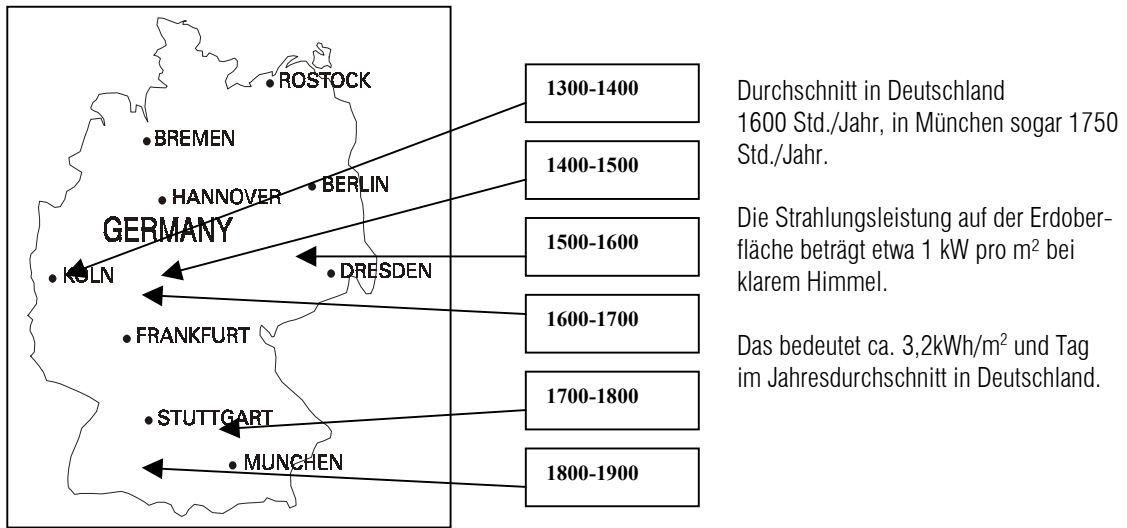
Fotovoltaik 5

Solarthermie 10

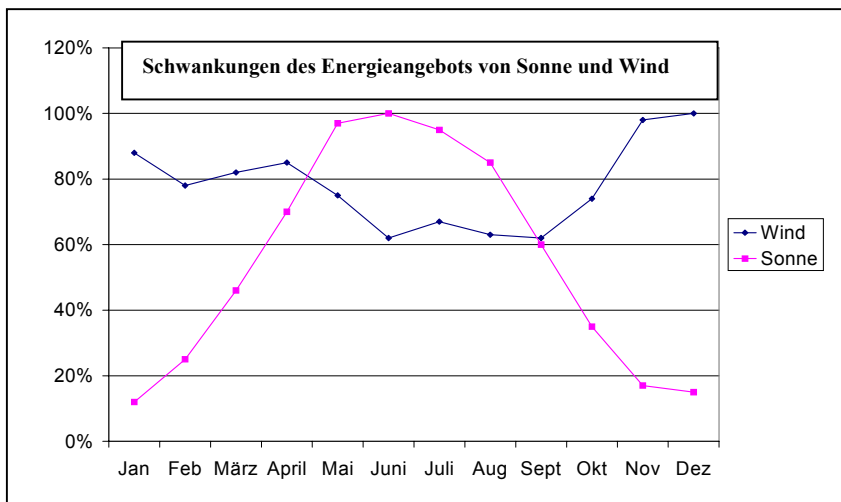
5.2 Solartechnik

Welches Potential bietet die Sonne?

So unermesslich groß die Energiemenge ist, die die Sonne täglich auf die Erde kostenlos einstrahlt – sie beträgt das 10- bis 15-Tausendfache des Weltenergiebedarfs und sie erschöpft sich auch in menschlichen Zeiträumen nicht -, so sehr bezweifeln Skeptiker, ob diese auch für Deutschland nutzbar sei.



Beispiele für die durchschnittliche Sonnenscheindauer in Stunden pro Jahr in verschiedenen Regionen in Deutschland



Natürlich gibt es tageszeitliche und jahreszeitliche Schwankungen im Energieangebot der Sonne. Dies lässt sich jedoch teilweise durch andere regenerative Angebote wie z.B. Wind ausgleichen.

Quelle: Witzel, Seifried, Solarbuch 2000

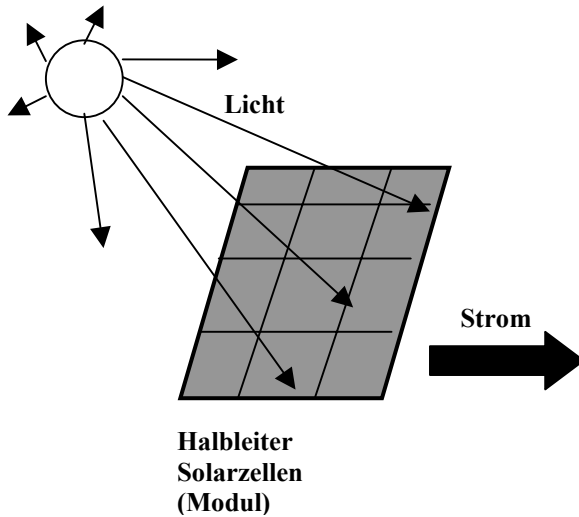


Häufig ist der Einwand zu hören, der erforderliche Flächenbedarf wäre zu groß. Die Quadratflächen über Afrika zeigen den Bedarf für den Fall, dass der gesamte Energiebedarf der Welt, Europas und Deutschlands voll mit Fotovoltaik gedeckt würde.

Dabei sind keine Freiflächen erforderlich.

Die verfügbaren Flächen auf Dächern von Wohnhäusern, Fabriken, öffentlichen Gebäuden, auf Schallschutzwänden, Hauswänden usw. würden völlig ausreichen.

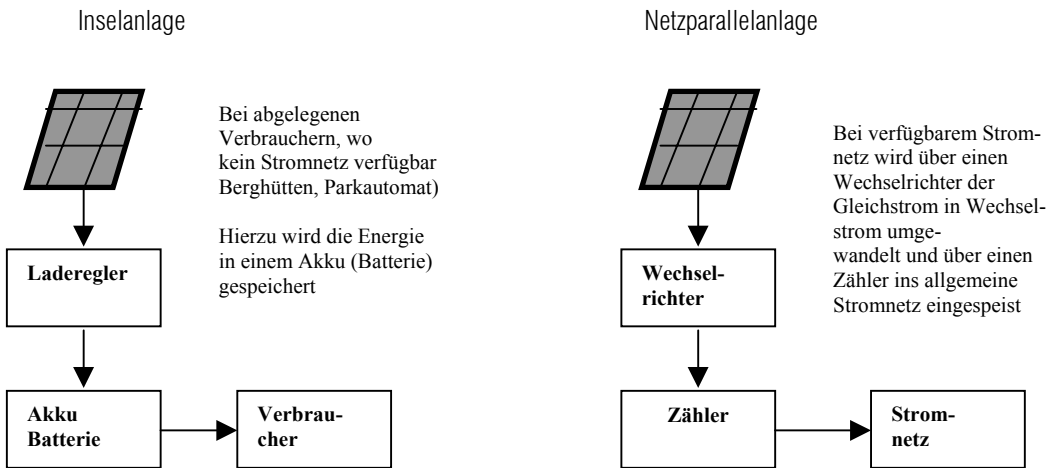
5.2.1 Fotovoltaik



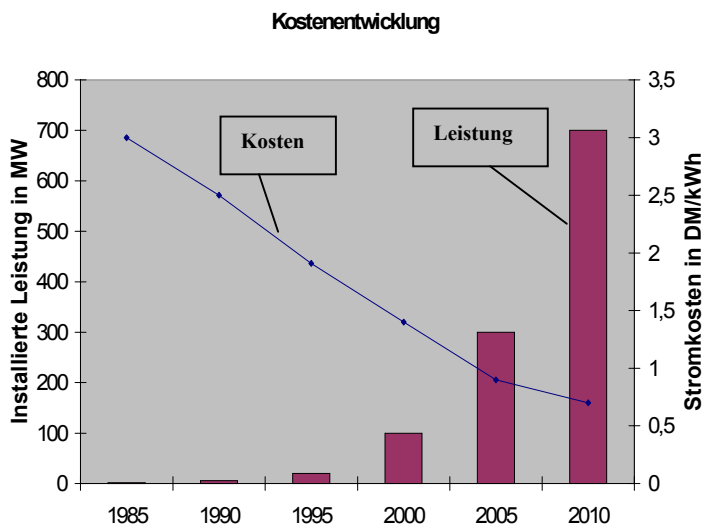
Module:
Mehrere Solarzellen aus Halbleitermaterial (meist Silizium) bilden den Solargenerator.

Prinzip:
Fotoelektrischer Effekt.
Bei Lichteinfall (sichtbar und unsichtbar) entsteht eine elektrische Gleichspannung.
Wirkungsgrad je nach technischer Ausführung ca. 10 % bis 20 %.

2 Anlagentypen



Häufigste Form: Netzeinspeisung, insbesondere da eine Einspeisevergütung gewährt wird (Erneuerbare Energien Gesetz, z. Zt. 0,99 DM/kWh)

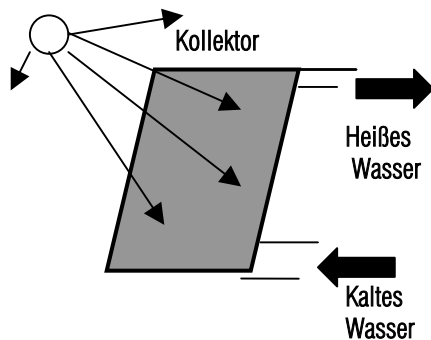


In der Vergangenheit war schon eine deutliche Kostensenkung feststellbar, die mit Zunahme der Produktion und kostengünstigeren Verfahren (Dünnschichttechnik) weiter fortschreiten wird.

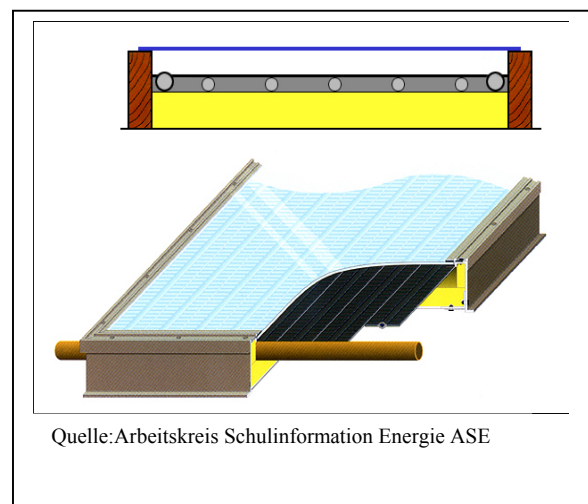
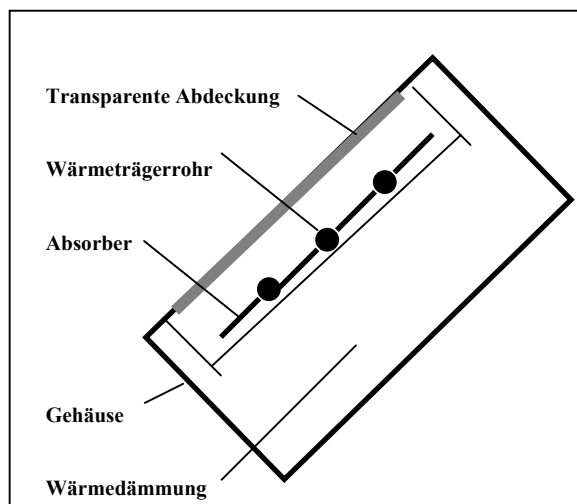
Vorteil: Dezentrale Anlagen, einfache technische Realisierung, keine Wartung, hohe Lebensdauer.

Potenzial: Noch lange nicht ausgeschöpft. Sehr viele freie Flächen, nicht nur auf Dächern, auch an Fassaden und Wänden (z.B. Schallschutzwänden) ermöglichen nahezu unermessliche Nutzungsmöglichkeiten.

5.2.2 Solarthermie



Prinzip: Unmittelbare Nutzung der Wärmestrahlung der Sonne, die von einem Kollektor mit Absorber an den Wasserkreislauf zur Erwärmung der Warmwasserversorgung oder Heizung weitergegeben wird.



Kollektorprinzip:
 Unterschiedlichste Ausführung
 als Flach- oder Vakuumröhrenkollektor
 mit unterschiedlichen Wirkungsgraden.
 Der Wärmeträger ist meist Wasser
 mit Gefrierschutzflüssigkeit.

Beispiel:
 Für **Brauchwassererwärmung** (häufigste Form),
Heizungsunterstützung oder **Klimatisierung** (mit
 Kühlung) lassen sich erhebliche Energieeinsparungen
 erzielen: Je nach Kollektortyp, Anlagengröße und
 Speicher ca. **60% bei Brauchwasser**
 ca. **20% bei Heizung**
100% bei Kühlung (Sommer)

Vorteil: Einfache, technisch ausgereifte und preisgünstige Systeme mit gutem Wirkungsgrad. Lange Lebensdauer, weitgehend wartungsfrei.

In vielen Ländern sind einfache solarthermische Systeme seit langem weit verbreitet und bewährt (z.B. Griechenland, Israel, Österreich). In Deutschland besteht noch ein riesiger Nachholbedarf mit großen zukünftigen Ausbaumöglichkeiten. In großtechnischen Anlagen (Parabolrinnenkraftwerk, Solarturmkraftwerk) mit großflächigen Spiegelsystemen kann die Wärme auch für Hochtemperaturprozesse und hohe Leistungen genutzt werden.

5.3 Wind



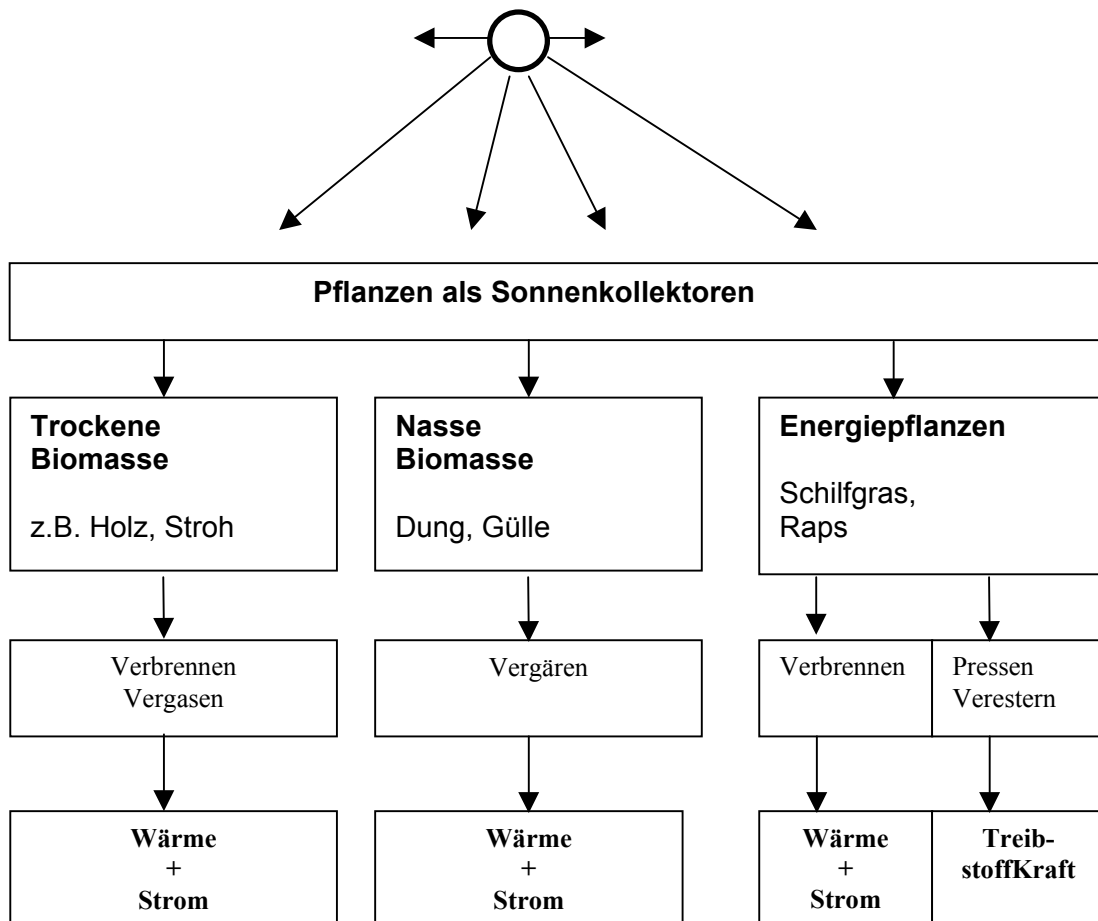
Nach Dänemark fand auch in Deutschland in den 90er Jahren ein ungeheurer Windkraft-Boom mit riesigen Zuwachsraten (100 bis 200 %) statt, so dass die Windenergie heute zur wichtigsten erneuerbaren Energieform geworden ist. Stromgestehungskosten liegen heute schon unter 0,15 DM/kWh. Durch günstige Wahl der Standorte (Windgeschwindigkeit und Windhäufigkeit) an der Küste, vor der Küste (Offshoreanlagen) und im Hinterland (Berge, Hochebenen) lassen sich noch erhebliche Ausbaupotenziale erschließen. Auch die Vereinbarkeit mit dem Landschaftsschutz ist möglich.

Quelle:Arbeitskreis Schulinformation Energie ASE

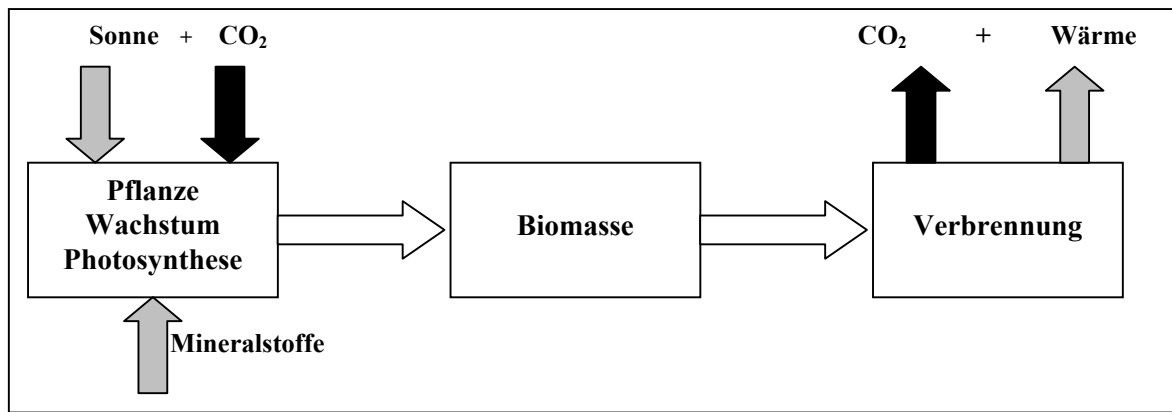
5.4 Wasserkraft

Z. Zt. noch bedeutendste regenerative Energiequelle in Deutschland (5 % des Strombedarfs). Das Ausbaupotenzial ist jedoch weitgehend ausgeschöpft. Lediglich bei Kleinwasserkraftwerken besteht noch eine Steigerungsmöglichkeit, nachdem in der Vergangenheit (seit ca. 100 Jahren) etwa 50.000 Anlagen stillgelegt wurden. Auch ökologische Auswirkungen (Grundwasser, Landschaftsschutz, Fischbestand) setzen einem weiteren Ausbau Grenzen. Die Effizienz bestehender Anlagen kann jedoch noch verbessert werden.

5.5 Biomasse



Die Sonne als Quelle allen Wachstums bewirkt auch das Wachsen der Pflanzen. Durch Photosynthese wird Biomasse gebildet. Sie stellt einen Energiespeicher für chemisch gebundene Sonnenenergie dar. Biomasse ist CO₂-neutral, d.h. der CO₂-Anteil, der beim Wachstum der Pflanze aus der Atmosphäre aufgenommen wurde, wird beim Verbrennen wieder an die Atmosphäre abgegeben.



Bei der Biomasse handelt es sich vielfach um Stoffe, die heute als Neben- oder Abfallprodukte entstehen und ohnehin entsorgt werden müssten: z.B. Abfallholz, Stroh, Gülle, Bioabfall aus Haushalten usw.

Beim Anbau von Energiepflanzen muss die gesamte ökologische Kette betrachtet werden (Anbau, Düngung, Bewässerung, Landschaftsschutz usw.), um die Nutzung zu optimieren. Vom einfachen Holzofen bis zum Biogas-BHKW oder einem Biodiesel-BHKW zur Strom-, Wärme- und Kälteproduktion, wie es im neuen Berliner Reichstag verwendet wird, gibt es vielfältigste Anwendungen, die erst am Anfang ihrer technischen und Marktentwicklung stehen. Wie bei allen regenerativen Energien gilt auch für Biomasse: Es gibt keinen idealen, allein erfolgversprechenden Lösungsweg (wie z.B. durch Energiepflanzen), nur im sinnvollen Mix der verschiedenen Formen und unter Optimierung aller Einflüsse und Wirkungen am jeweiligen Standort lassen sich noch die erheblichen Energiepotenziale in Zukunft ausbauen und nutzen.

5.6 Sonstige Verfahren

Vielfältige weitere, nicht unbedeutende Energiemengen lassen sich durch unterschiedliche Verfahren nutzen und seien hier nur kurz erwähnt:

- Geothermische Nutzung

Die in tiefen Erdschichten vorhandene Erdwärme wird bei uns, außer in hydrothermalen Anlagen, noch kaum genutzt, obwohl erhebliche Vorräte angezapft werden könnten, wie dies in anderen Ländern in Form von geothermischen Kraftwerken der Fall ist (USA, Mexiko, Neuseeland, Italien). Die Energievorräte oberflächennaher Thermalwasservorkommen (Norddeutsche Tiefebene, Süddeutsches Becken, Oberrheintal und Schwäbische Alb) könnten bis zu 29 % des Wärmebedarfs in Deutschland decken (Geoforschungszentrum Potsdam).

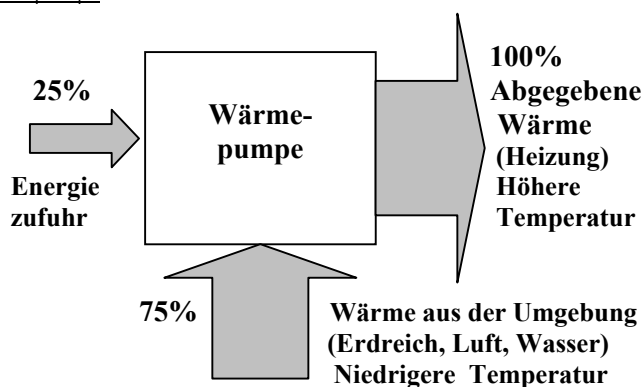
- Solarwärmegerechtes Bauen

Nachdem etwa 1/3 des gesamten Energiebedarfes in der Bundesrepublik Deutschland auf die Raumwärme entfällt, kommt der Einsparung durch bautechnische Gestaltung große Bedeutung zu. Vom gegenwärtigen Baubestand mit einem durchschnittlichen Heizenergieverbrauch von ca. 220 kWh pro m² und Jahr über Neubauten nach der Wärmeschutzverordnung von 1995 mit höchstens 100 kWh pro m² und Jahr bis hin zu Niedrigenergiehäusern, Passivhäusern oder sogar Plusenergiehäusern ergibt sich ein riesiges Energieeinsparungspotenzial für die Zukunft.

Maßnahmen:

- Wärmedämmung, insbesondere Wärmeschutzverglasung, die mehr Energie hereinlässt, als sie nach außen abgibt.
- Glasvorbauten, transparente Wärmedämmung (Dämmung nur nach außen)
- Gebäudeausrichtung nach Süden, Dachneigung und Dachüberstand, Verschattungsvermeidung
- Kontrollierte Lüftung mit Wärmerückgewinnung
- Effiziente Heizungssysteme und aktive Sonnenenergienutzung (Solarthermie, Fotovoltaik)

- Wärmepumpe



Prinzip:

Durch Umkehrung des „Kühlschrankprinzips“ lässt sich einem Raum mit niedriger Temperatur Wärme entziehen und in einen anderen Raum mit höherer Temperatur pumpen.

Um die Pumpe zu betreiben, ist Energie notwendig (Strom, Gas), die abgegebene Wärmeenergie kann jedoch ein Vielfaches davon betragen.

Die Leistungszahl als Verhältnis der gesamten Nutzenergie zur zugeführten Energie liegt heute im Bereich von 4 bis 6, d.h. ein 5-facher „Gewinn“ ist technisch realistisch, wobei die Jahresarbeitszahl, d.h. der Energiegewinn über das ganze Jahr maßgeblich ist. Je nach technischer Ausführung liegen die Werte zwischen 3 und 4. Nachdem die Generation der Wärmepumpen in den 70-er und 80-er Jahren technisch noch nicht optimiert eingesetzt wurden, waren sie wenig erfolgreich und sind deshalb heute noch wenig verbreitet. Sie weisen jedoch mittlerweile hohe Zuwachsraten auf, so dass noch ein großes Zubaupotenzial besteht. (In der Schweiz sind ca. 40 % aller neuen Heizanlagen mit Wärmepumpen ausgerüstet.)

6. Zukunftsstrategien

Die häufig zu hörende Frage „Was kann da der Einzelne machen?“ ist nur zur Hälfte richtig.

Es bedarf sicher staatlicher Rahmenbedingungen durch:

- Förderung von neuen Energietechniken, insbesondere der Solartechnik zur Anschubfinanzierung in Forschung, Produktion und beim Anwender.
- Gesetzliche Regelungen für Investitionszuschüsse und Einspeisevergütungen. Welches Instrument für den Markt jeweils am geeignetsten ist, muss sorgfältig geprüft werden.
- Aufklärung, Information, Beratung in Schulen, in der Öffentlichkeitsarbeit durch Energieagenturen, um Bewusstsein über die gegenwärtige Lage, die bestehenden technischen Möglichkeiten und die Bereitschaft zum Handeln zu vermitteln.
- Regulierung des Energie-, Bau- und Verkehrsmarktes, wo klare Begrenzungen notwendig sind, um weiteren CO₂-Anstieg zu vermeiden, der Verknappung von nicht regenerativen Ressourcen entgegenzuwirken und Schäden für die Allgemeinheit zu vermeiden.

Diese richtigen politischen Rahmenbedingungen für eine Energiewende sind wichtig und müssen auch durch die Bevölkerung energisch gefordert und unterstützt werden, denn eine Regierung tut nur das, womit sie auf Resonanz bei der Bevölkerung hoffen kann. Genau so wichtig ist jedoch auch das Handeln des Einzelnen. Die Tatsache, dass etwa fast die Hälfte des gesamten Energieverbrauchs auf die Haushalte und Kleinverbraucher entfällt (ca. 48 %, der Rest etwa je zur Hälfte auf Industrie und Verkehr) zeigt, welche Möglichkeiten für die Bürger als Energieverbraucher in Haushalten bestehen:

- Energiesparen und Lebensstil
- Kaufverhalten als Konsument von effizienten Geräten
- Hausbau, Gebäudesanierung
- Einrichtung moderner, auf regenerativen Energien basierender Geräte und Anlagen
- Beteiligung an Solargemeinschaften, Unterstützung von dezentralen Gemeinschaftsenergieversorgungsanlagen.
- Geldanlage bei Ökologischen Projekten
- Berufliche Tätigkeit im weiten Feld von regenerativen Energiesystemen (Planung, Bau, Produktion, Vertrieb, Beratung usw.)

Hierfür und für viele weitere kreative Aktivitäten gilt die Devise von Erich Kästner: „Es gibt nichts Gutes, außer man tut es“. Die Möglichkeiten für eine Realisierung der Energiewende sind vielfältig, fast grenzenlos!

Literatur für Leser, die sich gründlicher mit der Thematik beschäftigen wollen:

Hermann Scheer: „Solare Weltwirtschaft“, München 1999

Ernst Ulrich von Weizsäcker u.a.: „Faktor 4 - Doppelter Wohlstand - halbiertes Naturverbrauch“, München 1995

Carl Amery / Hermann Scheer: „Klimawechsel“, München 2001

Wilfried Bach: „Klimaschutz für das 21. Jahrhundert, Münster 2000

Sebastian Oberthür / Hermann E. Ott: „Das Kyoto-Protokoll. Internationale Klimapolitik für das 21. Jahrhundert“, Leverkusen 2000

BUND / Misereor (Hg.): „Zukunftsfähiges Deutschland. Ein Beitrag zu einer global nachhaltigen Entwicklung“, Basel 1996

Unsere Denkanstöße können von Ihnen unverändert abgedruckt oder von uns bezogen werden. Wir bitten um einen Beitrag zu unseren Selbstkosten (DM 1,- pro Exemplar). Postbank München, Konto 14 15 00-800, BLZ 700 100 80 Herausgeber: Studiengesellschaft für Friedensforschung, Aldringenstr. 10, D-80639 München, Tel. (089) 16 06 37, Fax (089) 16 74 58.

Druck: Grapho-Druck-GmbH Blütenweg 9, D-82008 Unterhaching.

V. i. S. d. P.: Monika Mirus-Küpper, Aldringenstr. 10, D-80639 München.

2001