

# Mensch und Energie - Eine kleine Einführung

## Energie – Geschichte

Der primäre Energiebedarf der Menschheit ist derjenige, der zum eigentlichen Überleben unbedingt benötigt wird, also die Nahrung. Allerdings unter der Voraussetzung, daß das Klima angenehme, verträgliche Temperaturen besitzt.

Für den Aufschluß der Nahrung, das Kochen, Braten und Backen, wird zusätzlich Energie benötigt, früher in Form von Holz, heute zunehmend durch Nutzung elektrischen Stroms. Die Besiedlung zumindest zeitweise unwirtlicher Regionen der Erde - etwa Deutschland besitzt nicht nur im Winter ein recht unwirtliches Klima - erfordert weitere Energie zur Beheizung von Wohnräumen.

Warum wurde schon in früher Zeit Energie von Menschen – sozusagen als Werkzeug - eingesetzt? Der Einsatz von Energie erlaubt die bessere Ausnutzung von Nahrungsressourcen, damit eine effizientere Nahrungsversorgung, damit wiederum höhere Mobilität. Neue, an sich lebensfeindliche Regionen können besiedelt werden, wenn man Höhlen, Zelte oder Häuser beheizen kann. Damit war eine Ausbreitung des Menschen möglich.

Die Ausbreitung des Menschen und die Ausweitung der pro Person benötigten Menge an Energie sind zwei Effekte, die den Energiebedarf der Menschheit haben wachsen lassen.

Das Werkzeug zum Erwerb von Nahrungsressourcen, Holz und Gebrauchsgütern war zunächst die Hand der ursprünglichen Menschen, in der Steinzeit bearbeitete Steine. In der Bronzezeit kommt ein recht hoher Energiebedarf zum Erschmelzen der Bronze aus geeigneten Erzen hinzu. Damit wird zum ersten Mal eine große Energiemenge zur Herstellung von Werkzeugen benötigt, ein erster Schritt zu der uns heute bekannten Welt vieler Materialien, die in unserem täglichen Leben als Gebrauchsgegenstände eine Rolle spielen.

Bis in die Mitte des letzten Jahrhunderts waren die Hauptenergieträger Holz und in eher geringem Maße Kohle. Erst die gemeinsame Entwicklung von Maschinen und des Energiebedarfs eben für diese Maschinen erlaubte im Zusammenhang mit der Entdeckung großer Vorkommen an Kohle den Siegeszug der krafterzeugenden Maschine, die eine umfassende Industrialisierung der Produktion ermöglichte.

Kohle eignet sich als Brennstoff für stationäre Maschinen, früher Kolben-Dampfmaschinen, heute Dampfturbinen in Kohlekraftwerken oder große Verkehrsmittel wie etwa Dampflokomotiven.

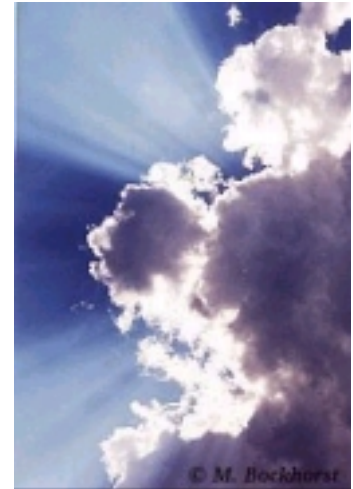
Nach der Kohle wurde das Erdöl als Energieträger für eine zunehmend mobile, und zwar individuell mobile Gesellschaft entdeckt: Kraftstoffe wie Benzin oder Dieselöl können leicht aus Erdöl raffiniert werden, lassen sich leicht speichern und die Maschinen, die die hochkonzentrierte chemische Energie in Bewegungsenergie umwandeln, sind relativ klein und leicht.

Mit der Entdeckung der Kernspaltung wurde die friedliche Nutzung der Kernenergie in den 50er und 60er Jahren stark gefördert, resultierend in einem Bau von Kernkraftwerken bis Mitte der 80er Jahre.

Mit der Erkenntnis, daß die zunehmende Freisetzung von Treibhausgasen zu einer Erwärmung der Erdatmosphäre führen könnte, eine These, die sich nach heutigem Kenntnisstand erhärtet hat, ist seit etwa den 80er Jahren der Anlaß für einen verstärkten Einsatz des dritten fossilen Brennstoffs, des Erdgases. Die Verbrennung von Erdgas setzt wesentlich weniger Kohlendioxid pro Energieeinheit frei, als Erdöl oder Kohle. Desweiteren läßt sich Erdgas in Heizungsanlagen wie auch in modernen GUD-Kraftwerken leicht in Heizwärme und/ oder elektrischen Strom umwandeln.

Die Reaktorunfälle von Harrisburg und Tschernobyl und schon vorher bekannte Argumente gegen eine Nutzung der Kernenergie zur Energieerzeugung erschwerten in den letzten etwa 20 Jahren die politische Durchsetzbarkeit – etwa in den USA und Deutschland -, bis ein Zubau von neuen Kernkraftwerken fast unmöglich wurde. Die Kernenergienutzung wird hingegen beispielsweise in Japan, China, Rußland, Südafrika und einigen anderen Ländern wieder als Alternative zur Nutzung fossiler Brennstoffe akzeptiert.

So müssen wir zwischen den Folgen der Nutzung fossiler Brennstoffe und der Kernenergienutzung abwägen, bis wir breit einsetzbare Alternativen gefunden haben.



## Energie – Nutzen

Wo begegnet uns Energie im täglichen Leben? Man stelle sich einen üblichen Tagesablauf im Winter vor:

- [7:00] Der batteriebetriebene Wecker reißt einen aus dem Schlaf. Die neuesten Informationen und Nachrichten trudeln über den Fernseher ein, die Kaffeemaschine, betrieben mit Strom, brüht den Kaffee, die Heizung beginnt, den Raum zu erwärmen. Noch ist es dunkel draußen, mit einem Klick ist das Licht an, der Raum hell erleuchtet.
- [7:07] Eine warme Dusche, also wird Gas verbrannt, welches mit seiner Flamme einige zig Liter Wasser erwärmt.
- [7:18] Frühstück, ursprüngliche Energienutzung für den eigentlichen Bedarf.
- [7:26] Beim Gang durch das Treppenhaus: wieder Licht mit einem einfachen Tastendruck.
- [7:39] Das Fahrrad aufschließen und auf gehts, die Straßenbeleuchtung taucht die Straße und die Menschen in helles Licht. Am Himmel dröhnt ein startendes Flugzeug, jede Sekunde werden 5 Liter Kerosin verbrannt.
- [7:45] Die Rechner im Büro laufen noch, den Monitor anschalten, Licht einschalten, Heizung aufdrehen.
- [11:45] Endlich Mittagspause, auf in die Kantine. Kein direkter Energieverbrauch, aber das Essen mußte ja schließlich zubereitet werden.
- [12:36] Zurück im Büro. Noch einmal kurz bei einem Kollegen vorbeigehen: Kaffee kochen.
- [16:21] Feierabend. Monitor ausschalten. Alle anderen Verbraucher aus? Heizung aus?
- [16:27] Waschmaschine im Waschsalon befüllen, 6 DM einwerfen, Programm starten. Nach einer guten halben Stunde den nassen Kram in den Trockner werfen.
- [17:42] Noch eine Runde durch die hellerleuchtete Stadt.
- [18:32] Auf dem Heimweg. Warten an der Bahnschranke. Ein Güterzug und drei Personenzüge passieren, dann heben sich die Schranken wie von Geisterhand bewegt.
- [18:34] Endlich zu Hause, im Warmen. Erst einmal etwas essen, also Herd anschmeißen, eine gute Gemüsesuppe kochen.
- [19:00] Die Abendnachrichten schauen, in einem angenehm beleuchteten Zimmer. Der Anrufbeantworter blinkt: Kurz das Gerät abhören.
- [19:42] Ein Blick in die Küche zeigt, daß eigentlich wieder einmal gespült werden müßte, also heißes Wasser einlaufen lassen und los mit dem "Vergnügen".
- [20:42] Etwas lesen, das bei schöner Musik, also Verstärker, CD-Spieler und Leselampe anschalten.
- [22:12] Den Wecker aktivieren, die Schlafklamotten anziehen und alles ausschalten.

Und dies gilt für einen Haushalt mit eher geringem Komfort und einen Tag mit eher energiesparsamen Tätigkeiten!

Man stelle sich doch einmal vor, einen Tag zu leben, ohne irgendwelche Energie in Form von Strom, Gas, Erdöl oder Kohle zu verbringen, noch nicht einmal unbedingt im Winter! Wie viele Dinge, die wir heute mit einer Selbstverständlichkeit in Anspruch nehmen, könnten wir dann nicht mehr tun? Und die Tendenz läuft eher dahin, daß Wohn- und Lebenskomfort wie auch Mobilität immer stärker von Energie abhängig werden.

## Energie - Probleme

Aus der verstärkten Nutzung von Energie auf unserer Erde entstehen Probleme. Sie können auf die folgende Art klassifiziert werden:

- Direkte Belastung, erzeugt durch Energieerzeugung und -nutzung in Form von Lärm, Gestank, giftigen Stoffen.
- Indirekte Belastungen durch Freisetzung von Stoffen, beispielsweise Kohlendioxid mit der Folge schwerwiegender Klimaänderungen.

Die direkten Belastungen sind die am einfachsten auszuräumenden, da sie offensichtlich sind. Industrieanlagen sind - zumindest in hochindustrialisierten Staaten - inzwischen relativ sauber, Fahrzeuge müssen strengen Normen genügen, die ihre Lärmemissionen verringern.

Schwieriger ist es mit den indirekten Belastungen, die zeitlich und räumlich nicht mit ihren Verursachern zusammenfallen. Prominentestes und wohl auch bedrohlichstes Beispiel ist die Emission von Kohlendioxid in die Erdatmosphäre durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe, also beispielsweise der Kohle in Kraftwerken, des Erdöls in Automotoren sowie des Erdgases in Hausheizungen. Das meiste Kohlendioxid wird von den Industrienationen auf der nördlichen Halbkugel emittiert, die vermutlich eintretenden Folgewirkungen werden sich in keinsten Weise auf die Nordhalbkugel beschränken.

Kohlendioxid in der Erdatmosphäre verändert das Gleichgewicht zwischen eingestrahelter Sonnenenergie und wieder ausgesandter Wärmestrahlung hin zu einer Erwärmung der Erdatmosphäre. Diese Wärme ist aber auch gleichbedeutend mit einem Zuwachs an Energie in der Atmosphäre, damit zu einem Anstieg der Druckunterschiede in der Erdatmosphäre. Der Abbau dieser Druckunterschiede führt zu einem schnelleren Ausgleich: Stürme mit höheren Windgeschwindigkeiten sind die Folge.

Durch die kontinuierliche Erwärmung konnten sich Klimazonen verschieben, was dazu führt, daß Landwirtschaft in derzeit fruchtbaren Gegenden unmöglich wird, uns also direkt betreffen könnte. Schlimmste mögliche Folge ist ein Umkippen des globalen Klimageschehens, im Sinne eines schwankenden Klimas, ganz im Gegensatz zu dem in den letzten Jahrhunderten recht stabilen Klima

**Energie – Technik**

Energietechnik kann in vier Bereiche unterteilt werden:

Energieerzeugung	Energiespeicherung	Energietransport	Energienutzung
------------------	--------------------	------------------	----------------

Ziel der Entwicklung von technischen Einrichtungen aller vier Bereiche muß eine Verringerung von Energieverlusten und Umweltbelastungen sein.

Im Bereich der Energieerzeugung müssen Technologien gefunden werden, deren Risiken wie auch Nebenwirkungen so gering wie nur möglich sind. Dabei kommt langfristig - also in etwa 50 Jahren - den Erneuerbaren Energien eine tragende Rolle zu: Dieser Zeitbedarf läßt sich zum einen mit den immens hohen Investitionen begründen, die notwendig für die Umstellung auf eine entsprechende Energienutzung sind. Davor kommen auf der anderen Seite noch Zeit- und Kapitalinvestitionen in entsprechende Technologien und in eine weltweite Politik, die einen globalen Handel "Energie gegen Technologie" ermöglichen. Als Beispiel möge folgendes Szenario dienen: thermische Solarkraftwerke auf dem afrikanischen Kontinent werden mit Hilfe von Technologie, die in den Industrienationen entwickelt wurde, gebaut und dienen zum Teil der Versorgung der anliegenden Staaten. Der andere Teil der so gewonnenen Energie wird als "Bezahlung" dann von den Standorten der Kraftwerke in die Industrienationen exportiert.

Die Nutzung der fossilen Brennstoffe muß schon mittelfristig, d.h. innerhalb der nächsten Jahrzehnte, stark reduziert werden, weil ihre Nebenwirkungen (globale Erwärmung) und Risiken (Umkippen des Klimas) groß sind.

Kernenergienutzung sollte langfristig keine Rolle mehr spielen, weil Risiken der Nutzung bei derzeit betriebenen Kernkraftwerken bestehen. Die bei der Endlagerung der Abfälle bestehenden Probleme sind zudem nicht unerheblich.

Die Energiespeicherung ist essentiell wichtig, will man die Erneuerbaren Energien nutzen, deren Verfügbarkeit von Zeit und Ort stark abhängt: Sonnenenergienutzung ist im äquatornahen Sonnengürtel der Erde begünstigt, Windenergienutzung in nördlichen und südlichen Küstengebieten, während die Nutzung der Wasserkraft in bergigen Landschaften möglich ist. Dazu kommt, daß diese Energien nur abhängig von den Witterungsbedingungen bezüglich Sonneneinstrahlung, Wind und Niederschlag überhaupt verfügbar sind.

Sobald die zeitlich und räumlich unterschiedlichen Energieangebote mit praktikablen Energiespeichern ausgeglichen werden können, kann dieses Energieangebot auch genutzt werden.

Der Energietransport benötigt selbst Energie oder verursacht Verluste an Energie. Er muß somit möglichst effizient gestaltet werden.

Sicherheitsaspekte sind ebenfalls von großer Bedeutung, so müssen die Risiken von schweren Tankerunglücken, die leider immer noch - wie derzeit an der Bretagne-Küste in vollem Gange - an der "Jahresordnung" sind, praktisch auf Null gesenkt werden. Die Nebenwirkungen des Transportes von Erdgas über nicht vollständig dichte Pipelines tragen zum anthropogenen, menschengemachten Treibhauseffekt bei: Erdgas, oder besser dessen Hauptbestandteil Methan, trägt bei gleicher freigesetzter Menge 25-mal so stark zum Treibhauseffekt bei wie das Kohlendioxid!

Energienutzung muß so effizient wie nur irgend möglich gestaltet werden. Nur dann, wenn Energie wirklich benötigt wird, sollte sie beansprucht werden. Dies bedeutet einen sparsamen Umgang mit Energie: Nur dann Geräte einschalten oder benutzen, wenn man sie wirklich benötigt.

Auf der anderen Seite müssen Geräte so gestaltet sein, daß sie die Energie mit möglichst hohem Wirkungsgrad in die benötigte "Dienstleistung" umwandeln. Für viele Geräte ist dies in hohem Maße erfüllt, so zum Beispiel energieeffiziente Kühlschränke oder Leuchtstofflampen. Viele fernbedienbare Geräte hingegen benötigen im "Stand-By"-Betrieb 10 oder 20 Watt Leistung, ohne jedoch eine vergleichbare "Dienstleistung" zu erfüllen. Entweder müssen solche Geräte mit einem echten Ausschalter ausgestattet oder der Stand-By-Verbrauch auf 1 Watt gesenkt werden.

**Energie - Politik**

Energiepolitik hat die folgenden Aufgaben:

Sicherung der Energieversorgung für den direkten Verbrauch durch die Bevölkerung.
Sicherung der Energieversorgung für den indirekten Verbrauch in der Industrie und im öffentlichen Bereich. Dies dient zur Unterstützung einer wettbewerbsfähigen Industrie und zum Erhalt der staatlichen energieabhängigen Infrastruktur.
Energieversorgung so zu gestalten, daß gesundheitliche Folgen für die Bevölkerung vermieden oder zumindest unter eine akzeptable Schwelle gedrückt werden

Dies gilt für die regionale, die staatsweite und - in Zukunft immer mehr - für die globale Energieversorgung. Diese Aufgaben müssen von einer Regierung in dem Wechselspiel der Kräfte zwischen Politik, Bevölkerung und Wirtschaft diskutiert und bewältigt werden. Dabei muß der nachhaltige Umgang mit Energie im Vordergrund stehen: Nachhaltig bedeutet hier einen Umgang mit Energie, der auch auf lange Sicht keine Risiken und Nebenwirkungen hat, die eine weiteren Umgang mit Energie vereiteln, zum Beispiel durch katastrophale Reaktorunfälle oder in Folge des anthropogenen Treibhauseffektes.

Welche Instrumente hat die Politik, diese Aufgaben zu bewältigen?

- Verbote und Gebote, in Gesetzen formuliert, sind ein sehr wirksames, vor allem sofort wirksames, allerdings sehr unflexibles Instrument.

- Besteuerung, dies im Sinne des *Steuerns*, nicht des staatlichen Gelderwerbs, ist ein weiteres Instrument. Flexibel wird es dann, wenn billige und belastende Energie besteuert, das damit erworbene Geld zur Subvention teurer und weniger belastender Energie verwendet wird.
- Ein weiteres ausgleichendes System ist der Handel von Zertifikaten, die Ressourcenverbrauch oder Ressourcenbelastung handelbar machen: Kann ein Industriezweig recht schnell den Ressourcenverbrauch einschränken, werden seine Beteiligten die freiwerdenden Zertifikate verkaufen, und zwar an Beteiligte eines Industriezweiges, die sich nicht so schnell anpassen können.
- Freiwillige Selbstverpflichtungen der Industrie, zum Beispiel die Deklaration von Geräten bezüglich ihrer energetischen Eigenschaften, die den Kunden einen Vergleich zwischen Geräten erlaubt, ist eine weitere Maßnahme, die im Konsens zwischen Politik und Wirtschaft ergriffen werden kann.
- Dabei wäre eine Selbstverpflichtung der letztendlich Energie verbrauchenden Menschen ebenfalls eine Maßnahme, den Energiebedarf zu senken. Dies im Sinne einer Selbstbeschränkung.
- Bildung, Information tragen zum Verständnis von Zusammenhängen bei: Die Vermittlung von Bildung in Schule, Berufsausbildung, Erwachsenenbildung und den Medien ist ein sehr nachhaltiges Mittel, den Umgang mit Energie sorgsamer zu gestalten, allerdings vereiteln "Inkubationszeiten" von einem Jahrzehnt, eher mehreren Jahrzehnten eine schnelle Wirksamkeit von Bildungsmaßnahmen.

Kluge Energiepolitik wird sich aller Instrumente bedienen, wo es brennt, sind Verbote, vielleicht auch Gebote, das Mittel der Wahl. Wo noch Zeit für Veränderungen bleibt, sind Steuern oder Zertifikate das Mittel der Wahl. Einen generell neuen Umgang mit Energie und natürlich Ressourcen zu erlernen bedarf einiger Jahrzehnte, bis das Wissen und das daraus resultierende Verhalten tradiert wird: Mit 6-16 Jahren lernt man Dinge, verlernt sie oft wieder. Und was man bis dahin nicht vergessen hat, gibt man im Alter von 25-35 Jahren erst an seine Kinder weiter. Dazu braucht man offensichtlich einige Jahrzehnte Zeit.

### Energie - Zukunft

Die Zukunft der Menschheit hängt neben vielen anderen Bereichen von ihrem Umgang mit Energie ab. Die Nutzung von Energie hat sich von der ursprünglichen Nutzung im Sinne der Nahrungsaufnahme zum reinen Überleben zu einem wesentlich umfassenderen Verbrauch ausgeweitet.

Dies hat zu einem starken Anstieg des Energiebedarfs jedes einzelnen Menschen geführt. Der Anstieg des Energiebedarfs ist zudem durch die dramatisch gestiegene Anzahl von Menschen, die auf unserer Erde leben, drastisch begünstigt worden.

Dabei sind "Risiken" wie schwere Kernreaktor-Unfälle und ein Umkippen des Klimas durch die globale Erwärmung hinzugekommen, auf der anderen Seite sind Nebenwirkungen wie die Belastung der Ökosysteme durch beispielsweise Schwefeldioxid und Stickoxide - Stichwort "Waldsterben" - aufgetreten. Solche Risiken und Nebenwirkungen müssen in Zukunft vermieden werden.

Die Zukunft des Umgangs mit Energie muß in einer kurz-, mittel- und langfristigen Planung gestaltet werden:

- Die kurzfristige Planung muß akute Gefahren, resultierend aus Nebenwirkungen oder wahrscheinlich auftretenden Risiken, berücksichtigen und nach Möglichkeit beseitigen. Kurzfristig meint hier einen Zeitraum von einigen Jahren.
- Eine mittelfristige Planung muß Gegenmaßnahmen gegen drohende Gefahren einleiten, dies zum Beispiel durch steuernde Eingriffe durch den Staat, eben im Sinne von "Steuern". Deren Aufkommen muß dann in die Entwicklung von Gegenmaßnahmen fließen.
- Mittelfristig meint einen Zeitraum von etwa einem Jahrzehnt.
- Langfristige Planungen müssen Gegenmaßnahmen gegen Gefahren berücksichtigen, die sich langsam aufbauen. Typisch für eine solche Maßnahme ist eine Verbesserung von Bildung und Informationsfluß, damit aus dem Verständnis der Zusammenhänge im Themenkomplex "Energie" eine sorgsamer Umgang mit Energie erwächst. Langfristig sind Zeiträume von einigen Jahrzehnten.

Dementsprechend wird die Zukunft in vielschichtigen Maßnahmen bestehen, die ein Denken in unterschiedlichen Zeitskalen erfordern.

Ebenso wird nicht eine Art der Energiebereitstellung eine bedeutende Rolle spielen, sondern alle Möglichkeiten werden an den entsprechenden Orten und zu den entsprechenden Zeiten ihre Rollen spielen: Windenergie wird man in Küstengegenden nutzen, Wasserkraft in wasserreichen bergigen Regionen, Sonnenenergie in Mittelamerika, den USA oder Afrika, vielleicht auch auf einer kleinen Insel in unseren Breiten. Heute wird man auf die Kernenergienutzung in den Industriestaaten noch nicht verzichten können, wird man noch Erdöl und dessen Produkte im Straßenverkehr verbrennen, wenn Techniken wie verlustarme Hochspannungsleitungen oder Methanol-Brennstoffzellen etabliert sind, wird man Solarenergie in aller Breite auch in den sonnenarmen Staaten der Erde einsetzen können.

Und alle gesellschaftlichen Gruppen, alle Fachrichtungen werden ihre Rollen spielen müssen: Der Handwerker, der einen Solarkollektor montieren kann und dies auch tut, ist genauso wichtig wie die Ingenieurin, der das Design dieses Solarkollektor mitentwickelt hat. Die Politikerin, die ein Förderprogramm für Solarkollektoren angeregt hat, ist genauso bedeutend wie der Lehrer, der seinen Schülern das Wissen um die Existenz solcher Energiewandler eröffnet hat.

Eine Komponente für eine erfolgreichen Planung wird die breite Verfügbarkeit von verständlichen Informationen zum Themenkreis Energie sein.