

## Der Energiehaushalt der Erde und der Menschheit

Wie wir wissen, bezieht die Erde den Großteil ihrer Energie durch Strahlung von der Sonne in Form von Strahlung. Durch ein einfaches Experiment kann man bestimmen wieviel Energie auf einen Quadratmeter fällt. Man nimmt dazu einen schwarzen Aluminiumblock, setzt ihn der Sonne für einen bestimmten Zeitpunkt aus und errechnet aus der Temperaturänderung und der spezifischen Wärme des Aluminiums die sogenannte Solarkonstante, die  $1,4 \text{ kW/m}^2$  und Sekunde beträgt. In dieser Rechnung ist allerdings keine Bewölkung und Luftverschmutzung miteinbezogen. Auf der Erdoberfläche ergibt sich daher ein Wert zwischen  $400$  und  $800 \text{ kW/m}^2$ . Von der verbleibenden Strahlungsenergie wird aber auch nur ein Bruchteil von den Pflanzen genutzt. Der Rest wird direkt ins Weltall abgestrahlt, allerdings auch nicht gleichmäßig: In Äquatornähe nimmt die Erde mehr Energie auf, in den Polargebieten gibt sie mehr Wärme ab. Konvektion oder besser gesagt Wind sorgt für einen Ausgleich zwischen warmen und kalten Luftmassen.

Eine entscheidende Bedeutung beim Wettergeschehen kommt auch den Meeren zu. Sie speichern riesige Mengen an Energie und geben die langsam wieder an die Umwelt ab. Das erklärt warum in Küstennähe die Winter meist nicht so streng sind wie am Kontinent. In der warmen Jahreszeit kühlt das Meer die Luft allerdings ab und sorgt für einen kühlen Sommer. Durch Naturkatastrophen wie Vulkanausbrüche und erhöhten Ausstoß von Treibhausgasen bedingte Klimaänderungen können vom Ozean verlangsamt aber wahrscheinlich nicht verhindert werden.

Der Energiebedarf des Menschen hat in den letzten 1000 Jahren dramatisch zugenommen: Eine höher entwickelte landwirtschaftliche Kultur braucht am Tag etwa  $25 \text{ kW/h}$ , unsere moderne Industriegesellschaft jedoch schon etwa  $200 \text{ kW/h}$  und der Energiebedarf des Menschen wird durch vermehrten Einsatz von Elektronik noch weiter steigen, sofern wir uns das in Anbetracht der drohenden Klimakatastrophe noch leisten werden können. Zur Zeit decken wir nämlich einen Großteil unseres Energiebedarfs durch Verbrennung von fossilen Brennstoffen wie Kohle, Erdöl und Erdgas. Diese Stoffe sind Kohlenstoffverbindungen die vor Jahrmillionen von Pflanzen gespeicherte Energie beinhalten. Wenn wir diese jetzt innerhalb weniger Jahrhunderte wieder freisetzen, entstehen Unmengen von  $\text{CO}_2$ , ein Gas das den Treibhauseffekt unterstützt und so eventuell zu einer Klimaänderung beiträgt. Außerdem ist es nur eine Frage der Zeit, bis diese Reserven zu Ende gehen. Nach dem Ölschock in den 70er Jahren veröffentlichte der „Club of Rome“ eine Studie, wonach es nur mehr wenige Jahrzehnte dauern würde, bis die Erdölversorgung zusammenbrechen würde. Durch neue Funde, vor allem im Nahen Osten wurde das drohende Ende unserer Wohlstandsgesellschaft hinausgeschoben. Die neuesten Zahlen lauten auf (Weltalmanach S1015) Es ist also offensichtlich, daß man neue Formen der Energie erschließen muß, um den derzeitigen Wohlstand weitgehend zu erhalten. Unter Wohlstand versteht die OECD, ein Zusammenschluß der westlichen Wirtschaftsmächte seit 1995 auch ökologischen Reichtum, wenn auch vorerst nur am Papier. Die in den 60er und 70er Jahren propagierte Kernenergie hat allerdings durch Unfälle wie die Reaktorkatastrophe von Tschernobyl in den letzten Jahren ihren Ruf als sauberer Energieträger verloren. Außerdem ist auch Uran ein Rohstoff, der nur in begrenzten Vorräten vorhanden ist. Trotzdem beziehen die führenden Industrienationen wie Japan, Deutschland und die USA nach wie vor einen großen Teil ihrer Elektrizität aus den gefährlichen und in der Endabrechnung auch teuren Kernkraftwerken. Vor allem in den westlichen Industriestaaten ist die Energiegewinnung aus Uran in letzter Zeit immer umstrittener geworden. In Deutschland verhinderte eine Bürgerinitiative die Einschaltung des Kraftwerks Mülheim - Kärlich, und in Japan erschloß sich voriges Jahr kurz nach Weihnachten einer der Manager eines schnellen Brüters. Man hatte ihm nachgewiesen, daß er aus wirtschaftlichen Interessen einen Reaktorunfall vertuscht hatte. Angesichts der

Tatsache, daß uns also auch die Kernenergie vor der Klimakatastrophe bewahren wird können, bleibt also nur noch der eine Weg: Zurück zur Natur!

Die Sonne macht es uns schon seit Jahrmillionen vor. In ihrem Kern verschmelzen schwere Wasserstoffkerne zu Helium und setzen dabei ungeheure Energien frei. Bis vor kurzer Zeit schien es noch in greifbarer Nähe, daß war es unserem Muttergestirn bald nachmachen werden können, allerdings beschlossen die europäischen Staaten vor kurzem, wohl unter dem Druck der Öllobby aus diesem Projekt auszusteigen.

Man muß die Sonne jedoch nicht unbedingt gleich nachbauen, es genügt die von ihr ausgesandte Strahlungsenergie effizient aufzufangen. Auch dieses Prinzip ist schon hunderte Jahre alt: Als die Spanier die südamerikanische Mayakultur zerstörten, waren sie ihnen nur militärisch überlegen, während aber die „zivilisierten“ Europäer noch auf primitiven Holzfeuer kochten, besaßen die „primitiven Wilden“ schon ein funktionstüchtiges Solarkraftwerk. Es funktionierte nach einem einfachen Prinzip: Auf einem, der Sonne stark ausgesetzten Hochplateau errichteten sie Behälter aus dunklem Material, die durch Quellen mit Wasser gefüllt wurden. Dieses leiteten sie dann ins Tal, wo der Palast des Herrschers stand, der es liebte in heißen Thermen zu lustwandeln. Er erhielt mit seinem „Kraftwerk“ völlig kostenlos und umweltfreundlich Energie von der Sonne, die er im Gegenzug als Gott verehrte. Was für ein Vorbild für unsere moderne Wissenschaft!

Heute versucht man allerdings eher die Sonnenenergie direkt in elektrischen Strom umzuwandeln. Das Problem dabei liegt allerdings darin, daß durch Wolken und Staub ein großer Teil der Strahlungsenergie der Sonne reflektiert wird. Dadurch sinkt die Effizienz der Solarzellen derart, daß Strom aus fossilen Energieträgern einfach billiger kommt, und es kommt eben hauptsächlich auf den Preis an, ob sich eine Erfindung durchsetzt oder nicht. Trotzdem wird die Solarenergie von vielen als Energie der Zukunft angesehen. In Sizilien wurde das erste europäische Sonnenkraftwerk gebaut, es folgten weitere wie zum Beispiel die Versuchsanlage am Loser. Vor allem Wüstengebiete und Hochgebirge bieten sich für solche Anlagen an, weil in diesen Regionen der Verlust an Strahlungsenergie durch die Atmosphäre besonders niedrig ist. Es genügt jedoch nicht, die Energie zu erzeugen, man muß sie auch speichern, um sie bei Bedarf, wie zum Beispiel beim Auto einsetzen zu können. Da aber die Speicherung in Batterien große Probleme aufwirft, forscht man daran, wie man mit Hilfe von Solarstrom einen Treibstoff gewinnen könnte. Der ohne Schadstoffe verbrennende Wasserstoff wäre eine Möglichkeit. Den Wissenschaftlern schwebt vor, daß die erdölproduzierenden Staaten, welche meistens in Wüstengebieten liegen als Ausgleich für die wegfallenden Ölexporte mit Solarstrom durch Elektrolyse Wasserstoff produzieren, und diesen dann an die Industriestaaten verkaufen. Leider wird auch dieses Modell eine Utopie bleiben, solange die Preise für fossile Brennstoffe nicht steigen.

Die Sonne treibt aber auch den Wind an, der in den Niederlanden und in den USA schon in größerem Ausmaß auf sogenannten Windfarmen genutzt wird. Allerdings ist diese Energieform nur in eingeschränktem Maße konkurrenzfähig, da sie nur in sehr windigen Gebieten effizient arbeiten.

Ebenfalls von einem Himmelskörper beziehen die Meere die Energie um mit den Gezeiten riesige Wassermassen zu bewegen. In Frankreich wird bereits ein solches Gezeitenkraftwerk getestet. Aus ihrer Frühgeschichte besitzt die Erde noch ein Relikt, das uns bei der Lösung unseres Energieproblems nützlich sein kann: Im inneren der Erde herrschen Temperaturen von mehreren 1000°C. Vor allem in vulkanisch aktiven Gebieten wie Island nutzt man schon heute die zutage tretenden heißen Quellen. Auch in der südlichen Steiermark und im Burgenland werden Thermalbäder mit Erdwärme beheizt.

Diese Anlagen sind wie schon erwähnt noch zu teuer im Betrieb, doch nach der Jahrtausendwende werden sie vielleicht die fossilen Energieträger ablösen, vorausgesetzt das Problem homo sapiens hat sich bis dahin nicht schon von selbst gelöst.

Philipp Lang & Clemens Unterberger proudly present :

Ein Thesenblatt zu ihrem Referat  
**Energiehaushalt der Erde und der Menschheit™**

**Die Solarkonstante:**

Die Erde bezieht den Großteil ihrer Energie von der *Sonne* in Form von *Strahlung*. Durch ein einfaches Experiment kann man die sogenannte *Solarkonstante*, die 1,4 kW/m<sup>2</sup> und Sekunde beträgt berechnen. Auf der Erdoberfläche ergibt sich ein Wert zwischen 400 und 800 kW/m<sup>2</sup>. Ein Großteil der Energie wird direkt ins All zurückgestrahlt, während ein kleinerer Teil auf der Erde von Pflanzen aufgenommen wird.

Die *Ozeane* regulieren das Klima der Erde indem sie im Sommer Energie speichern die sie im Winter wieder abgeben. Durch Naturkatastrophen wie Vulkanausbrüche und erhöhten Ausstoß von *Treibhausgasen* bedingte Klimaänderungen können vom Ozean verlangsamt, aber wahrscheinlich nicht verhindert werden.

**Probleme, die fossile Energieträger aufwerfen**

Der Energiebedarf des Menschen hat sich im Laufe seiner Entwicklung vervielfacht. Das bedeutet eine übermäßige Beanspruchung der Umwelt, da in wenigen Jahren jene Menge an CO<sub>2</sub> frei wird, die Pflanzen im Laufe der Jahrtausende in *fossilen Brennstoffen* gespeichert haben. Außerdem ist es nur eine Frage der Zeit, bis diese Reserven zu Ende gehen:

<b>Statistische Lebensdauer nach Club of Rome</b>	
<i>Erdöl:</i>	43 Jahre (bei Erschließung derzeit unrentabler Quellen ca. 100 Jahre)
<i>Erdgas:</i>	68 Jahre
<i>Braunkohle</i>	210 Jahre
<i>Steinkohle</i>	180 Jahre

**Alternative Energiequellen:**

**Kernenergie**

Die in den 60er und 70er Jahren propagierte Kernenergie hat durch Unfälle wie Tschernobyl in den letzten Jahren ihren Ruf als sauberer Energieträger verloren. Außerdem ist auch Uran ein begrenzter Rohstoff.

<b>Anzahl der Kernreaktoren in einzelnen Industrieländern</b>					
<i>USA:</i>	320	<i>Deutschland</i>	63	<i>Japan</i>	38
<i>Großbritannien</i>	65	<i>Frankreich</i>	38	<i>Kanada</i>	33

**Die Sonne als Energieträger - die Kernfusion.**

Im Kern der Sonne verschmelzen schwere Wasserstoffkerne zu *Helium* und setzen dabei ungeheure Energien frei. Bis vor kurzer Zeit unterstützte die EU die teure Forschungsarbeit am ehrgeizigen Projekt Fusionskraftwerk, allerdings beschlossen die europäischen Staaten vor kurzem, wohl unter dem Druck der *Öllobby* aus diesem Projekt auszusteigen.

**Sonnenenergie** direkt in elektrischen Strom umzuwandeln, das könnte die Erde vor dem Klimakollaps retten! Das Problem liegt darin, daß die Effizienz der *Solarzellen* noch zu niedrig ist, und es kommt eben hauptsächlich auf den Preis an, ob sich eine Erfindung durchsetzt oder nicht. Trotzdem wird die Solarenergie von vielen als Energie der Zukunft angesehen. Vor allem *Wüstengebiete* und *Hochgebirge* bieten sich für solche Anlagen an,

weil in diesen Regionen der Verlust an Strahlungsenergie durch die Atmosphäre besonders niedrig ist.. Der ohne Schadstoffe verbrennende **Wasserstoff** wäre eine Möglichkeit die elektrische Energie zu speichern und zu transportieren.

**Weitere Alternativenergien:** *Windfarmen* (USA, Norddeutschland, Niederlande)  
*Gezeitenkraftwerke* (Versuchsanlage in Frankreich)  
*Erdwärme* (Vulkanische Gebiete; z.B. Island)  
*Aufwindkraftwerke, Biomasse*  
und kurzfristig: **Energiesparen!**