

# Energienutzung und Bevölkerungswachstum

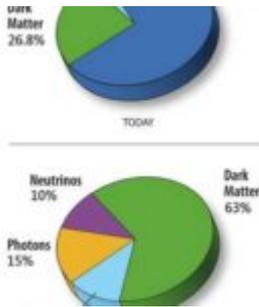
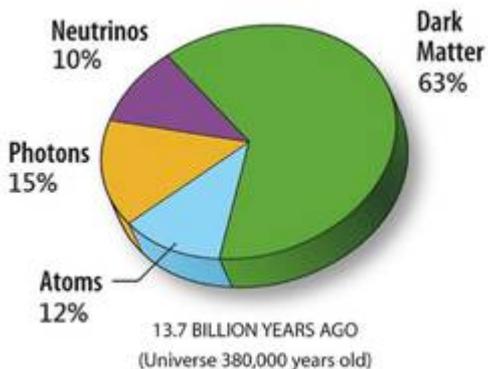
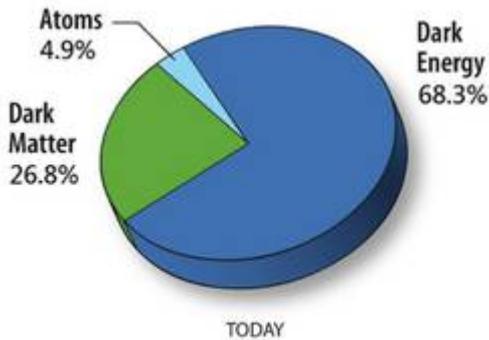


Bild rechts: Die die uns am nächsten gelegene, größere Galaxie Andromeda

13,81 Milliarden Jahre nach dem Urknall, wissen wir, wie die neuesten Messungen der Europäischen Raumsonde Planck zeigen, dass das Universum zu 68,3 Prozent aus ominöser dunkler Energie (die die Ausdehnung des Alls seit sechs Milliarden Jahren beschleunigt), aus 26,8 Prozent dunkler Materie (vermutlich unbekannte Elementarteilchen, die nicht elektromagnetisch wechselwirken) und lediglich aus 4,9 Prozent gewöhnlicher Materie (Protonen, Neutronen und Elektronen) besteht und die allgemeine Relativitätstheorie von Einstein in diesem Universum gilt. Nur über diesen winzigen Anteil von 4,9 %, aus dem wir selbst bestehen, wissen wir etwas Bescheid; das Gros des Universums ist rätselhaft.

Die allgemeine Relativitätstheorie erweitert die [spezielle Relativitätstheorie](#) und geht für hinreichend kleine Gebiete der Raumzeit in diese über. Außerdem kann sie als eine Erweiterung des [newtonschen Gravitationsgesetzes](#) verstanden werden, weil sie dieses im Grenzfall von hinreichend kleinen Massendichten und Geschwindigkeiten liefert. Die [einsteinschen Feldgleichungen](#) stellen einen Zusammenhang zwischen einigen Krümmungseigenschaften der Raumzeit und dem [Energie-Impuls-Tensor](#) her, der die lokale [Massendichte](#) beziehungsweise über die [Energiedichte](#) enthält und damit die relevanten Eigenschaften der Materie charakterisiert. Im Energie-Impuls-Tensor wird berücksichtigt, dass Masse und [Energie](#) äquivalent sind; d. h., jede Form der Energie induziert [schwere Masse](#). Der Energie-Impuls-Tensor beinhaltet neben der Massen-Energiedichte (Masse bzw. Energie pro Raumvolumen) weitere Energieformen (z. B. den [Druck](#), den ein [Strahlungsfeld](#) ausüben kann). Eine Änderung des Energie-Impuls-Tensors, d. h. eine Änderung der durch ihn beschriebenen Energieverteilungen, hat somit eine Änderung der Struktur der Raumzeit in der Umgebung dieser Energieverteilung zur Folge. Die Struktur der Krümmung der Raumzeit (d. h. des [Raumes](#) als auch der [Zeit](#)) beeinflusst wiederum die dort befindliche Materie, d. h., Energie, Raum und Zeit stehen in direkter Wechselwirkung. Diese Beeinflussung der Materie, die von den Krümmungen von Raum und Zeit ausgehen, ist im Rahmen unserer Erfahrungswelt nichts anderes als die Gravitation.



Das Alter der Sonne und der Erde wird auf 4,57 Milliarden Jahre geschätzt. Das Leben begann vor ca. 3,5 Milliarden Jahren. Nach der Theorie der biologischen Evolution entwickelten sich im Laufe von Milliarden Jahren aus vergleichsweise einfachen Lebensformen immer komplexere Lebewesen, bis der Mensch in den letzten 100.000 Jahren auf der Erde erschien.

Im Inneren unserer Sonne herrschen Temperaturen von ca. 15 Millionen °C an ihrer Oberfläche etwa 5500°C. Sie besteht zur Zeit aus 70% Wasserstoff und 28% Helium. Der Rest setzt sich aus schwereren Elementen bis zum Eisen zusammen. Diese Verhältnisse ändern sich langsam, weil die Sonne im Kern durch Fusion Wasserstoff in Helium umwandelt. In jeder Sekunde werden etwa 564.000.000 Tonnen Wasserstoff in 560.000.000 Tonnen Helium fusioniert. Dabei gehen in jeder Sekunde 4 Millionen Tonnen Masse verloren, die sich in Energie umwandelt und nach der Einsteinschen Beziehung:

$$E = mc^2$$

Eine Strahlungsleistung von 386 Trillionen Megawatt erzeugen, die seit ca. 4 Milliarden Jahren die wesentliche Energiequelle der Erde ist und die uns noch Milliarden Jahre zur Verfügung stehen wird. Allerdings mit einer geringen Energiedichte von ca. 1kW/m<sup>2</sup>

Doch die Erde hat während ihrer Entstehungsgeschichte noch andere Energiequellen zu bieten Kohle, Öl und Gasvorkommen, bei denen man heute zunehmend unsicherer wird, ob sie fossilen, biogen Ursprung oder rein chemisch, abiotisch entstanden sind und natürlich die Kernbrennstoffe.

An der fossilen oder „biogenen“ Betrachtungsweise halten auch die wichtigsten Verbände der deutschen Chemie fest.

Steinkohle ist demnach aus Braunkohle entstanden, diese aus Torf, dieser aus abgestorbenen Bäumen, die in Sumpfgeländen versanken und dann unter Luftabschluss verrotteten.

Diese Theorie führt zwangsläufig zu der strategischen Aussage einer Endlichkeit fossiler Rohstoffe mit all ihren Folgen für die Menschen und letztendlich zu der Feststellung, dass diese Rohstoffe viel zu schade sind, um schnöde verbrannt zu werden.

Mit der „ abiotischen“ Betrachtungsweise ist diese Gefahr gebannt. Diese nun nicht mehr fossilen Rohstoffe bilden sich in der Erdkruste ständig neu, sie füllen leere Reservoirs auf, wurden und werden durch tektonische Bewegungen an die Erdoberfläche transportiert. Man muss sie nur finden.

Kernbrennstoffe Uran und Thorium sind gegenüber landläufigen Aussagen in so großen Mengen in der Erdkruste und im Meer enthalten, dass sie bei gegenwärtigem Bedarf für ca. 5000 Jahre ausreichen. Falls Fusionsreaktoren in Betracht gezogen werden, und das wird in einigen Jahrzehnten sicher der Fall sein, kann durch die Kernenergie eine unbegrenzte Energieversorgung der Menschheit sichergestellt werden.

Bei genauerer Betrachtung muss die Menschheit keine Angst vor Energiemangel haben. Es müssen nur die politischen Weichenstellungen richtig sein.

(Kohlendioxid ist überall vorhanden und das einfachste Alkan, Methan, der Hauptbestandteil von Erdgas entsteht u.a. heute ständig auf dem Meeresgrund in der Nähe von hydrothermalen Schloten. Unter hohen Temperaturen und Drücken und im Erdinneren vorhandenen Katalysatoren können daraus entsprechend dem Fischer Tropsch – Verfahren höherwertige Kohlenwasserstoffe entstehen. Höhere KWS sind bei Temperaturen oberhalb von etwa 150°C nur stabil, wenn sie unter hohem Druck stehen. Im Erdmantel ist das noch der Fall. Fällt bei hohen Temperaturen der Druck ab, zerfallen diese KWS in Kohlenstoff und Methan. Tatsächlich werden oberhalb von Gas- und Ölvorkommen oft Steinkohlelager gefunden, oder – umgekehrt betrachtet – unterhalb von Steinkohle Öl und Gas. Steinkohle enthält große Mengen an Methan.)

Der Zugriff des Menschen auf Energiesysteme setzt die Rahmenbedingungen, unter denen sich gesellschaftliche, ökonomische oder kulturelle Strukturen bilden konnten und können und bestimmt die Grundzüge einer Gesellschaft.

Die Zivilisationsgeschichte der Menschheit kann entsprechend der Nutzung der Energiesysteme in drei Abschnitte aufgeteilt werden.

Der erste dieser Abschnitte war das Zeitalter der Jäger und Sammler. Es überdeckte die meiste Zeit menschlicher Existenz. In dieser Zeit deckte der Mensch seinen Energiebedarf in Form von Nahrung und Brennholz unmittelbar aus den solaren Energieflüssen und der von ihnen produzierten Biomasse.

Dieser Bedarf pro Kopf und Jahr betrug ca. 2,5 GJ für den einfachen Sammler pflanzlicher Nahrung während der 600.000 Jahre vor der Beherrschung des Feuers und 7,5 GJ für den Jäger und Sammler mit heimischem Herd vor 100.000 Jahren. Wo die Menschen in Wäldern und von der Jagd lebten, erlaubte das

Nahrungsmittelangebot üblicherweise höchstens 10 Menschen pro km<sup>2</sup>.

Darauf folgte das Zeitalter der Bauern und Handwerker mit rund 10.000-jähriger Dauer, in dem der Energiebedarf auf ca. 20 GJ für den einfachen Bauern und 40 GJ für die Mitglieder der hochzivilisierten mittelalterlichen Agrargesellschaften, in denen die Handwerker das Feuer in immer größerem Maße technisch, insbesondere zur Metallverarbeitung nutzten.

Dieses Zeitalter wurde vor ca. 200 Jahren vom gegenwärtigen Industriezeitalter abgelöst mit weiter steigendem Energieverbrauch. 2003 lag der pro Kopf und Tag Energieverbrauch in Nordamerika bei 270 GJ in Europa bei 140 GJ. Deutschland hatte einen Bedarf von 180 GJ. China und Südamerika lagen bei ca. 40 GJ und Indien bei ca. 25 GJ.

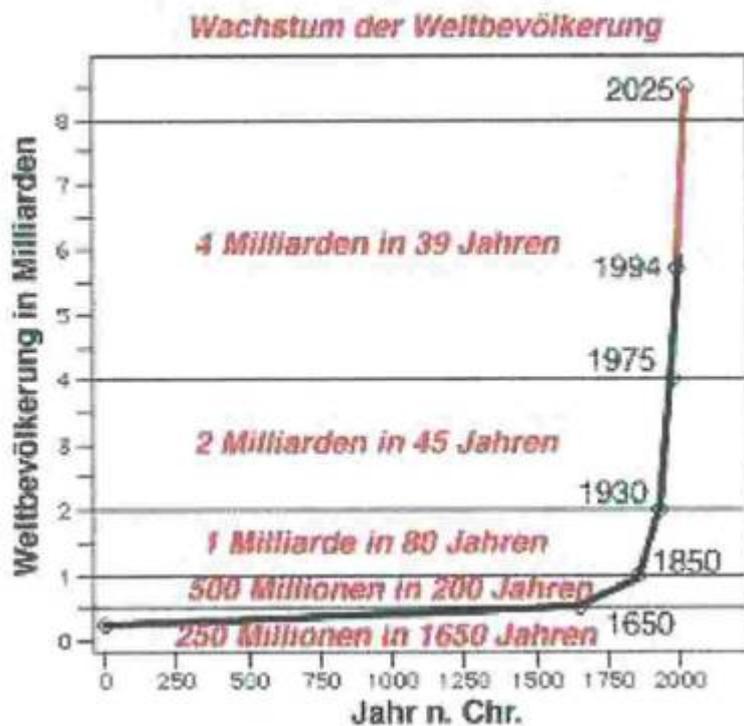
In der ersten Phase bis vor etwa 10.000 Jahren lebten weltweit etwa 5-10 Millionen Menschen. Diese Zahl wuchs auf ca. 250 Millionen vor etwa 2000 Jahren und stieg bis zum Jahr 1650 auf etwa 500 Millionen Menschen weltweit.

In dieser Periode wurde der Wärmebedarf zum Kochen, zum Erwärmen der Häuser und der Herstellung von Ziegeln sowie zum Schmelzen und Bearbeiten von Metallen mit Biomasse gedeckt. Neben Pflanzenresten wie Stroh (18,5 MJ/Kg) dienten auch tierische Exkremate als Brennstoff. Weitaus wichtigster Brennstoff war aber Holz (20 MJ/Kg). Der Energieverbrauch einer vorindustriellen Stadt wird je nach Klima und vorhandenem Handwerk auf 10 bis 30 W/m<sup>2</sup> geschätzt, um diesen Bedarf nachhaltig mit Holz zu decken war mindestens die 50 bis 150 fache Fläche der Stadt erforderlich. Holz diente auch als Baustoff für Häuser und die zunehmend gebauten Segelschiffe (ein hochseetaugliches Schiff benötigte bis zu 3000 Eichen). So kam es immer wieder zu Holzmangel- vor allem als das Schmelzen von Eisen zunahm. Zur Produktion von 1 Tonne Eisen brauchte man etwa 1.000 Tonnen Holz. Der Waldbestand in Europa ging bis 1600 auf etwa 20% seiner ursprünglichen Fläche zurück. In dieser Zeit hätte sich niemand vorstellen können, dass die Erdbevölkerung einmal auf 7 Milliarden Menschen wachsen würde und dass sich diese einen höheren pro Kopf Energieverbrauch von 70 GJ gegenüber 40 GJ pro Jahr leisten könnten.

Der Holzmangel führte schließlich dazu, dass der Mensch gezwungen wurde auf Kohle zur Energieerzeugung umzusteigen. Ein unfreiwilliger Schritt in die Nutzung von Materialien höherer Energiedichte, mit zwangsläufig nötigen Veränderungen der Handhabung dieser neuen Technik.

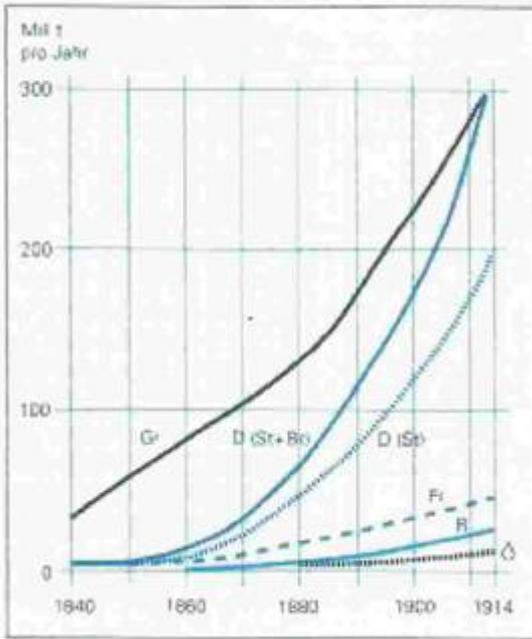
Entscheidend beeinflusst wurde die Entwicklung durch die Erfindung der Dampfmaschine, deren erster verwendbarer Typ auf das Jahr 1712 und auf Thomas Newcomen zurückgeht. Obwohl sie nur einen Wirkungsgrad von 0,5% hatte, hat sie den Einsatz von Kohle mit einer um den Faktor 2 höheren Energiedichte gegenüber Holz als Energiequelle maßgeblich beeinflusst. Da nun das Wasser auch aus tieferen Gruben abgepumpt werden konnte, wurde Kohle auch aus tieferen Schichten geborgen. Kohle beschleunigte also den Kohleverbrauch. Die Verbesserungen von James Watt brachten den Wirkungsgrad auf 3%. Die Dampfmaschine setzte sich Anfang des 18. Jahrhunderts nun zunehmend als stationäre und mobile Energiequelle durch und bildete die Grundlage der industriellen Revolution.

Der Kohleverbrauch stieg schnell von 10 Millionen Tonnen im Jahr 1800 über 76 Millionen Tonnen im Jahr 1850 auf 760 Millionen Tonnen ( 23 EJ) im Jahr 1900. Kohle deckte 90% des weltweiten Energiebedarfs. Ab 1910 folgten auf Grund seiner gegenüber Kohle höheren Energiedichte Erdöl und ab 1930 auch Erdgas. Seit 1970 gewinnt auch die Kernkraft an Bedeutung.



Die Weltbevölkerung erreichte 1850 die 1 Milliarden Grenze

Die Kohleförderung war im Wesentlichen auf die europäischen Länder begrenzt, erst ab dem Jahr 1890 wurde Kohle auch in den USA zum wichtigsten Brennstoff. Kurz vor dem ersten Weltkrieg hatte Deutschland das bisher führende England in der Kohleförderung eingeholt. Ein Grund zum Eintritt Englands in den 1. Weltkrieg?



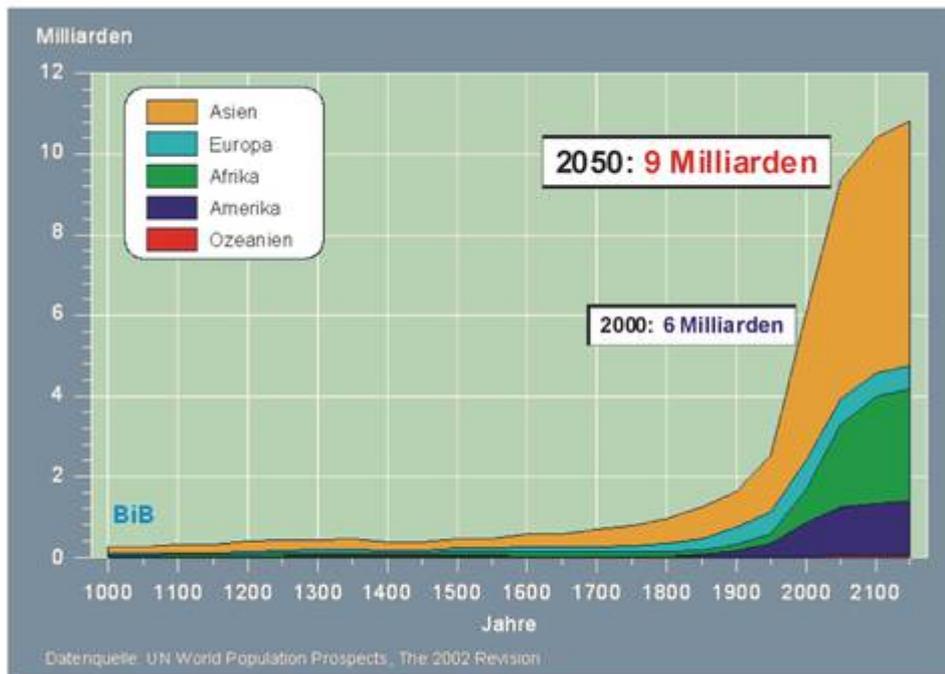
b | Kohleförderung europäischer Länder

Der Energieverbrauch stieg laufend weiter und erreichte 1990 einen Wert von 300EJ:



Im Jahr 2010 hatte er schon 500 EJ erreicht und wird bis 2040 nochmals um 56% steigen, wie die Internationale Energie Agentur prognostiziert hat. Dann werden ca. 800 EJ verbraucht.

Die Weltbevölkerung stieg von 1 Mrd. im Jahr 1850 auf 4 Mrd. im Jahr 1975 und wird 2040 eine Zahl um die 9 Mrd. erreichen. Dann werden ca. 5 Mrd. Menschen in Asien und 2,5 Mrd. Menschen in Afrika leben. Europa wird in seiner Bevölkerungszahl stabil bleiben. Das Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung zeigt in seiner Darstellung zwar eine Verlangsamung der Wachstumsgeschwindigkeit. Doch ein weiterer Zuwachs der Weltbevölkerung, der im Wesentlichen in Asien und Afrika stattfindet, wird auch in dieser Untersuchung prognostiziert. Im Jahr 2100 werden danach fast 11 Mrd. Menschen die Erde bevölkern. Es gibt auch Studien, die von 16 Mrd. Menschen ausgehen.



BQuelle: Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung (BiB): Bevölkerung - FAKTEN - TRENDS - URSACHEN - ERWARTUNGEN (2004), Abb. 33, p.74

Interessant ist nun eine Gegenüberstellung von Weltenenergieumsatz und Bevölkerungswachstum.



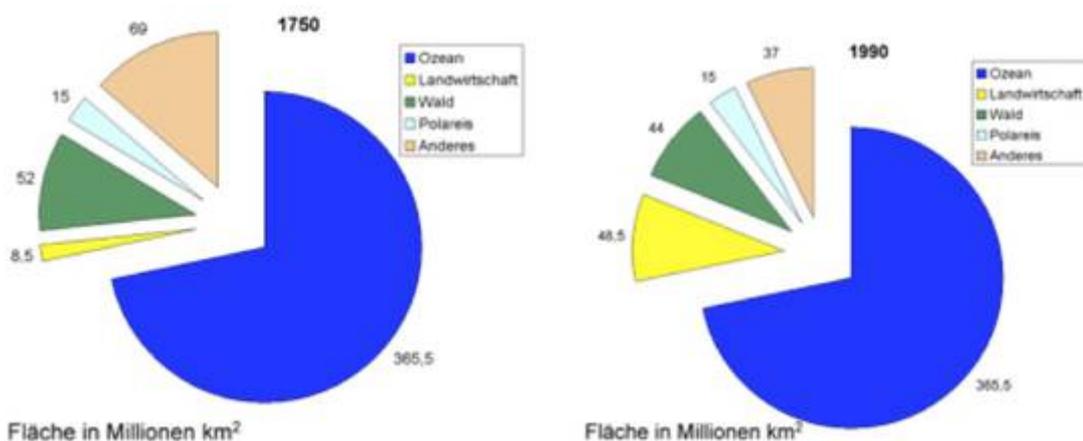
Da sich sowohl das Bevölkerungswachstum auf der Erde kaum steuern lässt, als auch das Streben der Menschen nach Wohlstand und Lebensverbesserung eine Grundhaltung ist, kann von einem überproportionalen Anstieg des pro Kopf-Energieverbrauchs in Asien und Afrika in den nächsten Jahrzehnten ausgegangen werden. Wenn diese Menschen auch nur den Verbrauch von Europa beanspruchen liefert eine Abschätzung für die 7,5 Mrd. Menschen in Asien und Afrika einen Verbrauch von 750 EJ zusätzlich. Wir lägen dann bereits bei 1250 EJ. Rechnen wir mit 16 Mrd. Menschen und einem Verbrauch von Europa, so würde die Erdbevölkerung 2250 EJ benötigen.

Exxon Mobil prognostiziert einen Anstieg von heute 11 Mrd Tonnen Öläquivalenten auf 17 Mrd Tonnen im Jahr 2030, also auch einen Anstieg von 55%. Dabei werden Öl und Gas die wichtigsten Energieträger mit ca. 60% sein.

Kohle wird auf 20% absinken und der nicht fossilen Energieträger wird bei ca. 20% liegen. Fossile Energieträger werden dann immer noch ca. 80% des Weltenergieverbrauchs liefern.

Von diesen 20% wird der überwiegende Teil aus erneuerbaren Energien (hier vorwiegend aus Biomasse und Müllverbrennung) und aus der Kernkraft stammen. Wind und Solarenergie werden zusammen nur einen Betrag von unter 1% liefern können. Die Kernenergie wird bei ca. 10% liegen.

Reicht das zur Versorgung der Menschen. Der Club of Rome sagt nein, er prognostiziert eine optimale Erdbevölkerung von maximal 2 Mrd. Menschen.



Ausgehend von den 90 Mio. km<sup>2</sup> Ackerfläche und Wald auf der Erde, bedeutet das eine Bevölkerungsdichte von 20 Menschen pro km<sup>2</sup> also Werte aus der Vorgeschichte der Menschen, als diese nur vom Jagen und Sammeln lebte.

Dieser Vorschlag hat zwar für viel internationale Aufmerksamkeit gesorgt, stellt aber nicht mehr als eine fragwürdiges Gedankengebäude dar. Es gibt andere Lösungen für die Menschheit als den Rückweg zu den Ursprüngen in der Vorgeschichte.

Was soll mit den schon überzähligen 5 Mrd. Menschen auf der Welt geschehen und warum nutzen wir nicht Energiequellen, die uns zur Verfügung stehen?

Die Menschheit hat über Jahrtausende nur chemische Energie verschiedener Energieflußdichte genutzt. Zuerst war die Verbrennung von Holz und Torf, dann von Kohle, Öl und Gas und jedesmal wurden schrittweise höhere Energiedichte der Materialien und angepasste Verfahren genutzt und damit eine Verbesserung des Gemeinwohls der Bevölkerung erreicht. Eine Vergrößerung der Weltbevölkerung war die augenscheinliche Folge dieser Entwicklung. Dabei war die Steigerung der Energiedichte marginal. Der Übergang Torf auf höherwertige fossile Rohstoffe, die eine nur um den Faktor 2 höhere Energiedichte haben hat zu einer Zunahme der Weltbevölkerung um den Faktor 1000 geführt.

Was geschieht, wenn die Menschheit zur intensiven Nutzung der Kernenergie übergeht und Energiedichten nutzbar werden, die das 10.000 fache der

chemischen Energieträger betragen?

Die fragwürdige Diskussion über peak oil oder peak gas wäre ebenso obsolet wie die unsinnige Diskussion über eine menschengemachte Klimakatastrophe. Die Menschheit würde zur Energierzeugung keine fossilen Rohstoffe mehr benötigen und auf nuklearen Brennstoff übergehen, der für die nächsten 1000 Jahre sicher vorhanden ist. Vor allem wäre eine Verbesserung des Gemeinwohls für eine uneingeschränkt wachsende Erdbevölkerung sichergestellt.

Der überfällige nächste Schritt im Prozess der Evolution der Menschen ist die Gesellschaft der Kernspaltung und Kernfusion ausgehend von einer Gesellschaft der Holzverbrennung über eine kohlebasierte Ökonomie, gefolgt von Öl und Gas.

Erneuerbare Energien können diese Aufgabe nicht erfüllen. Sie stellen mit ihren geringen Energiedichten einen evolutionären Rückschritt dar.

Zum Glück ist Deutschland das einzige größere Land auf der Welt, das den Ausstieg aus der Kernenergie gesetzlich festgelegt hat. Aber mit einem Primärenergiebedarf von ca. 12 EJ im Jahr 2030 ist diese Außenseiterposition für die weltweite Entwicklung bedeutungslos. Deutschland schadet sich nur selbst.