Warum wir eine andere Energieversorgung brauchen

Joachim Nitsch, DLR Stuttgart, April 2002

Welche Kriterien muss eine nachhaltige Energieversorgung erfüllen ?

Die Ursprünge des Begriffes „Nachhaltigkeit“ liegen in der Energiekrise gegen Ende des 18. Jahrhunderts. Die deutsche Wirtschaft war damals auf den Wald als Rohstoff- und Energielieferant angewiesen. Um der Übernutzung des Waldes Einhalt zu gebieten und die Versorgungsbasis zu sichern, wurde in Deutschland eine auf langfristige Ressourcenerhaltung angelegte „nachhaltige“ Forstwirtschaft eingeführt. Seit etwa zwei Jahrzehnten prägt der Begriff erneut die Diskussionen, wenn es um einen schonenden Umgang mit unserer natürlichen Umwelt, um eine gerechte Verteilung des Wohlstands in der Welt und um eine humane Gestaltung der Lebensgrundlagen für alle Menschen geht. Nachhaltige Entwicklung umfasst also sowohl ökologische als auch ökonomische und soziale Aspekte, die stets gemeinsam und in ihrer Wechselwirkung betrachtet werden müssen. Versucht man dies für die Energieversorgung in einem Satz auszudrücken, so könnte die entsprechende Formulierung lauten :

„Energie soll ausreichend und - nach menschlichen Maßstäben - langandauernd so bereitgestellt werden, dass möglichst alle Menschen jetzt und in Zukunft die Chance für ein menschenwürdiges Leben haben, und in die Wandlungsprozesse nicht rückführbare Stoffe sollen so deponiert werden, dass die Lebensgrundlagen der Menschen jetzt und zukünftig nicht zerstört werden“

Daraus lassen sich konkrete Leitlinien definieren, die als generelle Orientierung für die im Energiesektor handelnden Akteure und für die Entwicklung energiepolitischer Handlungsstrategien dienen können. Gemäß dem Verständnis von Nachhaltigkeit sind diese Leitlinien als Gesamtheit zu betrachten. Jede Leitlinie gilt also nur in den Grenzen aller anderen. Gleichzeitig aber sind sie als Mindestanforderungen einer nachhaltigen Entwicklung zu verstehen, die erfüllt werden müssen, wenn unsere Energieversorgung zukunftsfähig sein soll. Die Leitlinien lauten [HGF 2001]:

(1) Zugang und Verteilungsgerechtigkeit für alle: Für alle Menschen sind vergleichbare Chancen des Zugangs zu Energieressourcen und zu Energiedienstleistungen zu gewährleisten.

(2) Ressourcenschonung: Kommenden Generationen ist die Nutzungsmöglichkeit für die verschiedenen Energieressourcen offen zu halten oder es müssen vergleichbare Optionen der Bereitstellung von Energiedienstleistungen geschaffen werden. Neben den Energieressourcen selbst muss dies auch für nichtenergetische Ressourcen gelten, die im Zusammenhang mit der Förderung, Umwandlung und Nutzung von Energie verbraucht werden.

(3) Umwelt-, Klima- und Gesundheitsverträglichkeit: Die Anpassungs- und Regenerationsfähigkeiten natürlicher Systeme (der „Umwelt“) dürfen durch energiebedingte Emissionen und Abfälle nicht überschritten werden. Gefahren für die menschliche Gesundheit – etwa durch Akkumulation problematischer Schadstoffe – sind zu vermeiden.

(4) Soziale Verträglichkeit: Bei der Gestaltung von Energieversorgungssystemen ist zu gewährleisten, dass allen Betroffenen die Teilhabe an den jeweiligen Entscheidungsprozessen möglich ist. Die Handlungs- und Gestaltungsspielräume von wirtschaftlichen Akteuren bzw. von Gemeinwesen dürfen durch diese Systeme nicht eingeengt werden, sondern sind möglichst zu erweitern.

(5) Risikoarmut und Fehlertoleranz: Bei allen technisch bestimmten Prozessen sind Risiken unvermeidbar, so auch bei der Energieerzeugung und –nutzung. Sie sind aber grundsätzlich zu minimieren sowie in ihrer räumlichen und zeitlichen Ausdehnung zu begrenzen. Hierbei sind auch fehlerhaftes Verhalten, unsachgemäße Handhabung, mutwillige Zerstörung und Missbrauchsmöglichkeiten zu berücksichtigen.

(6) Umfassende Wirtschaftlichkeit: Energiedienstleistungen sollen - in Relation zu anderen Kosten des Wirtschaftens und des Konsums – zu vertretbaren Kosten bereitgestellt werden. Das Kriterium der „Vertretbarkeit" bezieht sich dabei zum einen auf die reinen betriebswirtschaftlichen, im Zusammenhang mit der Energieerzeugung oder -nutzung entstehenden Kosten, zum anderen bezieht es auch die Inanspruchnahme weiterer Produktionsfaktoren wie Arbeit und natürliche Ressourcen mit ein, also auch die externen ökologischen und sozialen Kosten, soweit diese ermittelt werden können.

(7) Bedarfsgerechte Nutzungsmöglichkeit und dauerhafte Versorgungssicherheit: Die zur Befriedigung von Bedürfnissen erforderliche Energie muss dauerhaft, in ausreichender Menge und zeitlich und räumlich bedarfsgerecht zur Verfügung stehen. Hierzu ist eine ausreichende räumliche und auf Energieträger bezogene Diversifizierung der Energiequellen anzustreben, um auf unvorhersehbare Krisen reagieren zu können und um Handlungsspielräume für die Zukunft zu erhalten oder zu vergrößern. Ebenso sind leistungsfähige Versorgungsstrukturen zu schaffen und in Stand zu halten, die sich gut in Siedlungsstrukturen einpassen lassen.

(8) Internationale Kooperation: Die Gestaltung der Energiesysteme auf der internationalen Ebene soll Destabilisierungstendenzen und etwaige durch den Mangel an Ressourcen bedingte Konfliktpotentiale vermeiden und die friedliche Kooperation der Staaten fördern. Generell sind bi- und multilaterale Kooperationen bei Gestaltung und Betrieb von Energiesystemen anzustreben.

Welche Defizite der heutigen Energieversorgung müssen beseitigt bzw. gemildert werden ?

Diese Handlungsgrundsätze verlangen ein neues Verständnis von Fortschritt und Entwicklung, insbesondere in den hochindustrialisierten Gesellschaften und damit auch in Deutschland. Ungeachtet des im internationalen Vergleich durchaus fortgeschrittenen Standes der deutschen Umweltpolitik in bestimmten Bereichen, wie z.B. im Gewässerschutz oder bei der schadstoffarmen Elektrizitätserzeugung, ist auch Deutschland heute noch weit von einer nachhaltigen Entwicklung entfernt.

Misst man die heutige Energieversorgung an diesen Leitlinien, so lassen sich daran vier wesentlichsten Defizite erkennen, die einem Einschwenken auf den Nachhaltigkeitspfad derzeit im Wege stehen. Das Ausmaß dieser Nachhaltigkeitsdefizite und die Dringlichkeit ihrer Beseitigung oder Verringerung werden in der energiepolitischen Diskussion zwar immer noch sehr unterschiedlich bewertet, jedoch lassen sich auch Gemeinsamkeiten und Konsensbereiche feststellen.

1. Übermäßiger Verbrauch begrenzter Energieressourcen - Wann werden Erdöl und Erdgas knapp ?

Der Weltenergieverbrauch betrug 1998 rund 400 EJ/a (Exajoule). Nahezu 90% der kommerziellen Weltenergieversorgung basiert auf fossilen Energieträgern; Kernenergie trägt mit 7% zur Deckung des Bedarfs bei, und erneuerbare Energien haben einen nur geringen Anteil von 4%.[1] Hinzu kommt noch die Nutzung von Biomasse, die in Form von nicht nachhaltiger Brennholznutzung in vielen wenig entwickelten Ländern nicht kommerziell gehandelt wird; ihr hier nicht eingerechneter Anteil würde weiteren 10% entsprechen. Sowohl die weltweite als auch die deutsche Energieversorgung stützen sich also überwiegend auf den Verbrauch endlicher, nicht erneuerbarer Energieträger. Die Frage nach den Reserven, den Ressourcen und den Reichweiten endlicher Energieträger gewinnt daher eine zentrale Bedeutung.

Bei den Reserven handelt es sich um jene Energiemengen, die sicher nachgewiesen sind und mit den heutigen technischen Möglichkeiten wirtschaftlich abbaubar sind; Ressourcen sind dagegen Mengen, die entweder geologisch nachgewiesen, aber derzeit nicht wirtschaftlich förderbar sind oder Mengen die nicht nachgewiesen sind, jedoch aus geologischen Gründen in dem betreffenden Gebiet erwartet werden können. Die Reserven betragen derzeit 36.200 EJ, was etwa dem Neunzigfachen des derzeitigen Weltenergieverbrauchs entspricht (Bild 1). Die Zahlenangaben zu den Ressourcen sind im Vergleich zu den Reserven deutlich unsicherer. Kohle macht nahezu die Hälfte dieser Reserven aus, während konventionelles Erdöl nur ein Sechstel der gesamten Reserven darstellt. Vergleicht man dies mit der großen gegenwärtigen Bedeutung des Erdöls mit einem Anteil von 35% an der globalen Energieversorgung, so ist deutlich zu erkennen, dass insbesondere Erdöl im Verhältnis zu anderen fossilen Energieträgern übermäßig ausgebeutet wird.

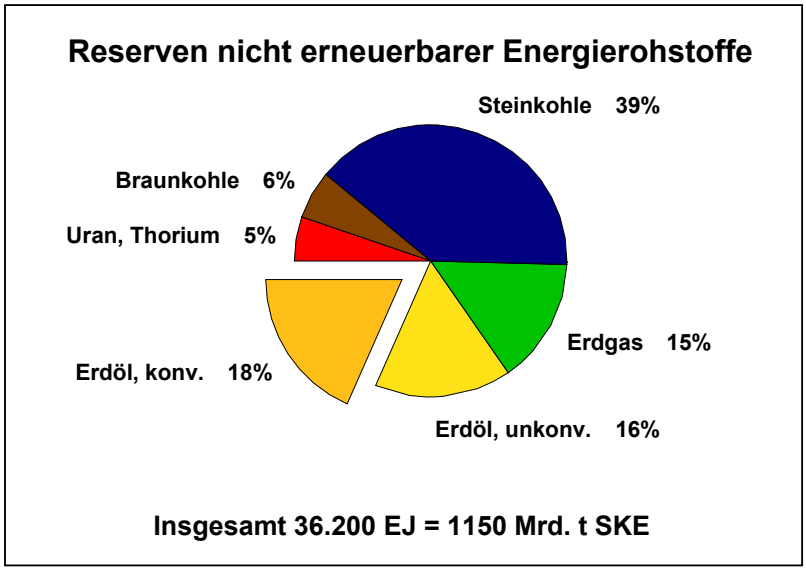

Bild 1: Menge und Aufteilung der fossilen Energiereserven (Quelle: BGR, 1998)

[1] Zu beachten ist, dass in den Energiestatistiken Strom aus Wasser, Wind und Sonnenstrahlung im Verhältnis 1:1 als Primärenergie angesetzt werden, Strom aus Kernenergie wird dagegen im Verhältnis 3:1 in (thermische) Primärenergie umgerechnet. An der weltweiten Stromerzeugung in Höhe von 14.500 TWh/a (1998) haben erneuerbare Energien einen Anteil von 19%; die Kernenergie von 17%.

Dies spiegelt sich auch in den statischen Reichweiten dieser Energien wider. Darunter ist die Zeitdauer zu verstehen, in der die Reserven bei ihrem jeweiligen gegenwärtigen Verbrauch erschöpft sein werden. Konventionelles Erdöl hat mit 42 Jahren die geringste Reichweite, bezieht man unkonventionelles Erdöl mit ein – also Schweröle, Ölsand und Ölschiefer – so liegt die statische Reichweite bei 81 Jahren. Erdgas reicht bei gleichbleibendem Verbrauch ca. 65 Jahre, während uns Steinkohle noch 165 Jahre und Braunkohle über 200 Jahre zur Verfügung stehen. Auch Uran reicht bei einer Nutzung in Leichtwasserreaktoren und ohne Aufbereitung der Kernbrennstoffe nur noch knapp 40 Jahre (Bild 2).

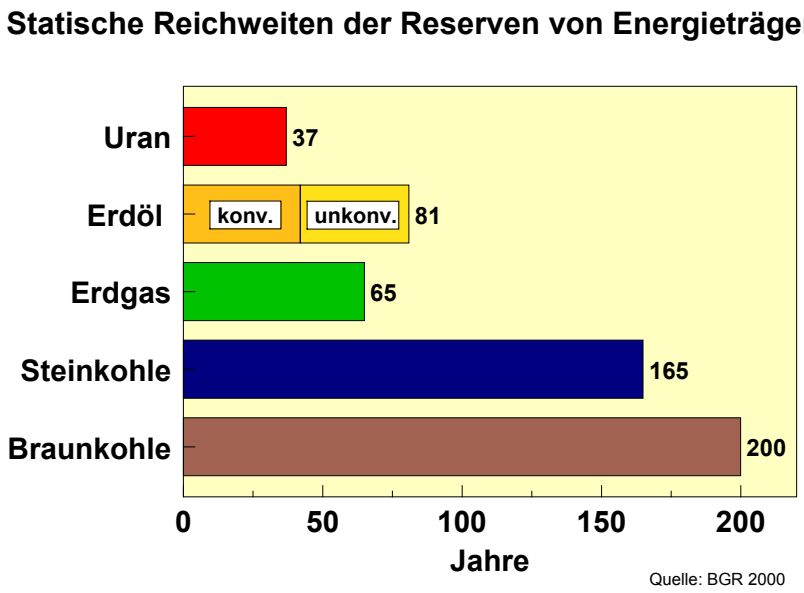

Bild 2: Reichweiten fossiler Energiereserven bezogen auf den gegenwärtigen jährlichen Verbrauch (Quelle: BGR, 1998)

Aus der Sicht des Einzelnen mögen diese Zeiträume wenig besorgniserregend erscheinen, da die Reserven voraussichtlich nicht innerhalb seiner Lebenszeit erschöpft sein werden. Eine solche Betrachtung lässt aber zweierlei außer Acht:

- Zum einen wird das weltweite Fördermaximum für Erdöl – der sog. „mid-depletion point“ - bereits in 15 bis 25 Jahren erwartet. Spätestens dann dürften deutliche Preissteigerungen beim Rohöl auftreten. Erdgas allein kann die Deckungslücke nicht übernehmen und die Reserven an unkonventionellem Öl sind allemal teurer. Die Reserven an Erdöl und Erdgas sind zudem sehr ungleichmäßig über den Globus verteilt. Über 70% der Erdölreserven und über 65% der Erdgasreserven befinden sich innerhalb einer „strategischen Ellipse“ von Ländern, die von Saudi-Arabien im Süden über Irak und Iran bis in den Norden Russlands reicht. Nimmt man beide Tatsachen zusammen, so wird klar, welche brisante Versorgungssituation in absehbarer Zeit auf den „energiehungrige Westen“ zukommen kann. Der gesicherte Zugang zu preisgünstigen Energieressourcen ist für die Industrieländer schon heute von so großer Bedeutung, dass er zur Entstehung und Vertiefung einer Vielzahl politisch oder sogar militärisch ausgetragener Konflikte beiträgt. Beispiele aus der jüngeren Vergangenheit sind die Kriege in Armenien (Transitland für eine geplante Erdölpipeline), Irak (Erdölquellen) und Nigeria (Erhaltung der Förderkonzessionen).

- Die intragenerative Gerechtigkeit, also die gerechte Verteilung der Ressourcen zwischen heutigen und zukünftigen Generationen – ein wichtiges Prinzip der Nachhaltigkeit – wird ignoriert. Selbst wenn heutige Generationen zu dem Schluss kommen sollten, dass trotz der Ausbeutung der Reserven fossiler und nuklearer Energieträger zukünftigen Generationen eine angemessene Handlungsbasis erhalten bleibt, so muss angesichts der langen Entwicklungs- und Einführungszeiträume von neuen Energietechnologien die Mindestforderung lauten, schon heute mit der Einführung neuer Technologien zu beginnen, die nicht mehr auf den Einsatz fossiler oder nuklearer Brennstoffe angewiesen sind und heute keine Strukturen festzuschreiben, die Veränderungen in diesem Sinne für eine lange Zeit unmöglich machen oder zumindest sehr stark behindern. So hat ein Kraftwerk eine Lebensdauer von etwa 30 bis 40 Jahren, neue Braunkohlegruben eine Auskohlungsdauer von 60 Jahren und auch die Entwicklung und Markteinführung einer neuen Generation von Energiewandlern, wie etwa der Brennstoffzelle kann leicht 20 bis 30 Jahre dauern.

Aus der Beschränktheit und der geografischen Verteilung der Energiereserven leitet sich also zwingend ab, heute schon mit dem Aufbau einer zukunftsverträglicheren Energieversorgung zu beginnen. Diese Aussage gilt auch dann noch, wenn man die Energieressourcen berücksichtigt, also die unter gegenwärtigen Rahmenbedingungen noch nicht lohnend abbaubaren Lagerstätten. Zwar verzehnfachen sich dadurch die Vorräte. Die Erschließung dieser Ressourcen wird jedoch einen ungleich höheren Aufwand nach sich ziehen als er heute bei der Förderung der Reserven erforderlich ist. Und auch die Umweltauswirkungen ihrer Förderung sind alles andere als klar. Dies betrifft z.B. die Gefahr der Freisetzung großer Mengen des klimarelevanten Spurengases Methan bei der Gewinnung von Gashydraten. Wenn wir heute dagegen beginnen, den Verbrauch endlicher Energieträger zu mindern, so schützen wir uns vor den Gefahren zukünftiger, möglicherweise ähnlich drastischer Preissprünge, wie sie in den siebziger Jahren bei Erdöl zu beobachten waren und werden auch den Anforderungen des Umwelt- und Klimaschutzes gerecht.

Geht man zudem von einem auch weiterhin stetig wachsenden globalen Energieverbrauch von etwa 2% pro Jahr aus, so verlängert sich die Reichweite der Ressourcen von Erdöl und Erdgas gegenüber den Reichweiten der Reserven nur um einige Jahrzehnte. Vergleicht man die Zeiträume, die zur Bildung der fossilen Energieträger benötigt wurden mit jenen, in der die Menschheit diese Vorräte aufbraucht, so wird der Raubbau an der Natur noch deutlicher. Über Hunderte von Jahrmillionen Photosynthese war notwendig, um die energiereichen Kohlenstoffverbindungen aufzubauen. In nur wenigen hundert Jahren verbraucht die Menschheit diese wertvollen Rohstoffe und belastet zudem mit ihren Rückständen die Umwelt.

2. Engpass Atmosphäre – wenn das Klima aus dem Gleichgewicht gerät !

Damit sind wir bei dem zweiten Nachhaltigkeitsdefizit der heutigen Energieversorgung angelangt. Es wird voraussichtlich nicht zuerst die Erschöpfung der natürlichen Ressourcen sein, die uns zu einem Umdenken über unseren Umgang mit Energie zwingen wird. Vielmehr ist es die bereits heute vielfach erschöpfte Aufnahmefähigkeit unserer Umwelt für die Abfallprodukte der Energienutzung, die ein entschlossenes Handeln hin zu einer nachhaltigen Energiewirtschaft notwendig macht. Die Bereitstellung von Energie ist gegenwärtig nicht nur mit einer Entnahme von Rohstoffen verbunden, sondern auch mit Abfallprodukten, die in die Umwelt entlassen werden. Die Aufnahmefähigkeit der Umwelt ist aber begrenzt und für viele

Abfallprodukte bereits heute überschritten. Dies gilt insbesondere für jene Produkte, die in die Atmosphäre entlassen werden. Bei der Verbrennung von fossilen Energieträgern entstehen Luftschadstoffe wie Schwefeldioxid und Stickoxide, die zur Bildung des sauren Regens beitragen. Findet die Verbrennung nicht vollständig statt, werden weiterhin auch Kohlenmonoxide, unverbrannte Kohlenwasserstoffe und Rußpartikel emittiert; bei festen Brennstoffen können darüber hinaus erhebliche Mengen an Staub auftreten. Durch eine verbesserte Verbrennungsführung und durch den Einsatz von Katalysatoren und Filtern kann die Emission von Luftschadstoffen allerdings stark verringert und so die Energienutzung nachhaltiger gestaltet werden. In Deutschland sind in den vergangenen drei Jahrzehnten, motiviert durch eine entsprechende Umweltpolitik und unter Einsatz erheblicher finanzieller Mittel, hier große Fortschritte erzielt worden. Die Luft ist in Deutschland wie auch in vielen anderen westlichen Industrieländern, insbesondere in den Ballungsräumen, sauberer geworden.

Neben diesen häufig auch als „klassische“ Luftschadstoffe bezeichneten Emissionen wird bei jeglicher Verbrennung von kohlenstoffhaltigen Energieträgern, also Kohle, Erdgas und Erdöl, auch immer Kohlendioxid freigesetzt. Seit Beginn der Industrialisierung ist die Konzentration des Kohlendioxids in der Atmosphäre um ein Viertel angestiegen. Dabei ist dieses Gas für Organismen nicht giftig. Seine schädigende Wirkung entfaltet es vielmehr durch die Verstärkung des Treibhauseffektes, der zu einer Erhöhung der globalen Temperaturen führt. Seit Mitte des 19. Jahrhunderts ist bereits eine Erhöhung von 0,6 – 0,7°C zu beobachten. Werden keine deutlichen Gegenmaßnahmen zur Reduktion dieser und anderer klimarelevanter Emissionen ergriffen, so wird nach Berechnungen des IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), einer weltweiten Vereinigung von mehr als 2000 Klimawissenschaftlern, mit einem Anstieg der mittleren globalen bodennahen Lufttemperatur um 2°C – 6°C bis zum Jahr 2100 gerechnet, wobei regional die Änderungen durchaus unterschiedlich stark ausfallen können. Neben der Temperaturerhöhung sind Änderungen der Niederschlagsverteilung, eine Verschiebung von Klima- und Vegetationszonen und die Verschlechterung der Böden mit fatalen Folgen für die ohnehin angespannte Welternährungssituation zu erwarten. Klimaänderungen haben in der Erdgeschichte häufig stattgefunden; bedrohlich an den heute zu beobachtenden Veränderungen ist, dass sie anthropogenen Ursprungs, d.h. menschengemacht sind. Zudem treten die Änderungen mit hoher Geschwindigkeit auf und lassen weder den menschlichen Zivilisationen noch der Umwelt einen ausreichenden Zeitraum zur Anpassung.

Energiebedingte CO_2-Emissionen tragen etwa zur Hälfte zum menschlich verursachten Treibhauseffekt bei und stehen damit im Mittelpunkt der Bemühungen um den Klimaschutz. Deutschland hat 2000 rund 858 Mill. t Kohlendioxid emittiert, das sind knapp 4% der weltweiten Emissionen. Jeder Bewohner Deutschlands ist damit für den Ausstoß von über 10 t/Jahr Kohlendioxid verantwortlich. Zum Vergleich: Ein US-Amerikaner bläst pro Jahr 22 t, also gut die doppelte Menge in die Luft, ein Chinese nur 2,7 t und ein Inder sogar nur 0,7 t. Vergleicht man Industrie- und Entwicklungsländer, so wird das Ungleichgewicht der Verantwortung für den Treibhauseffekt besonders deutlich: weniger als ein Viertel der Menschheit, nämlich die Bewohner der Industrieländer, sind für drei Viertel der globalen Kohlendioxidemissionen pro Jahr verantwortlich, nur das restliche Viertel der Emissionen wird von Bewohnern der Entwicklungsländer emittiert. Summiert man die CO_2-Emissionen gar über das letzte Jahrhundert, so stammen 90% davon aus Kaminen und Auspuffen der Industrieländer. Und selbst wenn diese in Zukunft drastische Reduktionsmaßnahmen vornehmen, wird die Summe der von heute bis zum Jahr 2050 durch die Industrieländer emittierten Menge die der

Entwicklungsländer immer noch deutlich übersteigen. Das gilt selbst dann, wenn man den Entwicklungsländern ein moderates Wachstum ihrer Emissionen zugesteht.

Im Gegensatz zu den klassischen Luftschadstoffen haben die negativen Wirkungen des Kohlendioxids ausschließlich globalen Charakter – und sie machen sich nicht sofort, sondern schleichend und regional sehr unterschiedlich bemerkbar. Eine Verminderung der Emissionen führt nicht direkt zu lokalen oder regionalen Vorteilen für die dortigen Energieverbraucher. Erst wenn weltweit Maßnahmen ergriffen werden, können die CO_2-Emissionen in einem ausreichenden Maßstab, der Tragfähigkeit der Erde entsprechend, reduziert werden. Nur wenn alle mitmachen, ergibt sich auch ein ausreichender Vorteil für jeden Einzelnen. Und trotzdem muss der Einzelne anfangen. Die globale Dimension des Treibhauseffektes erfordert eine wesentlich umfassendere Art politischen Handelns als dies bei ausschließlich nationalen Problemen der Fall ist. Eine weitere Schwierigkeit liegt in der Natur der Entstehung von Kohlendioxid. Anders als einige klassische Luftschadstoffe lässt sich Kohlendioxid nicht durch Katalysatoren in andere, weniger schädliche Stoffe umwandeln. Bisher existiert auch noch keine nachhaltige Abscheide- und Entsorgungsmöglichkeit zu wirtschaftlich vertretbaren Kosten. Jene technischen Maßnahmen, die bei der Reduktion der klassischen Luftschadstoffe sehr erfolgreich waren (z.B: die Rückhaltung) entfallen also bei der Klimaschutzpolitik oder werden vermutlich so teuer, dass es günstiger ist, den Verbrauch fossiler Energieträger direkt deutlich zu reduzieren oder durch regenerative Energieträger zu ersetzen.

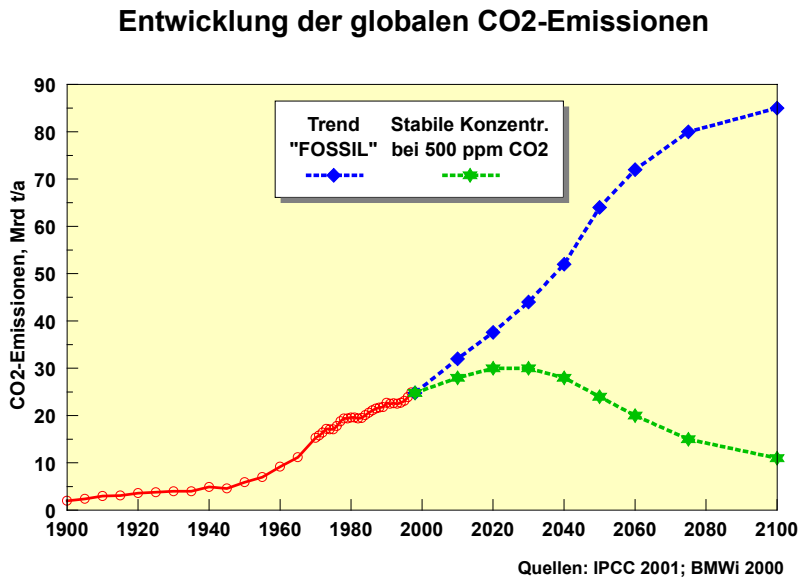

Bild 3: Anstieg der globalen CO2-Emissionen bis 2000, zukünftiger Anstieg in einer Trendentwicklung und aus der Sicht des Klimaschutzes erforderliche Reduktion bis 2100. (Quelle: IPCC 2001; BMWi 2000)

Die Tatsache einer globale Klimaerwärmung infolge der Verbrennung fossiler Energieträger, des Raubbaus an Wäldern und die negativen Folgen der industriell betriebenen Landwirtschaft wird heute in der wissenschaftlichen Diskussion ganz überwiegend als gesichert betrachtet. Die neuesten Erkenntnisse des IPCC weisen nach, das der Klimawandel bereits begonnen hat und es jetzt vor allem auf Schadensbegrenzung ankommt (Bild 3). Um den vor-

hergesagten Temperaturanstieg im unteren Bereich zu halten, darf sich die Konzentration von CO_2 in der Atmosphäre, die derzeit bei 350 ppm liegt, bis zum Ende dieses Jahrhunderts höchstens verdoppeln. Will man dies erreichen, so ist eine weltweite Reduktion der gegenwärtigen jährlichen CO_2-Emissionen um mehr als die Hälfte bis zum Jahr 2100 unerlässlich. Berücksichtigt man die weiter wachsende Bevölkerung, so darf jeder der dann voraussichtlich 10 Milliarden Erdenbürger durchschnittlich nur noch wenig mehr als eine Tonne CO_2 emittieren. Daraus abgeleitet ergibt sich für Deutschland das längerfristige Ziel, eine Senkung der nationalen CO_2-Emissionen um etwa 75% (bezogen auf 2000) bis zum Jahr 2050 zu erreichen

Diejenigen der wissenschaftlichen Gemeinschaft, welche die bisher vorliegenden Indizien für das Klimaproblem für nicht schwerwiegend genug halten, bleiben eine deutliche Minderheit. Trotzdem spiegeln sich noch beide Positionen im Bereich der internationalen Energiepolitik wieder. Darauf sind im Wesentlichen der schleppende Fortgang der Vertragsstaatenkonferenzen der Klimakonvention von Rio 1992 sowie der ersten, im japanischen Kyoto 1997 geschlossenen, völkerrechtlich verbindlichen Vereinbarung zur Reduktion der Treibhausgasemission zurückzuführen. Die mühsam errungenen Kompromisse und Konkretisierungen bei den jüngsten Konferenzen in Bonn und Marrakesch im Jahr 2001 sind hierfür ein Beispiel.

Angesichts der weitreichenden Gefahren des Treibhauseffektes ist der Klimaschutz eine ganz zentrale Begründung für die Notwendigkeit einer nachhaltigen Energiewirtschaft. Selbstverständlich bleibt auch die weitere Minderung von anderen Schadstoffen in Zukunft ein wichtiges Anliegen, das zur Erhaltung der natürlichen Umwelt wichtige Beiträge leistet. Ebenso dürfen die weiteren Umweltauswirkungen der derzeitigen Energienutzung, wie großflächige Landschaftszerstörung bei der Förderung von Kohle, Erdöl und Uran, die Meeresverschmutzung durch Erdölförderung und bei Tankerhavarien sowie die teilweise gravierenden Folgen großer Wasserkraftwerke, insbesondere wenn mit ihrer Errichtung die Überflutung großer Wasserflächen verbunden ist, nicht außer Acht gelassen werden.

3. Kernenergie - Risiken größer als der Nutzen !

Die größten Differenzen in Politik und Öffentlichkeit existieren nach wie vor hinsichtlich der künftigen Nutzung der Kernenergie. Da mit der Kernspaltung Strom weitgehend CO_2-frei bereitgestellt werden kann, wird Kernenergie - und in ihrem Gefolge oft auch die Kernfusion - häufig als unverzichtbar zur Erreichung der angestrebten CO_2-Reduktionsziele bezeichnet. Diese These ist jedoch bei genauer Betrachtung nicht haltbar: Nur eine lang anhaltende Vermeidung sehr großer Mengen Kohlendioxid macht unter Klimaschutzgesichtspunkten Sinn. Dazu müsste der Beitrag der Kernenergie zur globalen Energieversorgung um mehr als eine Größenordnung gesteigert und über Jahrhunderte aufrechterhalten werden. Abgesehen von der Zunahme des Risikos mit jedem neuen Kernkraftwerk (und dann auch in Ländern deren Sicherheitsstandards und politische Stabilität nicht so hoch sind, wie diejenige in Deutschland) kann dies die Kernenergie schon aus Ressourcengründen nicht leisten. Preiswertes Uran für Leichtwasserreaktoren reicht bereits beim heutigen Nutzungsstand gerade 40 Jahre. Für die großen und über einen sehr langen Zeitraum erforderlichen Mengen an Kernenergiestrom wäre bald der Einstieg in eine Aufbereitungs- und Brüterwirtschaft erforderlich, die nicht nur teurer ist als die heutigen Reaktoren sondern auch wesentlich risikoreicher.

Aber auch jetzt schon kommt die Kernenergie mit wesentlichen Leitlinien einer nachhaltigen Energieversorgung in Konflikt.

- In Kernreaktoren können Kernschmelzunfälle (Super-GAU) mit unvertretbar hohen Gefahren für die menschliche Gesundheit nicht ausgeschlossen werden. In den betroffenen Gebieten entstünden extreme Folgeschäden (Leitlinie 3),
- Auf allen Stufen der Brennstoffbereitstellung, -nutzung und -entsorgung entstehen radioaktive Stoffe, die teilweise emittiert werden, größtenteils aber unter hohem technischen und logistischen Aufwand für lange Zeiten von der Umwelt abgeschirmt und überwacht werden müssen (Leitlinie 3 und 4). Wie dies geschehen soll, ist zudem bis heute völlig offen.
- Ein vollkommener Schutz gegen den Missbrauch von Plutonium als Abfallprodukt der Kernspaltung erscheint unmöglich, insbesondere, wenn es in den für eine Brüterwirtschaft erforderlichen Mengen im internationalen Rahmen gehandhabt werden müsste. Eine missbräuchliche waffentechnische Verwendung durch einzelne Staaten oder supranationale Gruppen wäre eine ständige Bedrohung für die Menschheit (Leitlinie 5 und 8).
- Ein völliger Schutz von Kernenergieanlagen gegen äußere Gewaltanwendungen und Sabotage ist nicht möglich oder würde im Einzelfall zu äußerst hohen Kosten und der Einschränkung sozialer Freiräume führen (Leitlinie 4 und 6).
- Eine Begrenzung der Kernenergienutzung auf „hochentwickelte“ Länder zur Verringerung obiger Risiken behindert die friedliche weltweite Kooperation und ist politisch nicht durchführbar (Leitlinie 8).

Bei vollständiger und gründlicher Abwägung dieser Gegebenheiten ist der Nutzen einer kohlenstofffreien Stromerzeugung aus Kernenergie gering im Vergleich zu den Risiken und Gefahren, die inhärent mit der weiteren Nutzung und gar einer Ausweitung der Kernenergie verbunden sind. Wir müssen uns mehr auf geeignetere „nichtfossilen“ Energiequellen konzentrieren – glücklicherweise gibt es sie in Form der erneuerbaren Energien. Mit dem Mitte 2000 zwischen der Bundesregierung und den Kraftwerksbetreibern geschlossenen Konsens bezüglich der sukzessiven Außerbetriebnahme der Kernkraftwerke, ist dies in Deutschland erkannt worden. Das letzte Kernkraftwerk dürfte danach 2020, spätestens jedoch 2025, vom Netz gehen.

4. Energieverschwender und Energiehabenichtse - ein brisanter Zustand.

Ein weiteres gravierendes Nachhaltigkeitsdefizit besteht in dem sehr starken Gefälle des Energieverbrauchs zwischen Industrie- und Entwicklungsländern, das sich in den letzten Jahren eher vergrößert als verringert hat. Derzeit verbrauchen 21 % der Weltbevölkerung in den Industrieländern 70 % der konventionellen Energieträger und 75% der Elektrizität. Dagegen müssen sich 33% der Weltbevölkerung in der ärmsten Gruppe der Entwicklungsländer – den „low developed countries“ - mit 2% des Wohlstands und 4% der kommerziellen Energie begnügen. Sie sind dafür auch nur für 5% der globalen CO_2-Emissionen „verantwortlich“ **(Bild 4)**. Die auf Ländergruppen bezogenen Durchschnittswerte glätten dabei noch die extremen Spreizungen der länderspezifischen Kennwerte. Betrachtet man diese**,** werden die Kontraste noch ausgeprägter. So verbraucht im Durchschnitt ein Nordamerikaner nahezu 30-mal mehr Energie pro Kopf als ein Afrikaner und liegt damit um das 5-fache über dem globalen Durchschnitt. Die ärmsten Länder (Äthiopien, Niger, Bangladesh u.a.) müssen dagegen mit einem

Hunderstel der (kommerziellen) Energie eines Nordamerikaners auskommen. Die Europäer und Japaner verbrauchen etwa halb soviel Energie pro Kopf wie dieser und zeigen damit, dass hoher Energieverbrauch nur in Grenzen etwas mit Wohlstand zu tun hat. Trotzdem liegt der Durchschnittseuropäer mit rund 155 GJ pro Kopf und Jahr noch um das Zweieinhalbfache über dem Weltdurchschnitt **(Bild 5).**

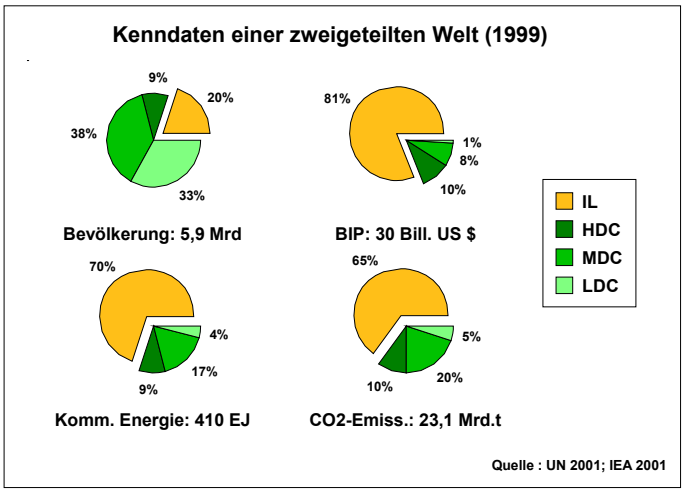

Bild 4: Aufteilung vier wichtiger Indikatoren auf die Ländergruppen Industrieländer (IL), hoch entwickelte (HDC), mittel (MDC) und wenig (LDC) entwickelte Länder (Quelle: UN2001; IEA 2001)

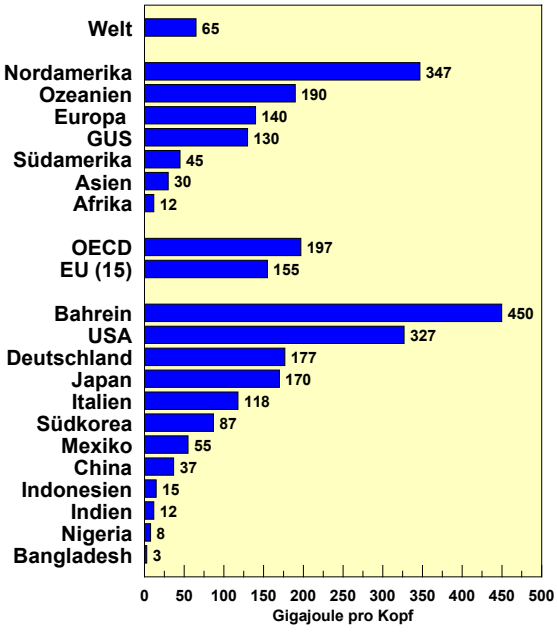

Bild 5: Pro Kopf Verbrauch an Primärenergie (GJ/Kopf, a) in verschieden Ländergruppen und Staaten im Jahr 1999.

Das Problem einer weltweit gerechteren Verteilung von Energie ist auch hinsichtlich finanzieller oder ökologischer Folgelasten von großer Bedeutung. Modellrechnungen zeigen, dass

die voraussichtlich am stärksten von den Folgen möglicher Klimaänderungen betroffenen Regionen nach heutigen Erkenntnissen vorwiegend solche sein werden, die am wenigsten zu ihrer Verursachung beigetragen haben oder die diesen Folgen am wenigsten mit technischen und finanziellen Mitteln entgegenwirken können. Diese Tatsache verschärft die sozialen und wirtschaftlichen Konflikte.

Fazit

Ein auch nur tendenzieller Ausgleich der gravierenden Unterschiede im Energieeinsatz, der wegen der Forderung nach sozialer Nachhaltigkeit unbedingt erforderlich ist, würde in Verbindung mit dem Anwachsen der Weltbevölkerung auf 9 bis 10 Mrd. Menschen in 2050 unvermeidlich zu einem weiteren Wachstum der globalen Energienachfrage führen. Da unsere Art der Energieversorgung aufgrund des hierzulande erreichten großen Wohlstandes den ärmeren Ländern der Welt als vorbildlich gilt, lenken wir derzeit indirekt die Entwicklung in anderen Ländern in die gleiche ressourcenverzehrende Richtung, wie wir sie lange Zeit eingeschlagen haben, und vergrößern somit die schon bestehenden Nachhaltigkeitsdefizite weiter. Nur wenn wir unsere Energieversorgung grundlegend umgestalten – sie also wesentlich effizienter machen und gleichzeitig erneuerbare Energien in einem Zeitraum von 50 Jahren zur dominierenden Energiequelle machen - besteht also überhaupt eine Chance, den sonst vorprogrammierten globalen Energieverbrauchszuwachs in Grenzen zu halten, die Kohlendioxidemissionen deutlich zu reduzieren, sich aus der Abhängigkeit begrenzter fossiler Ressourcen zu befreien und sich nicht den Risiken der Kernenergienutzung aussetzen zu müssen.