

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 87 (1996)

Heft: 4

Artikel: Menschen und Energie : Realität versus Utopien : schweizerisches Nationalkomitee des Weltenergieerats : Berichterstattung über den 16. Weltenergiekongress 1995 in Tokio

Autor: Fritsch, Bruno

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-902304>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

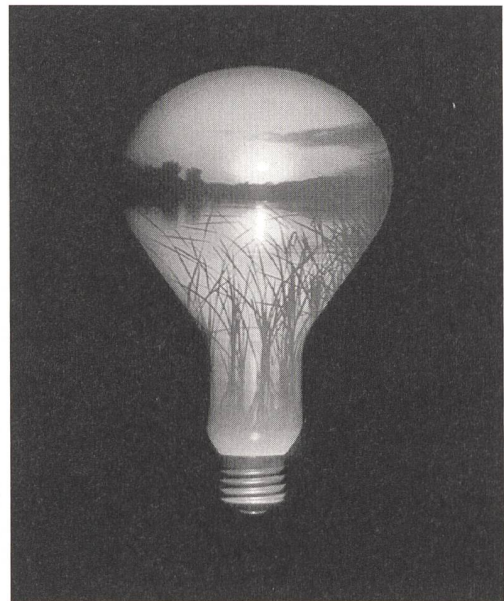
Download PDF: 30.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Die Zukunft des Umwelt- und Energieproblems entscheidet sich im nächsten Jahrhundert in den heutigen Entwicklungsländern, insbesondere in den Grossagglomerationen der Dritten Welt. Eine weitgehende Substitution fossiler Energieträger durch erneuerbare Energiequellen und/oder durch Kernenergie ist dabei nicht zu erwarten. Die in Industrieländern bereits erzielten sehr hohen Wirkungsgrade thermischer Kraftwerke sollten so rasch als möglich in die Entwicklungsländer übertragen und die Elektrifizierung dort vorangetrieben werden. Das grösste Hindernis, das einer schnellen, weltweiten Ausbreitung effizienter Energiesysteme im Wege steht, sind die politischen Unwägbarkeiten in vielen Entwicklungsländern.

Menschen und Energie: Realität versus Utopien

Schweizerisches Nationalkomitee des
Weltenergierats: Berichterstattung über den
16. Weltenergiekongress 1995 in Tokio



■ Bruno Fritsch

Energie – ein politisches Problem

Am 16. Kongress des Weltenergierates (WEC) in Tokio wurde deutlich, wie sehr heute die Erzeugung und der Verbrauch von Energie zu einem politischen Problem geworden sind. Im Gegensatz zu anderen Politikbereichen wie zum Beispiel der Sozial-, der Bildungs- oder der Kulturpolitik kann sich die Energiepolitik auf wissenschaftliche Fakten und technische Verfahren stützen, die (von Nuancen abgesehen) zwar unter den Fachleuten, jedoch nicht in der Öffentlichkeit unbestritten sind. Dies hängt unter anderem damit zusammen, dass die Energie generell ein Janusgesicht hat: auf der einen Seite ist sie für die Korrektur der in gewissen Regionen der Welt zweifel-

los bestehenden Umweltprobleme erforderlich, andererseits kann sie sowohl bei der Produktion wie beim Verbrauch Umweltprobleme verursachen. Nicht die Ziele, zum Beispiel die sichere Versorgung der Wirtschaft mit Energie und der Schutz der Umwelt, sind umstritten, sondern die Mittel bzw. der Weg, die zu diesem Ziel führen.

Gegenwärtig führen wir Glaubenskriege und keinen politischen Dialog. Interessanterweise gilt dies vor allem für die deutschsprachigen Regionen Europas, also für die Bundesrepublik, für Österreich und für den deutschsprachigen Teil der Schweiz. Weder in Frankreich noch in Grossbritannien oder in den USA und schon gar nicht in Asien (inklusive China) stehen die möglichen Auswirkungen der Energieversorgung auf die Umwelt oder gar auf das globale Klima so im Vordergrund wie bei uns.

Was die Entwicklungsländer angeht, so muss man Verständnis dafür haben, wenn es den hungernden Menschen, die eine Le-

Adresse des Autors:
Prof. em. Dr. Bruno Fritsch, ETH Zürich,
Via del Sole 47, 6600 Locarno-Muralto.

benserwartung von etwa 45 Jahren haben, relativ gleichgültig ist, ob sich durch die Art ihres Energieverbrauchs die Temperatur der Erdatmosphäre in 100 Jahren um 3 oder 4 Grad Celsius erhöht oder nicht. Deshalb haben diese Länder – vielleicht mit Ausnahme der kleinen Inselstaaten, die eine Überflutung ihres Territoriums befürchten – auch keinen Zweifel darüber offengelassen, dass für sie die Steigerung des Lebensstandards Vorrang vor dem Umweltschutz hat.

Trotzdem gibt es zahlreiche Möglichkeiten der Zusammenarbeit zwischen den Entwicklungs- und den Industrieländern auch auf dem Gebiete der globalen Klimapolitik. Sie bestehen vor allem im Transfer von Energiesystemen mit hohen Wirkungsgraden von den Industrieländern in die Entwicklungsländer.

Um Realitäten von Utopien klarer zu unterscheiden, zunächst einige Tatsachen.

Die wichtigsten Fakten

Die Weltbevölkerung beläuft sich gegenwärtig auf 5,6 Mrd. Menschen. Der globale Energieverbrauch wird mit 14 TW beziffert. Es wird damit gerechnet, dass sich die Weltbevölkerung bis Ende des nächsten Jahrhunderts auf dem Niveau von 12 bis 14 Mrd. Menschen stabilisieren wird. Bei einem durchschnittlichen Pro-Kopf-Verbrauch von nur 3 kW würde dies einem globalen Energiebedarf von 36 bis 42 TW entsprechen. Dies bedeutet gegenüber dem heutigen Weltenergieverbrauch eine Steigerung um den Faktor 2,5 bis 3.

Der globale Stromverbrauch belief sich 1991 auf 12 030 Mrd. kWh. Der Verbrauchszuwachs betrug in den vergangenen zehn Jahren 3,7% im Jahr. Die Internationale Energie Agentur (IEA) rechnet für den Zeitraum von 1990 bis 2010 mit einer Zunahme des Strombedarfs um 70% auf 20 450 Mrd. kWh. Gemäss den Schätzungen der IEA wird diese Strommenge dann zumal zu 40% aus Kohle, zu je 20% aus Erdgas und Wasserkraft, zu 13% aus Kernkraft und zu 7% aus Erdöl gewonnen.

Auch wenn diese Schätzungen nicht auf das Prozent genau zutreffen sollten, so steht doch folgendes fest:

1. Die Weltbevölkerung wird noch fast ein Jahrhundert lang zunehmen.
2. Der grösste Teil des wachsenden Energiebedarfs wird durch den Einsatz fossiler Energieträger gedeckt.
3. Die Stabilisierung des CO₂-Ausstosses wird nicht vor Ende des nächsten Jahrhunderts erfolgen. Die Verdoppelung des jetzigen CO₂-Gehalts der Atmosphäre, inklusive anderer Treibhausgase wie Methan, FCKW, Stickstoffoxid und an-

Stabilisierung der Weltbevölkerung bei rund 12 Milliarden Menschen

Irreal optimistische Annahmen:

- USA-Energieverbrauch **sinkt** von 12 kW/Kopf (1993) auf 3 kW/Kopf.
- OECD-Energieverbrauch **sinkt** von 6 kW/Kopf (1993) auf 3 kW/Kopf.
- Energieverbrauch der heutigen Drittweltländer **steigt** von 1,5 kW/Kopf (1993) auf nur 3 kW/Kopf.

Trotz dieser optimistischen Annahmen folgt daraus: bei einer Weltbevölkerung von 12 Milliarden Menschen und 3 kW/Kopf beträgt der Weltenergieverbrauch 36 TW (10¹² W). Das entspricht dem **Dreifachen** des heutigen Weltenergieverbrauchs.

Tabelle 1 Szenario 2040.

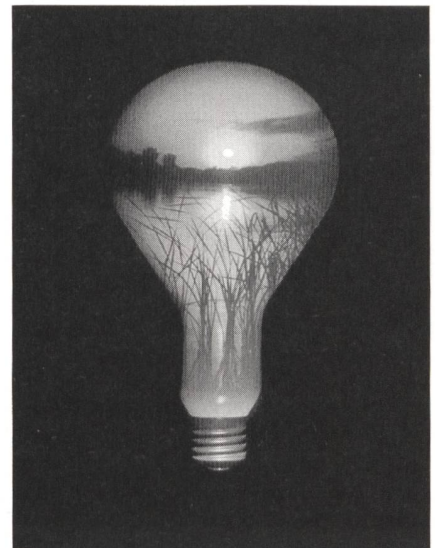
dere, ist vorprogrammiert. Es besteht jedoch die Möglichkeit, den Zeitpunkt der Verdoppelung um einige Jahrzehnte zu verzögern, was möglicherweise von entscheidender Bedeutung sein könnte.

Energie und die Entwicklung des Menschen

Die Entwicklung des Menschen ist auf engste mit seiner Fähigkeit, Energie zu gewinnen, verknüpft. Leben beruht auf der Umwandlung von höherwertiger in minderwertige Energie. Die Energiezufuhr wird gewährleistet bei Pflanzen durch Photosynthese, bei Tieren und Menschen durch Aufnahme von Pflanzen und Tieren in den niedrigeren Gliedern der Nahrungskette sowie – und dies ist das evolutorisch Neue – beim Menschen durch die Nutzung von Massenkraften (Wind und Wasser), von Molekularkraften (Verbrennung kohlenwasserstoffhaltiger Energieträger wie Holz, Kohle, Öl und Gas) sowie schliesslich durch Nutzung der Kernkräfte (gegenwärtig in Form der Kernspaltung, später vielleicht auch in Form der Fusion). Die Molekularkräfte sind etwa eine Million Mal stärker als die Massenkraften (Wasser, Wind), und die Kernenergie weist ihrerseits einen Dichteunterschied zur Molekularenergie von einem Faktor von rund einer Million auf. Mit anderen Worten: die spezifische Energiedichte im «Speichermedium» Kernkraft (Kernbrennstoff) ist tausend Milliarden Mal grösser (10¹²x) als diejenige des Speichermediums «Wasserkraft».

Der physiologische Energiebedarf des Menschen beträgt 120 W. Dieser notwendige Energiebedarf kann mit 2500 kcal im Tag gedeckt werden. Dieser Minimalbedarf an Energie setzt sich aus einem internen Energiefluss des Körpers von 85 W und einem Leistungsbedarf von 15 W für die Bewegung des Körpers und 20 W für aktive Arbeit zusammen (vgl. Taube, M., 1988: Materie, Energie und die Zukunft des Menschen. S. Hirzel, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart 1988).

Mit dem minimalen Energie-Input wäre die Entwicklung des Menschen zu einem Kulturwesen jedoch nicht möglich gewesen. Voraussetzung dafür war und ist die Erschliessung zusätzlicher «Fremdenergie». Heute verbraucht der Mensch in entwickelten Industriegesellschaften rund 6 kW pro Kopf, also das Fünffache des genannten Minimalwertes. In Nordamerika sind es gegenwärtig 13 kW pro Kopf, in Entwicklungsländern etwas mehr als 1 kW pro Kopf. Der Übergang von der Beherrschung von Energieträgern niedriger Energiedichte zu solchen höherer Energiedichte eröffnete dem Menschen jeweils völlig neue Optionen. So ist zum Beispiel die Umwandlung von Molekülen, das heisst die anorganische und organische Chemie, dank der Nutzung von Kohle, Öl und Gas in eine neue Phase eingetreten. Eine «Wind- und Wassermühlengesellschaft» konnte keine moderne Chemie entwickeln. Sie war auf jene chemischen Prozesse beschränkt, die bei relativ niedrigen Temperaturen ablaufen. Desgleichen ist es im System der auf molekularen Kräften beruhenden (fossilen) Energieträger naturgemäss nicht möglich, ein Element in ein anderes umzuwandeln. Die Alchimisten hatten also



physikalisch keine Chance, zum Beispiel aus Blei Gold zu machen.

Utopien

Es gab und gibt utopische Vorstellungen bezüglich der Lösung aller Energieprobleme. So hat zum Beispiel Amory Lovins in den siebziger Jahren die Behauptung in die Welt gestellt, es sei möglich, anfangs des kommenden Jahrhunderts sowohl von der Kernenergie als auch von den fossilen Energieträgern wegzukommen und die Menschheit auf einem Niveau von 7 TW mit ausschliesslich regenerierbaren Energiequellen zu versorgen. Heute wissen wir, dass selbst bei grosszügigsten Einschätzungen des Potentials regenerierbarer Energiequellen ihr Anteil kaum je über 20% des gesamten Energiebedarfs gelangen wird. Gegenwärtig beträgt er etwa 10%. Das ist jedoch kein Grund, diesen Energiequellen keine Aufmerksamkeit zu schenken und sie nicht zu fördern – wie auch in Tokio in zahlreichen Papieren dargelegt wurde. Wer sich aber von den sogenannten regenerierbaren Energiequellen (Wind, Wasser, Biomasse usw.) die Lösung des Energieproblems der Menschheit verspricht, läuft einer Utopie nach.

Ebenfalls utopisch ist ein Szenario, das eine absolute Senkung des CO₂-Gehalts der Atmosphäre durch eine radikale Einschränkung der Nutzung fossiler Energieträger vorsieht. Ein Zahlenbeispiel zeigt, dass unter den heutigen und den in den kommenden Jahrzehnten zu erwartenden Bedingungen die entscheidende Bestimmungsgrösse des CO₂-Gehalts der Atmosphäre nicht der Pro-Kopf-Verbrauch fossiler Stoffe, sondern die Bevölkerungszunahme ist (Tabelle 1).

Konsequenzen

1. Der Mensch wird von der Handhabung fossiler Energieträger in den nächsten 100 Jahren nicht wegkommen. Seine technischen Möglichkeiten erlauben es ihm jedoch, den weltweiten Energiehaushalt schrittweise vom C-Atom zu lösen, das heisst den fossilen Energieträger zu dekarbonisieren. Deshalb kommt dem Konzept des gezielten Übergangs vom bisherigen zu einem weniger kohlestoffhaltigen Energiesystem eine zentrale Bedeutung zu (vgl. dazu W. Häfele, Hrsg., 1990: Energiesysteme im Übergang; Verlag Moderne Industrie, Landsberg/Lech).
2. Für die Zusammenarbeit mit den Entwicklungsländern bedeutet dies, dass die Industrieländer neue Energietechnologien mit hohen Wirkungsgraden exportieren

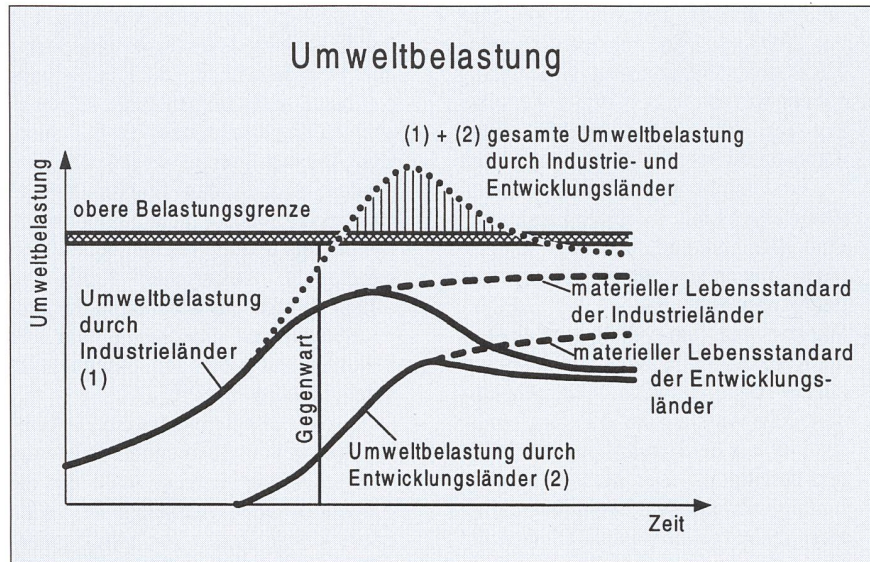


Bild 1 Umweltbelastung durch Industrieländer und Entwicklungsländer.

und so zu einer substantiellen Reduktion der weltweiten CO₂-Emissionen beitragen. Im Gegenzug reduzieren die Entwicklungsländer stärker an als diejenige der Industrieländer ihr Bevölkerungswachstum und tragen so zur Reduktion ihres CO₂-Ausstosses bei. Obwohl es der Atmosphäre egal ist, wie hoch die Pro-Kopf-Anteile des emittierten CO₂ sind, kommt dieser Relation politisch eine grosse Bedeutung zu. Man wird im Zuge der praktischen Umsetzung einer globalen Energiepolitik eine CO₂-Börse schaffen. Dort können die jeweiligen Forderungen aus Reduktionen des CO₂-Ausstosses gegen Belastungsforderungen verrechnet werden – und zwar innerhalb eines global vereinbarten absoluten Emissionsniveaus.

3. In der vor uns liegenden kritischen Phase steigt die Umweltbelastung durch Entwicklungsländer stärker an als diejenige der Industrieländer (Bild 1). Erst viel später werden sich die Umweltbelastungen dieser beiden Ländergruppen infolge der technischen Entwicklungen der heutigen Entwicklungs- und damaligen Industrieländer auf niedrigerem und zugleich auch weiter sinkendem Niveau angleichen. Anzunehmen ist indessen, dass aus zahlreichen Gründen, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann, die Niveaus der Lebensstandards weiterhin längere Zeit unterschiedlich bleiben. Ein denkbarer, jedoch keineswegs als unumstösslich sicher geltender Phasenverlauf könnte

Energieintensität und Anteil der Elektrizität für die USA, 1880 - 1985

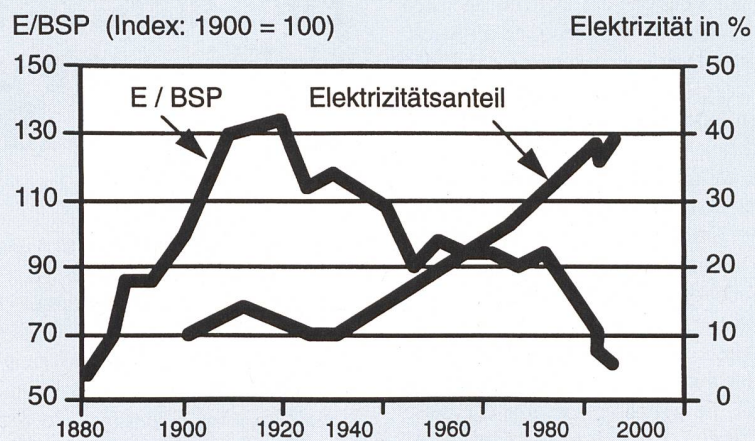


Bild 2 Energieintensität sinkt mit wachsendem Einsatz von Elektrizität.

die hier gezeigte Form aufweisen. Auf der Zeitachse sind absichtlich keine Jahreszahlen eingezeichnet. Gegenwärtig nähern wir uns jedoch in der Tat einer kritischen Phase der Umweltbelastung, deren unerwünschte Auswirkungen auf die Produktions- und Konsumbedingungen in erster Linie durch den Einsatz von Umwelttechnik und ihrer möglichst globalen Anwendung weitgehend vermieden werden können.

4. Wir stehen erst am Anfang des Zeitalters der Kernenergie. Es zeugt von der Naivität der «Grünen», wenn sie meinen, dass durch den Ausstieg aus der Kernenergie das Problem der Handhabung von Isotopen beseitigt ist. Der Mensch wird im Laufe seiner nächsten Evolutionsschritte nicht mehr von den hohen Dichten der Kernenergie wegkommen – ebenso wie er nicht so schnell von den fossilen Energieträgern wegkommen wird. Dem Schnellen Brüter kommt in diesem Zusammenhang wegen der möglichen Nutzung des Plutoniums als Brennstoff wieder eine erhöhte Bedeutung zu.
5. Der Weiterentwicklung von elektrizitätsgebundenen Produktions- und Verkehrssystemen, wie überhaupt dem verstärkten Einsatz rationell genutzter Elektrizität, ist hohe Priorität einzuräumen. Denn nur dort, wo der Anteil der Elektrizität am gesamten Energieverbrauch hoch ist, sinken die Energieelastizitäten, das heisst, es wird im gesamten Energiesystem pro Einheit Sozialprodukt weniger Energie verwendet (Bild 2). Wir müssen das grosse Potential, das die Wasserkraft besonders in den Entwicklungsländern aufweist, systematisch nutzen und dort beim Ausbau dieser Energiequelle helfen.

Schlussfolgerungen und Ausblick

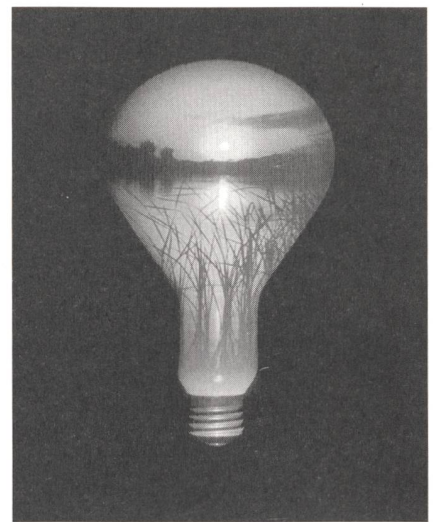
1. Die Zukunft des Umwelt- und Energieproblems entscheidet sich im nächsten Jahrhundert in den heutigen Entwicklungsländern, insbesondere in den Grossagglomerationen der Dritten Welt. Asien wird dabei eine entscheidende Rolle spielen.
2. Eine völlige Substitution fossiler Energieträger, die heute immer noch rund 85 bis 90% des Weltenergiebedarfs abdecken, durch erneuerbare Energiequellen und/oder durch Kernenergie, ist nicht zu erwarten. Da jedoch im Prinzip eine CO₂-freie Nutzung fossiler Energieträger technisch schon heute möglich ist, dürfte die Schnelligkeit, mit der diese Substitution vor sich gehen wird, in erster Linie von den Kosten, und das heisst letzten Endes vom Markt abhängen.

Daraus folgt, dass eine Verminderung des CO₂-Gehalts der Atmosphäre trotz aller Bemühungen, die die Länder Europas heute unternehmen bzw. zu unternehmen beabsichtigten (z. B. durch CO₂-Abgaben) schon wegen des steigenden Anteils der Emissionen der Entwicklungsländer nicht erreichbar ist.

3. Die bei uns bereits erzielten hohen Wirkungsgrade thermischer Kraftwerke sollten so rasch als möglich in die Entwicklungsländer übertragen und die Elektrifizierung dort mit unserer Hilfe vorangetrieben werden.
4. Das grösste Hindernis, das einer schnellen, weltweiten Ausbreitung effizienter Energiesysteme im Wege steht, sind die politischen Unwägbarkeiten in vielen Entwicklungsländern. Sie lassen potentielle Investoren zurückhaltender sein, als es aus energiepolitischen Gründen wünschenswert wäre.

Abschliessend sei noch vermerkt, dass in Tokio von Erziehung der jungen durch die ältere Generation die Rede war sowie auch davon, wie ein «Comprehensive Approach» realisiert werden kann, in welchem Techniktransfer, Erziehung und eine langfristige Energiepolitik als Element der internationalen Kooperation erzielt werden kann.

Gegenwärtig beobachten wir jedoch eher das Gegenteil, nämlich eine gewisse Verhärtung der Fronten. Sie ist zumindest teilweise eine Folge von Angst. Angst verzerrt die Wahrnehmung von Risiken und verengt die Anpassungsspielräume. Ebenso wie Angst wirkt auch die Armut. Sie ist mit der Angst insofern eng verknüpft, als Menschen, die am Existenzminimum leben, Existenzangst haben. Sie lassen sich auf keine Experimente ein und können deshalb kein adaptives Lernen entwickeln. Es gibt eine wohlstandsbedingte und es gibt eine



armutsbedingte Angst. Armut und Angst führen notwendigerweise zum Fundamentalismus. Zwischen Fundamentalismus, Angst und Armut besteht eine selbstverstärkende Rückkoppelung. Will man aus diesem Teufelskreis ausbrechen, dann geht dies nur über eine *Anhebung des Lebensstandards aller Menschen*, wobei die Zuwachsraten dieses Fortschritts in den heute armen Regionen höher sein sollten als in den ohnehin schon reichen Ländern. Praktisch geschieht dies auch. Wie schon Marx richtig sagte: Verteilungskommunismus funktioniert nicht. Es kann sich nicht um eine Umverteilung bestehender Wirtschaftswerte handeln, sondern nur um eine Umverteilung des Zuwachses. Bessere materielle Absicherung der Armen mindert Lebensängste und führt in den Entwicklungsländern zu einer Senkung der Geburtenrate, was global den Bevölkerungsdruck mindert. In den «Conclusions and Recommendations» des 16. Kongresses des WEC wurde denn auch speziell auf diesen Punkt hingewiesen.

Etres humains et énergie: réalité contre utopies

Rapport sur le 16^e Congrès du Conseil mondial de l'énergie à Tokyo en 1995

C'est dans les actuels pays en voie de développement, plus précisément dans les grandes agglomérations du tiers monde que se décidera au XXI^e siècle l'avenir du problème de l'environnement et de l'énergie. Il ne faut toutefois pas s'attendre à ce que des agents énergétiques fossiles soient largement remplacés par des sources d'énergies renouvelables ou par l'énergie nucléaire, voire les deux à la fois. Les rendements déjà très élevés auxquels sont parvenus les centrales thermiques des pays industrialisés devraient également être atteints rapidement dans les pays en voie de développement où l'électrification devrait être accélérée. Les impondérabilités politiques constituent le principal obstacle empêchant une diffusion rapide de systèmes énergétiques efficaces à l'échelle mondiale.