

**Schriftenreihe der Arbeitsgemeinschaft
Natur und Umwelterziehung e. V.**

Eine Initiative der Umweltzentren

Schützt die Erdatmosphäre!



Band 4



Arbeitsgemeinschaft Natur- und Umweltbildung
Bundesverband e.V. (ANU)

BMBW

ZUR ANSICHT

Maximilian-Verlag

**Schriftenreihe der Arbeitsgemeinschaft
Natur und Umwelterziehung e. V.**

Eine Initiative der Umweltzentren

Schützt die Erdatmosphäre!

Band 4



Maximilian-Verlag · Herford · Bonn

Schriftenreihe der Arbeitsgemeinschaft
Natur und Umwelterziehung e.V.
Eine Initiative der Umweltbildung

Schützt die
Erdatmosphäre!

Die Deutsche Bibliothek — CIP-Einheitsaufnahme

Schützt die Erdatmosphäre! / hrsg. von Hermann Diekmann. —
Herford : Maximilian-Verl., 1992

(Schriftenreihe der Arbeitsgemeinschaft Natur- und Umwelterziehung
ANU ; Bd. 4)

ISBN 3-7869-0300-X

NE: Diekmann, Hermann [Hrsg.]; Arbeitsgemeinschaft Natur- und
Umwelterziehung: Schriftenreihe der Arbeitsgemeinschaft ...

Der Beitrag Hoppenau erscheint außerdem in der Zeitschrift MNU (Der
mathematisch-naturwissenschaftliche Unterricht), Jahrgang 45, Heft 6 (o.a.)

© 1992 by Biologie-Zentrum-Bustedt Ostwestfalen-Lippe e.V.,
Hiddenhausen und Maximilian Verlag, Herford

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung, vorbehalten

Bildnachweis: Titelseite: 3 Bilder des WWF-Bildarchiv, Hamburg

Rückseite: EMR, Herford (oben) und Jutta Diekmann, Kirchlengern (unten)

Satz: Biologie-Zentrum-Bustedt Ostwestfalen-Lippe e.V., Hiddenhausen

Gesamtherstellung: Druckerei Runge, Cloppenburg

Gedruckt auf 100% Recycling-Papier

Inhalt

Vorwort

Einleitung	9
Globale Klimaveränderungen aus internationaler Sicht unter besonderer Berücksichtigung des Nord-Süd-Konflikts.....	11
Globale Klimaveränderungen - neuester Sachstand, regionale Differenzierungen	23
Klimapolitik - Was tut die Bundesregierung für Rio '92?	29
Energie und Klima.....	31
Arbeitsgruppe Energie	51
Arbeitsgruppe Verkehr	55
Arbeitsgruppe Treibhausgase.....	83
Arbeitsgruppe Tropenwald	87
Arbeitsgruppe Beiträge und Möglichkeiten der Verbände	97
Energie im globalen Treibhaus	101
Praktische Arbeitsmöglichkeiten zum Thema "Erdatmosphäre"	
Wetter und Klima in der Freien Jugendarbeit.....	135
Kohlendioxid in unserer Atmosphäre.....	141
Literatur	151
Teilnehmerliste.....	155

Vorwort

Was die Natur in vielen Millionen Jahren im Bereich des Klimas unserer Erde geschaffen hat, nämlich die Bindung von CO_2 aus der Atmosphäre in organische Substanzen - die wir heute fossile Brennstoffe nennen - wie Holz, Kohle, Öl und Gas, das hat ein Teil der Menschheit in Bruchteilen der Erdgeschichte wieder rückgängig gemacht. In einem Zeitraum von 30 bis 40 Jahren (nach dem Zweiten Weltkrieg) hat er den größten Teil der fossilen Brennstoffe verbrannt und das freiwerdende CO_2 wieder in die Atmosphäre hinausgeschleudert.

Die Natur wird mit diesem rasanten Tempo, das der Mensch in bezug auf Klimaveränderungen vorgegeben hat, fertig, nur die Lebewesen auf der Erde, ganz besonders der Mensch selbst, hat große Probleme, sich auf die globalen Klimaveränderungen einzustellen, obwohl er das einzige Lebewesen ist, das aus den vorgegebenen Daten Schlüsse ziehen kann und kurzfristig in Handlungen umwandeln könnte.

Noch nie in der Geschichte der Menschheit wurden bevorstehende tiefgreifende Veränderungen der Lebensbedingungen und der Möglichkeiten des Entgegenwirkens, wie sie von den Autoren dieses Buches genannt werden, vorausgesagt. Diese Voraussage beinhaltet natürlich keine Anweisung für den Einzelnen, was er wann, wo, in welcher Weise zu tun hat. Vielmehr erklären die Autoren Sachzusammenhänge und ziehen Schlüsse aus den von Menschen beeinflussten Naturabläufen. Da, wo es die Diskussion verlangt, werden Vorschläge zur Wende unterbreitet. Aktiv werden muß der Leser selbst! Allerdings wird nicht erwartet, daß jeder Leser einen Verband zum Schutz der Erdatmosphäre gründet. Erwartet wird eher, daß sich der Leser und die Leserin mit den Inhalten auseinandersetzen und wenn irgend möglich, an andere weitervermitteln. Dies gilt zum Beispiel für Pädagogen, die die Inhalte dieses Werkes für die Arbeit mit ihren Schülern nutzen sollten. Eine möglichst breite Information über die Vorgänge in unserer Umwelt ist Voraussetzung für eine Akzeptanz von gegensteuernden Maßnahmen.

Allen Autoren, die durch ihre Teilnahme die Tagung im November 1991 im Biologie-Zentrum-Bustedt in Hiddenhausen und somit die Texte in diesem Band ermöglicht haben, möchte ich an dieser Stelle meinen Dank

aussprechen. Wie schwierig es war, alle Referenten zur gleichen Zeit zu bekommen, wird in der Tatsache deutlich, daß wir die Tagung eben wegen der Teilnahme aller Experten dreimal verschoben haben, bis sie dann endlich im November stattfinden konnte. Dennoch haben wir es nicht geschafft, einen politischen Beitrag zum Thema zu bekommen. Wer aber mit wachen Augen die Texte der Autoren studiert, wird reichlich politische Inhalte und politische Ansatzmöglichkeiten in deren Beiträgen finden.

Das Besondere an diesem Werk ist eine Sprache der Autoren, die einerseits wissenschaftlichen Ansprüchen genügt und andererseits den nicht sachkundigen Leser anspricht und motiviert, weiterzulesen.

Für die Ermöglichung der Tagung und der Drucklegung der Beiträge möchte ich mich beim BMBW und hier besonders bei Herrn Dr. Norbert Reichel bedanken. Die Finanzierung dieser Tagung durch das BMBW war eine große Hilfe für das Anliegen der ANU, aktuelle Umweltbildungsarbeit zu leisten.

Ferner möchte ich mich bei allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern herzlich bedanken, die den Band 4 in kurzer Zeit entstehen ließen, sei es durch Schreibearbeit, Korrekturlesen, Sekretariatsbetreuung oder das Erstellen von Grafiken; nennen möchte ich hier besonders Petra Volle, Michael Mecks, Katharina Richter und Barbara Zimmermeyer.

Bustedt, in den Tagen des Erdgipfels in Rio.

Hermann Diekmann

Einleitung

Während der Arbeit der ersten Enquête-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" gab es Überlegungen, die oben genannte Thematik auch in den Bereich der Bildung einzubringen. Daraufhin wurde der Minister für Bildung und Wissenschaft aktiv und setzte eine Expertengruppe ein, die in sehr kurzer Zeit Empfehlungen und Strategievorschläge für den Bereich Bildung erstellte. Die Ergebnisse sind in dem Buch "Schutz der Erdatmosphäre - eine Herausforderung an die Bildung", herausgegeben vom Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft, nachzulesen.

Vorschläge und Empfehlungen nützen bekanntlich wenig, wenn sie nicht umgesetzt werden. Die ANU (Arbeitsgemeinschaft Natur- und Umwelterziehung - eine Initiative der Umweltzentren) hat sich daher entschlossen, mit Unterstützung des BMBW eine Bundestagung zum Thema "Schutz der Erdatmosphäre - eine Herausforderung an die Bildung, an die Umweltzentren, an die Schulen ..." zu planen. Nach anfänglichen Überlegungen, einige Bundesländer mit einzubeziehen, was sich aus finanziellen Gründen - wie die Länder beteuerten - nicht realisieren ließ, haben wir von der ANU die Initiative ergriffen und mit dem BMBW gemeinsam die Tagung durchgeführt.

Es war ein grundlegendes Anliegen der Veranstalter, eine große Herausforderung an die Zukunft auf kürzestem Wege in die verschiedensten Bereiche der Bildung zu tragen. Wie die Zahlen der Tagungsteilnehmer belegen, halten sich der schulische und außerschulische Bereich, was die Teilnehmer der Tagung betrifft, durchaus die Waage. Für den Fortgang der Bildungsarbeit wird sich zeigen, welche der beiden Gruppen die Problematik "Schutz der Erdatmosphäre" am wirkungsvollsten anbietet.

Einzelheiten, die im Zusammenhang mit dem
Geben der Gelder stehen, sind im Besonderen
zu beachten. Die Höhe der Gelder ist
von dem Zweck der Ausgabe abhängig.
Die Höhe der Gelder ist von dem Zweck
der Ausgabe abhängig. Die Höhe der Gelder
ist von dem Zweck der Ausgabe abhängig.

Die Höhe der Gelder ist von dem Zweck
der Ausgabe abhängig. Die Höhe der Gelder
ist von dem Zweck der Ausgabe abhängig.
Die Höhe der Gelder ist von dem Zweck
der Ausgabe abhängig. Die Höhe der Gelder
ist von dem Zweck der Ausgabe abhängig.
Die Höhe der Gelder ist von dem Zweck
der Ausgabe abhängig. Die Höhe der Gelder
ist von dem Zweck der Ausgabe abhängig.

Die Höhe der Gelder ist von dem Zweck
der Ausgabe abhängig. Die Höhe der Gelder
ist von dem Zweck der Ausgabe abhängig.
Die Höhe der Gelder ist von dem Zweck
der Ausgabe abhängig. Die Höhe der Gelder
ist von dem Zweck der Ausgabe abhängig.
Die Höhe der Gelder ist von dem Zweck
der Ausgabe abhängig. Die Höhe der Gelder
ist von dem Zweck der Ausgabe abhängig.

Globale Klimaveränderungen aus internationaler Sicht unter besonderer Berücksichtigung des Nord-Süd-Konflikts

Prof. Dr. Ernst U. von Weizsäcker

Die Auseinandersetzung um die Klimatragödie hat erst in den vergangenen Jahren internationale Dimension angenommen. Genauso war der Nord-Süd-Konflikt in Zusammenhang mit der Klimakatastrophe vor ca. zehn Jahren noch kein Thema im politischen Raum. Erst seit zwei oder drei Jahren wird das Thema "Globale Klimaveränderung" wirklich ernstgenommen. Das vom Deutschen Bundestag durch seine Enquête-Kommission erstellte und publizierte Material (13 Bände) ist ein hervorragendes Grundlagenmaterial dazu. Desgleichen der Bericht des "Intergovernmental Panel on Climate Change". Beide Berichte müssen die Menschen sehr beunruhigen, aber daraus folgt bislang noch kein Tun: Die Umsetzung der Information über die Gefährdung in konkretes politisches Handeln macht keine rechten Fortschritte. Einer der Gründe: In den letzten 20 Jahren glaubte man, daß Umweltpolitik mit Kosten und Askese verbunden wäre. Solange dieses Denken vorherrscht, besteht kaum eine realistische Chance für schnellen Fortschritt in der Umweltpolitik beziehungsweise in der Klimapolitik. Die Frage ist nun: Wie kann man die Wahrnehmung des Umweltschutzes und des Klimaschutzes so gestalten, daß dabei nicht nur Kosten vermieden werden, sondern sogar ein Gewinn, ein Vorteil erzielt wird. Dazu muß man sich auf die Frage der Ökonomie und der Politik einlassen.

Betrachten wir die Entwicklung der CO_2 -Produktion bis zum Jahr 2030: Der von der Weltenergiekonferenz angenommene "Energiebedarf" verdoppelt sich in diesem Zeitraum. Das heißt, daß auch die CO_2 -Emissionen mit dieser Dynamik ansteigen werden, denn die nicht fossilen Energieformen liefern einfach noch keine nennenswerten Energiemengen. Die Forderung des "Intergovernmental Panel on Climate Change" lautet jedoch: Halbierung des CO_2 -Ausstoßes. Dann wäre eine Stabilisierung des bis dahin erreichten Zustands möglich, obwohl der Treibhauseffekt zunächst noch weiter zunehmen würde. Tatsächlich wird aber der

CO₂-Ausstoß weiter zunehmen. Die Schere zwischen dem ökologisch notwendigen und dem wahrscheinlichen Handeln öffnet sich dramatisch.

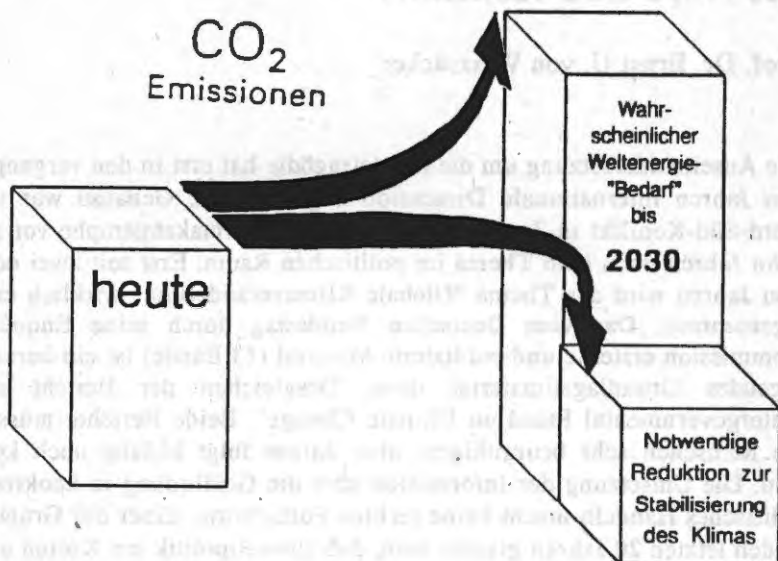


Abb. 1

Der Weltenergiebedarf entwickelt sich nach Angaben der Weltenergiekonferenz weiterhin stürmisch nach oben. Zur Klimastabilisierung auf heutigen Niveau wäre aber eine drastische Senkung der CO₂-Ausstöße erforderlich. Wenn nicht eine dramatische Abkoppelung des Energieverbrauchs von der CO₂-Produkte erreicht wird, heißt das, daß der Energiebedarf drastisch gesenkt werden müßte.¹

Wollte man etwa im Zeitraum von fünf Jahren die Schere mit Gewalt schließen, so brächte das riesige gesellschaftliche und ökonomische Kosten. Aber wenn man heute beginnt, die Schere über einen Zeitraum von ca. 40 Jahren langsam zu schließen, dann hat man nicht nur keine Ko-

¹Bild nach Überlegungen der Enquetekommission "Versorge zum Schutz der Erdatmosphäre" des Deutschen Bundestages, Dritter Bericht: Schutz der Erde, Bundesdrucksache m/8030 v.a.S. 52

sten, sondern sogar Nutzen. Das ist die eigentlich sensationelle Aussage, die ich machen und begründen möchte.

Betrachtet man vor dem Hintergrund der Jahrtausende die Weltbevölkerung und die Nutzung der Erdölvorräte, so sieht man, daß nur wenigen Generationen und nur einem winzigen Teil der Menschheit die Vorräte zugute kommen. An die Generationen nach uns denken wir nicht.

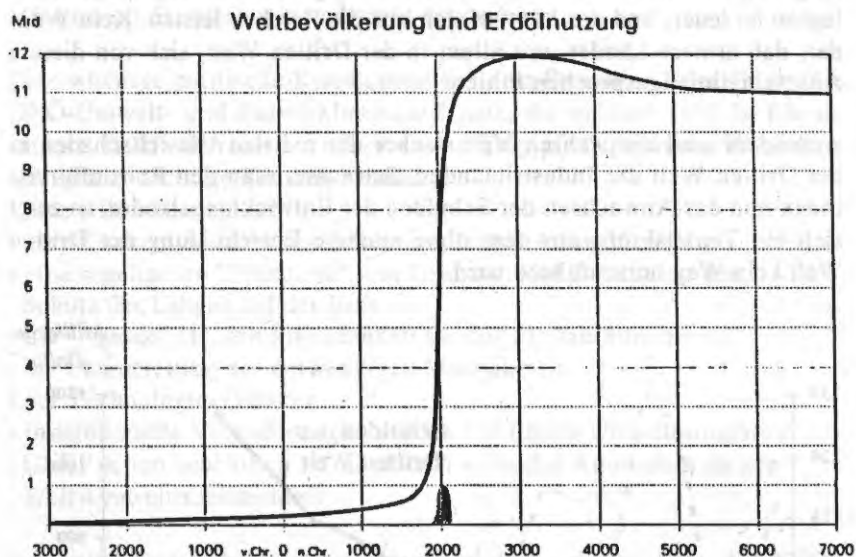


Abb.2

Wenige Generationen von Menschen sind im Begriff, die endlichen Erdölvorräte der Erde aufzubreuchen, und innerhalb dieser Generation kommt das Erdöl nur einem Teil der Menschheit zugute.²

Konsequenterweise sollten wir uns jetzt schon technologisch auf die Nach-Öl-Zeit einstellen.

Beim klassischen Umweltschutz deutet sich heute bereits eine gewisse Entspannung des Konflikts zwischen Ökonomie und Ökologie an. Das

² aus: IG Metall, Auto, Umwelt und Verkehr, Schriftenreihe Bd. 122, Frankfurt a. M. 1990, S. 42

Verbraucherverhalten hat die Industrie veranlaßt, aus ökonomischen Erwägungen heraus, umweltfreundlicher zu produzieren. Außerdem finden heute schon viele Menschen (0,5 Mio. in Deutschland) im Umweltschutz Beschäftigung. Und drittens: Eingesparte Kilowattstunden sind nicht nur gut für die Ökologie, sondern auch für die Ökonomie. So gibt es also einige Harmoniepunkte zwischen Ökonomie und Ökologie, aber das ist kein Grund zur Beruhigung. Denn die heutige Umweltpolitik ist Umweltschutz am Ende der Röhre und verursacht Kosten. Die Umstellung von Produktionen und die Entwicklung von Umweltschutztechnologien ist teuer, und das können sich nur die Reichen leisten. Kein Wunder, daß ärmere Länder, vor allem in der Dritten Welt, sich von diesem Ansatz nicht angesprochen fühlen.

Außerdem sind die wahren Verursacher der meisten Umweltschäden in der Dritten Welt die Industrieländer. Betrachtet man den Rohstoffpreisindex und das Anwachsen der Schulden der Entwicklungsländer, so zeigt sich ein Teufelskreis, aus dem ohne massive Entschuldung der Dritten Welt kein Weg herausführen wird.

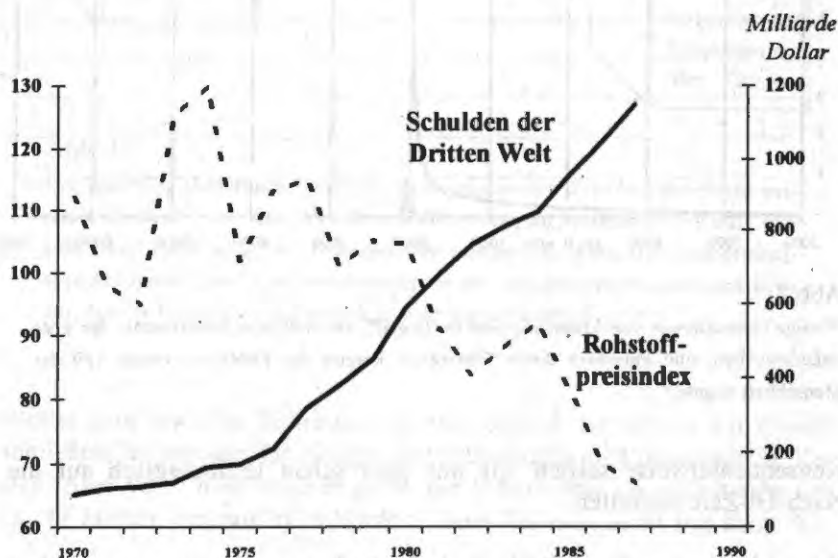


Abb.3
 Entwicklung der Rohstoffpreise und der Verschuldung der Dritten Welt von 1970 bis 1989.
 (Quellen: Weltbank und World Resources, Grafik: Mecks)

Das in diesem Zusammenhang wichtigste Dokument der 80er Jahre ist der sogenannte "Brundtland Bericht" ("Unsere gemeinsame Zukunft", Weltkommission für Umwelt und Entwicklung). Darin wird aufgezeigt, daß aus dem armen Süden in den reichen Norden 30 bis 50 Milliarden Dollar im Jahr fließen. Die Armen füttern also die Reichen, trotz Entwicklungshilfe, trotz Direktinvestitionen, Tourismus und anderen Geldströmen, die von Norden nach Süden fließen. Womit bezahlen die armen Länder das? Mit Natur! Über den Welthandel zwingt der Norden die Länder des Südens zu umweltschädlichem Wirtschaften. Schuld an der Misere sind demnach wir und nicht die anderen.

Eine wichtige politische Konsequenz aus dem Brundtland-Bericht ist die UNO-Umwelt- und Entwicklungskonferenz, die im Juni 1992 in Rio de Janeiro stattfinden wird. Diese auch "Erdgipfel" genannte Konferenz soll sieben wichtige Themen behandeln:

- eine Klimakonvention
- eine Konvention über den Schutz der biologischen Vielfalt
- eine sogenannte "Erdcharta", ein Grundsatzdokument über den Schutz des Lebens auf der Erde
- die "Agenda 21", ein Pflichtenheft für das 21. Jahrhundert
- die Finanzierung der notwendigen Maßnahmen
- der Technologie-Transfer
- institutionelle Veränderungen bei den UN (deren Umweltprogramm UNEP schon beachtlich ist, aber noch nicht das Äquivalent für ein Welt-Umweltministerium).

Erstmalig finden bei einer Großveranstaltung dieser Art die NGOs (Non-Governmental-Organisations) Beachtung. Allein 80 Veranstaltungen sollen im Umkreis des offiziellen Erdgipfels stattfinden, es wird also auch ein Welttreffen der NGOs sein.

Interessant ist der unterschiedliche Wortgebrauch im Norden und im Süden in Hinsicht auf die Konferenz. Während in den Industrieländern von UNO-Umweltkonferenz gesprochen wird, sprechen die Länder der Dritten Welt von "Weltentwicklungskonferenz" und erhoffen sich Impulse und konkrete Hilfe für ihre Entwicklung. Die Tragödie ist nur, daß Entwicklung in fast allen Fällen Umweltzerstörung bedeutet, gerade im Norden. Die Länder des Südens streben aber genau diesen Entwicklungsstand an. Um diesem Trend Einhalt zu gebieten, müßte entweder der Sü-

den mit ökonomischer oder mit Waffengewalt davon abgehalten werden, oder der Norden müßte auf einen neuen Wohlstand zusteuern, der sich ohne Zerstörung des Klimas auf die angewachsene Weltbevölkerung ausdehnen ließe.

Was die Überbevölkerung betrifft, so steht es uns nicht an, schulmeisterlich über die Frage der Geburtenregelung in den Ländern des Südens zu sprechen. Denn wir haben zwar zahlenmäßig geringe Geburtsraten, belasten aber die Umwelt um ein vielfaches mehr als die Menschen in den Entwicklungsländern.

Auch im Nord-Süd-Dialog über das Ozonloch sowie den Treibhauseffekt stehen wir schlecht da. Hier besteht die gleiche Asymmetrie: Über 90% der FCKWs und rund 70 bis 80 Prozent des Treibhauseffekts stammen aus dem industrialisierten Norden. Da ist es blind gegenüber dem eigenen Versagen, zu argumentieren "Wir sitzen alle in einem Boot" und zu verlangen, daß alle Länder gemeinsam die Treibhausgase vermindern. Es ist zwar richtig, daß wir alle in einem Boot sitzen, aber - so sagt Meyer-Abich - in diesem Boot sitzen wir in der Loge, und die anderen hängen zum Teil draußen an der Reling. Wenn das Klima auf der Erde sich dramatisch verändert, wenn der Meeresspiegel ansteigt, dann kann es gut sein, daß gerade in der Dritten Welt Länder verschwinden oder geschädigt werden (z.B. Bangladesch, die Malediven, das Nildelta). Wir würden klimatisch weniger vernichtend getroffen werden. Zudem haben wir das Geld, um notfalls die Deiche höher zu bauen. Trotzdem müssen wir Interesse daran haben, daß etwas getan wird. Die Frage ist nur, was können wir tun.

Mit dem bereits erwähnten neuen "Wohlstandsmodell" ist gemeint, daß es nicht notwendig sein wird, in Sack und Asche zu gehen, um das Klima zu retten. Betrachten wir noch einmal die CO_2 -Emissionen. Hier ist eine Veränderung um den Faktor 4 notwendig: nämlich statt einer Verdoppelung der CO_2 -Emissionen eine Halbierung. Wie können wir einen Faktor 4 an Energie einsparen?

Die technischen Möglichkeiten, ohne Komfortverlust mindestens einen Faktor 2 einzusparen, gibt es; bei weiterem technischen Fortschritt sicher auch bald um Faktor 3 bis 4. Die Überbrückung dieses Faktors mit Kernenergie oder Sonnenenergie erscheint dann überflüssig, zumal die Kernenergie nichts von ihrem Schrecken verloren hat und bei dem notwendigen Umfang auch die flächendeckende Gewinnung von Sonnenenergie eine Schreckensvision heraufbeschwört.

Wir glauben irrtümlicherweise, daß Energieverbrauch unvermeidlich mit Wohlstand zu tun hat. 150 Jahre lang wurde immer mehr Energie verbraucht, und Energie ist dabei immer billiger geworden. Technologische Ansätze, um Energie einsparen zu können, haben die Finanzwelt weniger interessiert als Arbeitsplatzrationalisierung. Es ist betriebswirtschaftlich sehr viel profitabler, menschliche Arbeitskraft einzusparen als Energie. Damit ist klar, was passieren muß, damit Energie eingespart wird: Die Energiepreise müssen angehoben werden. Volkswirtschaftlich ist es längst nicht mehr so, daß das Einsparen von Arbeitskraft profitabler ist als das Einsparen von Energie. Länder mit steigender Energieproduktivität stehen wirtschaftlich besser da. Deshalb stelle ich die folgende These auf: Der volkswirtschaftliche Wohlstand kann durch Energieeinsparung, das heißt durch Erhöhung der Energieproduktivität, gesteigert werden. Anders ausgedrückt: Die Preise auf dem Markt müssen die ökologische Wahrheit sagen. Sonst werden unsere Lebensgrundlagen durch den Marktmechanismus zerstört. Was aber ist die ökologische Wahrheit?

Dazu gibt es interessante Schätzungen, zum Beispiel über ökonomische Schäden Mitte der 80er Jahre in den alten Bundesländern. Die Umweltschäden im engeren Sinne (bezügl. Luft, Wasser, Boden) beliefen sich auf 100 Milliarden DM pro Jahr, das entspricht 5 Prozent des Bruttosozialprodukts. Bezieht man die Umweltschäden im weiteren Sinne, wie etwa Artenverluste, mit ein, so kann man ruhig von 200 Milliarden DM pro Jahr sprechen. Das sind 10 Prozent des Bruttosozialprodukts. Nur 1 Prozent zahlen übrigens die Verursacher der Schäden zum Ausgleich.

Größenordnung
der langfristigen Schäden
durch Umweltbelastungen

200 Mrd DM/Jahr
ca. 10% BSP

Größenordnung
der Schäden
nach L. Wicke

100 Mrd DM/Jahr
ca. 5% BSP

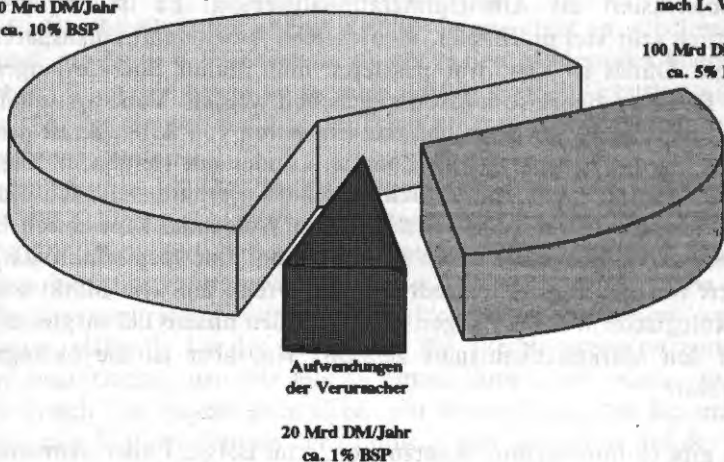


Abb. 4

Die Kosten berechnen sich aufgrund von Umweltbelastungen

(Quelle: Ernst U. von Weizsäcker: *Erdpolitik*, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt 1990 Grafik: Mecks)

Um den Faktor 10 muß also der Gebrauch der Natur verteuert werden, damit es nicht zu einem Verbrauch der Natur kommt. Es gibt nur ein Instrument, mit dem man realistischerweise dieses Ziel erreichen kann: eine ökologische Steuerreform. Nur damit dringt man bis in die benötigte Größenordnung vor. Die ökologische Lenkwirkung verschiedener Abgabeargumente ist zwar zielgerichtet, aber derzeit machen Lenkungsabgaben nur 0,1 Prozent des Bruttosozialprodukts aus.

Das liegt nicht zuletzt daran, daß Lenkungsabgaben einer strengen Beweisspflicht unterliegen. Die Natur von Steuern ist hingegen ganz klar so, daß keinerlei Beweisspflicht besteht, sondern allein die Notwendigkeit erklärt wird, die Mittel einzutreiben.

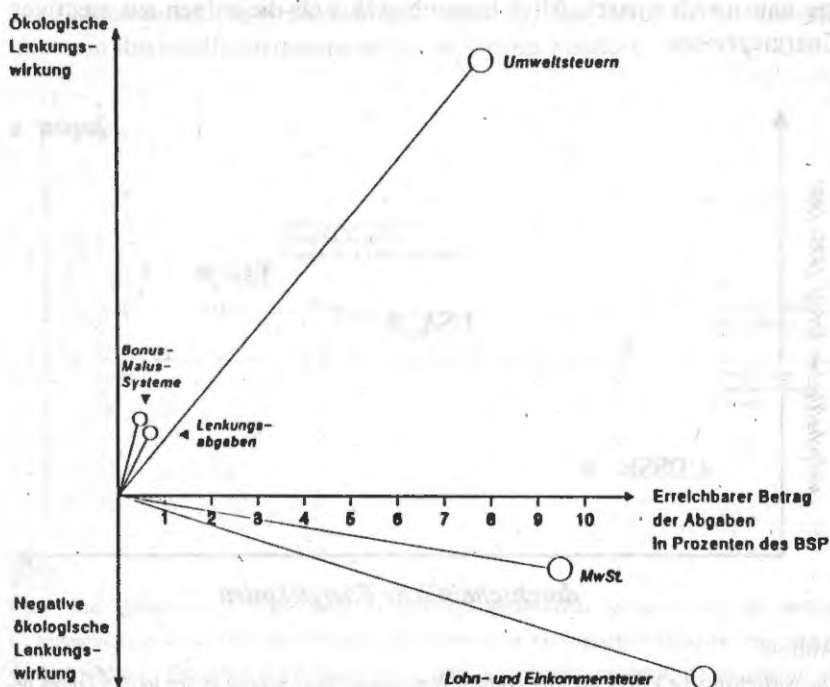


Abb. 5

Die ökologische Lenkwirkung von Umwelt-Abgabensystemen. Die Lenkwirkung ist nach oben aufgetragen. Die Lenkgenauigkeit (die spezifische Lenkungswirkung pro DM Abgabenhöhe) ist durch die Steigung der Verbindungsgrade zwischen dem Nullpunkten und den betreffenden Instrument symbolisiert; sie wird bei Bonus-Malus-Systemen am höchsten, bei Umweltsteuern an geringsten eingeschätzt. Dennoch kann die Lenkungswucht von Umweltsteuern die der anderen Abgabensysteme wesentlich übertreffen, wenn sie aufkommensneutral erhoben werden und darum eine vielfach größere Höhe erreichen könne als Lenkungsabgaben. Die ökologische Lenkwirkung von Umweltsteuern wird noch verstärkt, wenn zugleich Steuern mit negativer ökologischer Lenkwirkung vermindert werden.

Was erreicht man nun mit der Verteuerung der unerwünschten Energieformen? Zum einen wird man sich um eine Erhöhung der Energieproduktivität bemühen, zum anderen wird der Anteil der erneuerbaren Energieformen steigen. Bei langsamer Entwicklung wird das auch gar nicht den Ruin der Wirtschaft bedeuten. Länder mit hohen Energieprei-

sen haben sich wirtschaftlich besser bewährt als diejenigen mit niedrigen Energiepreisen.

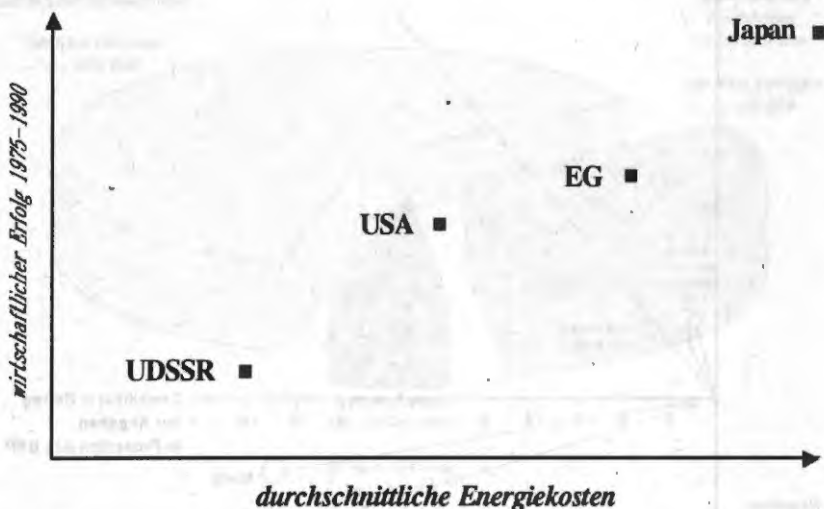


Abb. 6

Der wirtschaftliche Erfolg der vier größten Wirtschaftsblöcke scheint in den letzten Jahren unter hohen Energiepreisen nicht gelitten zu haben, eher im Gegenteil. Der "wirtschaftliche Erfolg" kann als ein etwas willkürlicher Mischindex aus Sozialproduktszunahme pro Kopf, Außenhandelsbilanz, Aktienindex und Vollbeschäftigung definiert werden (wobei gar nicht oder nicht in vergleichbarem Sinn existiert). *Grafik: Mecks*

Hier ist nun der Vorschlag, bei dem ich gegenwärtig politisch angelangt bin: Die Energiepreise sollten um 5 Prozent im Jahr angehoben werden. Das ist eine geringere Differenz als die Ölpreisschwankungen oder Dollarkursschwankungen. Die Bevölkerung würde diese Verteuerung gar nicht merken, denn ihr Hauptadressat wäre die Technologie. Die Industrieproduktion würde sich dann sehr schnell umstellen auf energiesparende Produkte, z. B. in der Automobilherstellung. Eine Erhöhung der Treibstoffpreise läßt den Benzinverbrauch rasch sinken, das kann man jetzt schon im Ländervergleich sehr schön nachweisen.

Wird die Gewinnsituation der verschiedenen Branchen der Wirtschaft aufgetragen gegenüber Energie- und Verschmutzungsintensität, so zeigt sich bei einer angenommenen Verteuerung von Energie und Verschmut-

zung, daß bestimmte Branchen ins Minus geraten, während die Investitionen in die intelligenzintensiveren Branchen wandern.

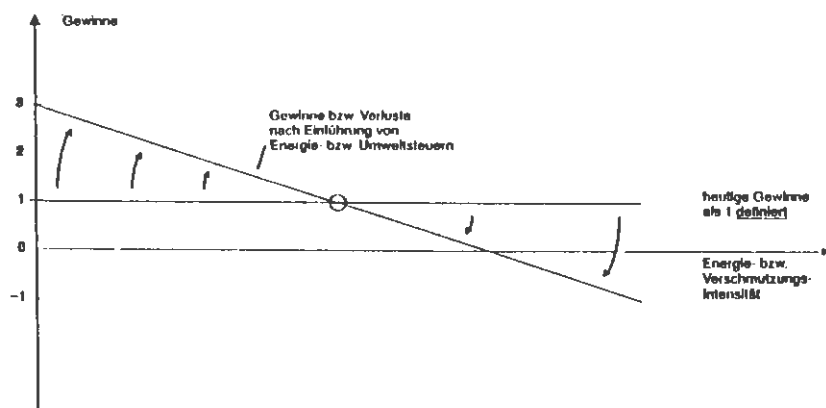


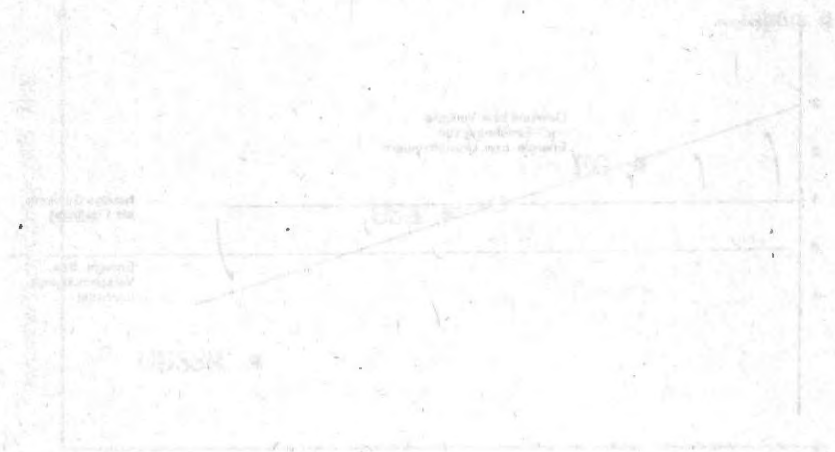
Abb. 7

Über einer Achse von Energie- oder Verschmutzungsintensität definieren wir die heutige Gewinnsituation als 1. Bei schrittweisem Einführen einer ökologischen Steuerreform geraten die Betriebe oder Branchen mit hoher Energie- oder Verschmutzungsintensität langsam in die roten Zahlen, während sich das Betriebsergebnis in den relative sauberen Branchen verbessert. Als Folge wandern Arbeit, Investitionskapital und Technologie von "rechts" nach "links" (ökologischer Strukturwandel).

Denn das Investitionskapital erwartet dann hier die Gewinne. Das ist nichts anderes als eine Modernisierung der Wirtschaft mit Wohlfahrtseffekten (Beispiel: Japan). Gleichzeitig mit diesem Technologie- und Strukturwandel würde auch ein gewaltiger Kulturwandel einhergehen, verbunden mit einem Wertewandel, denn ästhetische, kulturelle und zwischenmenschliche Werte sollten als positive Werte wiederentdeckt werden, nachdem zuvor saubere Luft, Wasser etc. im Vordergrund gestanden haben. Das stünde gar nicht im Gegensatz zur ökonomischen Steuerung, sondern ginge Hand in Hand damit. Denn erst wenn derjenige, der sich umweltverträglich verhält, davon auch Nutzen hat, wird er sich mit dieser kulturellen Innovation durchsetzen.

Zusammenfassend läßt sich der Gegensatz zwischen der derzeitigen Umweltpolitik und der skizzierten Umweltpolitik wie folgt darstellen: Heute wird Umweltpolitik als Kampf gegen die Wirtschaft verstanden.

Eine echte Chance für eine erfolgreiche Umweltpolitik ergibt sich aber viel eher durch eine Einbindung der Wirtschaft in den Ökologisierungsprozess. [36]



Die Einbindung der Wirtschaft in den Ökologisierungsprozess ist ein zentraler Aspekt der Umweltpolitik. Durch die Einbindung der Wirtschaft in den Ökologisierungsprozess kann die Umweltpolitik wirksamer und nachhaltiger werden. Die Einbindung der Wirtschaft in den Ökologisierungsprozess ist ein zentraler Aspekt der Umweltpolitik. Durch die Einbindung der Wirtschaft in den Ökologisierungsprozess kann die Umweltpolitik wirksamer und nachhaltiger werden. Die Einbindung der Wirtschaft in den Ökologisierungsprozess ist ein zentraler Aspekt der Umweltpolitik. Durch die Einbindung der Wirtschaft in den Ökologisierungsprozess kann die Umweltpolitik wirksamer und nachhaltiger werden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Einbindung der Wirtschaft in den Ökologisierungsprozess ein zentraler Aspekt der Umweltpolitik ist. Durch die Einbindung der Wirtschaft in den Ökologisierungsprozess kann die Umweltpolitik wirksamer und nachhaltiger werden.

Globale Klimaveränderungen - neuester Sachstand, regionale Differenzierungen

Prof. Dr. Hartmut Graßl

Wenn die Wärmestrahlung von der Erde in Richtung All abgestrahlt wird, trifft sie auf Kohlendioxid-Moleküle. Diese nehmen die Strahlungsenergie auf und fangen an zu schwingen. Die Atmosphäre heizt sich in der Folge auf, und Energie wird zur Erde zurückgeschickt. Der Treibhauseffekt, der durch diese Vorgänge hervorgerufen wird, ist keine Errungenschaft der Industriegesellschaft, sondern er entfaltet seine Wirkung bereits vor der Existenz des Menschen. Mehr noch: Der Treibhauseffekt macht Leben auf der Erde erst möglich, denn er sorgt dafür, daß keine unwirtlich kalten Temperaturen herrschen. Ohne ihn hätten wir eine Durchschnittstemperatur von minus 15° C und nicht von plus 15° C.

Neben dem Kohlendioxid sind noch andere Komponenten am Treibhauseffekt beteiligt. In der Reihenfolge ihrer Bedeutung sind zu nennen: Wasserdampf, Wolken, Kohlendioxid (CO₂), Ozon (O₃), Lachgas (N₂O), Methan (CH₄) und - durch den Menschen neu hinzugekommen - die Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKWs). Alle bremsen die Energieabstrahlung ins All.

Die Zusammensetzung der Treibhausgase hat sich auch in vergangenen Zeiten verändert. Nur müssen wir heute innerhalb eines Jahrzehnts Veränderungen registrieren, die sonst über einen Zeitraum von 100.000 Jahren abgelaufen sind. Der Mensch greift durch seine Industrieproduktion in ein empfindliches und komplexes Gefüge. Die Atmosphäre ist ein raffiniertes System, das auf winzige Veränderungen wie ein Seismograph mit massiven Ausschlägen reagiert.

Das Klimageschehen wird in erster Linie vom Wasser bestimmt. Die dunkelsten, aber auch die hellsten Teile der Erde bestehen aus Wasser, nämlich aus dem Wasser der Ozeane und dem Eis der Arktis und Antarktis. Diese Flächen spielen eine große Rolle bei der Strahlungsbilanz der Erde: Helle Flächen reflektieren die Strahlung, dunkle Flächen neh-

men Strahlung auf. Das Wasser der Erde - ob Eis, ob Wasser, ob Wasserdampf - befindet sich in einem ständigen großen Kreislaufprozeß. Dieser Kreislauf wird bereits durch kleine Veränderungen in der Zusammensetzung der Treibhausgase beeinflusst.

Das Klima auf der Erde ist abhängig von Wechselwirkungen zwischen Luft, Wasser, Eis, Gestein, Boden und Lebewesen - ein kompliziertes System, in dem einzelne Rhythmen auf Zeitskalen von 10^9 Jahren bis herunter zu 10^{-2} Jahren stattfinden. Diese Abläufe, die sich teilweise rasend schnell abspielen und teilweise über lange Zeiträume hinziehen, wirken aufeinander ein. Deshalb kann das Klima als Ganzes kein stabiles System sein. Das Klima stellt sich dem Beobachter dar als ständiges Auf und Ab, als ein "random walk".

Energiespender für unsere Erde ist die Sonne. Sie ist der Motor der Lebensprozesse und des Klimas. Erstaunlich erscheint zunächst einmal die Tatsache, daß die Sahara, in der es doch bekanntermaßen so heiß ist, ein Strahlungsverlustgebiet genannt werden muß. Es herrscht hier extreme Trockenheit, und tagsüber heizt sich die Oberfläche wie ein Glutofen auf. Diese Hitze strahlt aber vom Wüstenboden wieder zurück hinaus ins All, und keine Wolkendecke verhindert dies.

Die wahren Gewinnzonen, was die Energiebilanz anbelangt, sind die tropischen Regenwälder und die tropischen Ozeangebiete. Hier wird die Wärmeenergie durch Wolken festgehalten. Ein Energiegewinn kommt hier also nicht zustande, indem viel Sonnenenergie einstrahlt, sondern indem der Wärmeverlust durch Ausstrahlung verhindert wird. Aufgrund einer geringfügigen Veränderung in der Zusammensetzung der Treibhausgase (oder auch: Spurengase), die der Mensch innerhalb eines Jahrzehnts verursacht hat, gerät das Gleichgewicht der Strahlungsbilanz auf der Erde außer Kontrolle. Vom Erdboden strahlen 63 Watt pro Quadratmeter in den Weltraum zurück. Die Zunahme an Kohlendioxid, Methan und Lachgas, die unsere Atmosphäre innerhalb eines Jahrzehntes zu verzeichnen hat, machen bereits eine Verminderung der Ausstrahlung um 0,5 Watt pro Quadratmeter aus. Der Treibhauseffekt wird angeheizt.

Es gibt allerdings auch gegenläufige Tendenzen. Durch den Abbau des Ozons durch die FCKWs, der bevorzugt in 20 Kilometer Höhe stattfindet, wird der Treibhauseffekt vermindert. Es ist sogar damit zu rechnen, daß es in den nächsten Jahren wieder etwas kühler auf der Erde wird, was der Diskussion um die drohende Klimakatastrophe Hohn zu spre-

chen scheint. Denn es gibt einen weiteren Grund dafür: Durch den Ausbruch des Vulkans Pina Tubo auf den Philippinen befinden sich jetzt erhebliche Mengen Schwefelsäure-Tröpfchen im Umlauf der Atmosphäre. Durch chemische Reaktionen ist die Schwefelsäure am massiven Ozonabbau in etwa 20 Kilometern Höhe beteiligt und steuert dem Treibhauseffekt entgegen. Dies kühlt die Erde um ein bis drei Zehntel Grad Celsius ab. Bereits nach zwei Jahren fallen die Schwefelsäuretropfen aber wieder aus der Atmosphäre als Regen herab, und die Linderung des Treibhauseffekts ist dann zuende.

Um die Bedeutung der vom Menschen zusätzlich in die Atmosphäre abgegebenen Treibhausgase zu beurteilen, muß man verschiedene Faktoren berücksichtigen wie Volumenanteil, Zunahme, Lebensdauer und Treibhauspotential des jeweiligen Gases. Dabei zeichnen sich die FCKWs durch eine rasante Zunahme in den 80er Jahren aus, durch eine lange Lebensdauer und durch ein besonders hohes Treibhauspotential. Aus diesem Grund war der Beschluß des Deutschen Bundestags vom 9. März 1989, bis 1995 aus der FCKW-Produktion auszusteigen, zunächst einmal der effektivste Schritt, den man tun konnte, um dem Treibhauseffekt entgegenzusteuern, wenn auch wegen des Ozonabbaus durch die FCKWs noch drastischere Schritte wünschenswert gewesen wären. Denn der Ozonabbau ist schneller fortgeschritten, als die Wissenschaft dies vorausgerechnet hat, und damit wird der Schirm über unseren Köpfen, der uns vor schädlicher UV-B-Strahlung schützt, dünner und dünner.

Über die Klimaentwicklung Aussagen zu machen, ist schwierig. Es handelt sich dabei um wissenschaftliche Modellvorstellungen beziehungsweise um Modellberechnungen in Größenordnungen, wie sie Menschen vorher noch nie durchgeführt haben. Große Computeranlagen brauchen Monate, bis sie die Ergebnisse berechnet haben; die Forschungsprojekte verschlingen mehrere Millionen Mark.

Wir hatten nun bereits vier warme Winter in Mitteleuropa. 1990 war das wärmste Jahr, und das erste Halbjahr dieses Jahres war das wärmste Halbjahr, seitdem man die Temperaturen mißt und das Klimageschehen beobachtet. Dies sind wissenschaftlich noch keine Beweise für eine Klimaverschiebung. Es kann sich auch um natürliche Schwankungen handeln. Als warnende Indizien aber sollte man diese Beobachtungen gelten lassen.

Klimamodelle und Befunde aus der Klimageschichte sind zur Zeit die Hauptargumente bei einer Abschätzung der bevorstehenden Klimaände-

rungen. Hauptergebnisse der jetzt vorliegenden ersten Rechnungen mit gekoppelten Ozean-Atmosphäre-Modellen und der Paläoklimatologie sind:

Bei ungebremstem Spurengasanstieg, wie vom Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) der Vereinten Nationen vorgegeben, steigt die Temperatur im kommenden Jahrhundert im Mittel um 3 Grad Celsius, d. h. etwa 10 mal so rasch wie bei stärksten natürlichen Schwankungen und auf Werte, die die Menschheit noch nie erlebt haben.

Nur grob die Hälfte des zu einem Zeitpunkt im Strahlenhaushalt angelegten Temperaturanstiegs ist dann jeweils realisiert.

Die Kontinente erwärmen sich rascher als die Ozeangebiete ohne Meer eis, so daß sich die südliche Erdhälfte insgesamt langsamer erwärmt.

In Gebieten kräftiger winterlicher Durchmischung der Ozeane ist der Temperaturanstieg am geringsten.

In den inneren Tropen sowie in hohen nördlichen Breiten nehmen die Niederschläge im zonalen Mittel signifikant zu, die Monsunzirkulation zeigt eine Tendenz zur Verstärkung.

Seit 160.000 Jahren ist es jeweils warm, wenn CO_2 und CH_4 hohe Konzentrationswerte zeigen und besonders kalt, wenn diese besonders niedrig sind: Um 4-5 Grad Celsius war es im globalen Mittel kälter, als Teile Deutschlands unter dem Inlandeis oder Gletschern lagen.

Die Konsequenzen des Treibhauseffekts kann man heute also schon klar benennen. Wenn das Weltklima wärmer wird, wird es auch zu vermehrten Niederschlägen kommen. Dies betrifft die Regionen um den Äquator ebenso wie die hohen südlichen und nördlichen Breiten. Es wird zu einer Verschiebung der Anbauzonen kommen, wodurch die Welternährung gefährdet ist. Insgesamt werden die Vegetationszonen sich auf der Erde verändern, die borealen Wälder werden dann zusammenbrechen, sie werden den raschen Veränderungen nicht standhalten können. Das Artensterben wird beschleunigt. Der Meeresspiegel steigt dann innerhalb des nächsten Jahrhunderts um 60 Zentimeter (+/- 35 cm). All diese überdimensionalen Veränderungen werden eine tragische Wirkung nach sich ziehen: Es wird ein globales Flüchtlingsproblem auf die Menschheit

zukommen, das man sich in den Ausmaßen noch gar nicht schlimm genug ausmalen kann.

Um diese verhängnisvolle Entwicklung zu verhindern, müssen wir es schaffen, pro Kopf den Rohstoff- und Energieverbrauch drastisch zu senken. Denn eine Erwärmung unter 2 Grad Celsius im globalen Mittel kann nur durch eine Abkehr von den fossilen Brennstoffen bis zum Jahre 2050 erreicht werden. Eine Möglichkeit bietet uns die Sonne. Wenn wir es schaffen, die Sonne als Energiequelle zu nutzen, sind wir enorme Schritte weitergekommen. Um dieses Ziel in vielleicht 50 oder 70 Jahren zu erreichen, müssen wir jetzt starten. [40]

Klimapolitik - Was tut die Bundesregierung für Rio '92?

Prof. Dr. Wolfgang Engelhardt

Stellt man die Frage "Was haben die Bundesrepublik Deutschland und andere Länder getan, um die genannten Probleme in der Politik zu berücksichtigen?", so muß man zunächst zwanzig Jahre zurückblicken.

1972 fand in Stockholm die erste UN-Umweltkonferenz statt. Die Industriestaaten wollten damals die Entwicklungsländer dazu bewegen, Umweltstandards einzuführen. Indhira Gandhi aber stellte die Devise auf "Erst Entwicklung, dann Umweltschutz", und nach dieser Devise verlief dann der Rest der Konferenz. Ein tragischer Irrtum, denn eigentlich hätte es heißen müssen "Entwicklung und Umweltschutz". Trotzdem stellt die Stockholmer Konferenz einen Markstein dar: Der Umweltschutz ist dort zum ersten Mal international politikfähig geworden.

1989 wurde aufgrund des Brundtland-Berichts "Our Common Future" der Beschluß gefaßt, eine weitere Weltumweltkonferenz zu veranstalten. Vom 1. bis 12. Juni 1992, also genau zwanzig Jahre nach Stockholm, lädt Brasilien zur Konferenz in Rio de Janeiro.

Vergleicht man die Situation damals und heute, so werden doch einige Unterschiede deutlich: Reiste damals ein Staatssekretär als Leiter der deutschen Regierungsdelegation aus dem Innenministerium nach Stockholm, so ist es heute der Bundeskanzler persönlich, der nach Rio fliegt. Und während sich vor zwanzig Jahren die NGO nur indirekt äußern konnten, sind sie in Rio gleichberechtigte Mitglieder der Delegationen. Dieser Modus wurde auf der ersten Vorkonferenz in Nairobi erstritten. Die Probleme jedoch sind seit 1972 enorm angewachsen. Entsprechend groß sind die Hoffnungen, die mit der Konferenz von Rio verknüpft werden. 156 Staaten haben ihre Teilnahme angemeldet. Doch schon die Vorbereitungen verlaufen nicht optimal. Das Programm ist total überfrachtet, in acht Konferenztagen will man alle Probleme ansprechen. Eine Prioritätenliste wäre da besser gewesen.

Wichtiger als die Veranstaltung in Rio sind die Vorbereitungskonferenzen, denn dort wird die eigentliche Arbeit geleistet, während die Konferenz in Rio nur eine Show sein wird, für die die Papiere schon vorbereitet sind.

Die vierte Vorbereitungskonferenz findet im Februar '92 statt. Die Zusammensetzung der einzelnen Delegationen ist oftmals kritikwürdig, vor allem lassen die Ländervertreter oft jegliches Fachwissen vermissen.

Zwei internationale Konventionen sollen in Rio verabschiedet werden: eine Konvention zum Klimaschutz und eine zur Erhaltung der Artenvielfalt. Unverständlich ist, warum nicht auch eine Waldkonvention verabschiedet wird, denn die Waldvernichtung ist mit 20 Prozent am Treibhauseffekt beteiligt, und in den Tropischen Regenwäldern leben mindestens 50 Prozent aller Pflanzen- und Tierarten. Bei den Verhandlungen prallen wieder Gegensätze zwischen Nord und Süd aufeinander. Die Industrieländer sollen den Natur- und Umweltschutz für die Entwicklungsländer zahlen. Die USA hingegen sind nicht einmal bereit, ihre eigenen Kohlendioxid-Emissionen zu senken, weil sie ihrer Wirtschaft nicht schaden wollen.

Wegen der deutschen Wiedervereinigung hat die Bundesregierung erst spät mit den Vorbereitungen für Rio begonnen. Unter den Regierungschefs stehen jedoch Kohl und Mitterrand durch ihr Engagement für die Tropenwälder an der Spitze. Ausgerechnet Japan - ein Land, das wie kein anderes an der Waldvernichtung beteiligt ist - hat die fortschrittlichsten Vorschläge für eine Tropenwaldkonvention gemacht.

Dennoch kann man auch weiterhin einige Hoffnungen mit der Konferenz in Rio verknüpfen:

- Die Konferenz soll der Startpunkt für konkrete umweltpolitische Arbeit sein (Agenda 21).
- Die NGO mit ihrem Sachverstand sind miteinbezogen worden.
- Jeder Staat ist verpflichtet, einen Umweltreport zu erstellen und in Rio vorzulegen.

Was den Report der Bundesrepublik betrifft, so muß man feststellen, daß er zwar viele Daten enthält, aber zu wenige politische Aussagen.

Energie und Klima

Prof. Dr.-Ing. Klaus Traube
aufgezeichnet von Stefan Wehmeier

Ordnungspolitische Maßnahmen bieten die zur Zeit besten Möglichkeiten im Energiesektor den Ausstoß von Kohlendioxid (CO_2) zu verringern. Wie Prof. Dr. Klaus Traube, Leiter des Bremer Instituts für kommunale Energiewirtschaft und -politik, betonte, könnten besonders in den Bereichen Wärmeschutz und Stromersparnis in kürzester Zeit mittels ordnungspolitischer Veränderungen vielversprechende Erfolge erzielt werden. Für die Bundesrepublik, so der ehemalige Geschäftsführer der Fa. INTERATOM und als solcher verantwortlich für den Bau des "Schnellen Brüters" in Kalkar, bestehe gar ein ordnungspolitischer Nachholbedarf, der schnellstens vollzogen werden müsse. Im folgenden sollen die Probleme bei der Senkung des Energieverbrauchs sowie mögliche Handlungsstrategien, wie sie im Vortrag aufgezeigt wurden, nachgezeichnet werden.

I. Problembeschreibung

Energie ist (auch ohne Kohlendioxid) die bedeutendste Quelle lokaler und globaler Umweltverschmutzung und -zerstörung. So wird das Waldsterben hauptsächlich durch Schwefeldioxide und Stickoxide aus Industrie- und Verkehrsemissionen verursacht. Den zentralen Faktor des Gefahrenpotentials für das Weltklima bildet jedoch das CO_2 . Daher soll es im folgenden ausschließlich behandelt werden.

Obwohl Kohlendioxid ein globales Problem darstellt, sind dessen Verursacher keineswegs gleichmäßig über den Erdball verteilt. So ist ein Viertel der Weltbevölkerung für rund drei Viertel des CO_2 -Ausstoßes verantwortlich. Dieses Viertel der Weltbevölkerung sind die Bewohner der Industrieländer, vor allem repräsentiert durch die Amerikaner mit einem in der Welt sonst unerreichten Ausstoß von 19,7 Tonnen pro Kopf und Jahr. In Westeuropa stehen an der Spitze der Kohlendioxidemissionen die Niederlande (13,9 t) und Deutschland (13,7 t - West und Ost). Der durchschnittliche Energieverbrauch, und damit, vereinfacht, auch die durchschnittliche CO_2 -Freisetzung, ist in den Industrieländern pro Kopf

zehn Mal höher, als in den Entwicklungsländern. Ein Vergleich der Vereinigten Staaten mit Bangladesch offenbart dabei extreme Mißverhältnisse: Ein US-Bürger hat im Durchschnitt einen hundertfach höheren CO_2 -Verbrauch als ein Bangladeschi. Daß die Kohlendioxidemission noch lange Zeit ein ausgesprochenes Problem der Industrieländer sein wird, verdeutlicht ein weiteres Beispiel: Würden die Entwicklungsländer den pro Kopf-Verbrauch an Energie verdoppeln und die industrialisierten Staaten ihren pro Kopf-Verbrauch im gleichen Zeitraum um ein Drittel senken, wäre der Endverbrauch genauso hoch wie im Moment. Eine Reduktion des Kohlendioxidausstoßes muß daher von den technisch hochentwickelten Ländern ausgehen. Dabei ist die Vorbildfunktion, die mit der Durchsetzung einer CO_2 sparenden Technik verbunden sein könnte, nicht zu unterschätzen: in den Entwicklungsländern wird eine umweltangepaßte Industrialisierung eher dann stattfinden, wenn die Industrienationen diesen Weg vorexerzieren.

2. Möglichkeiten der Kohlendioxidreduktion

Greifen gegen sonstige Verschmutzungen heute oftmals mehr oder weniger weit entwickelte Technologien (erinnert sei an den Katalysator im Pkw oder Entschwefelungsanlagen in Großkraftwerken) ist die Freisetzung von Kohlendioxid mit der Nutzung fossiler Energieträger (Kohle, Gas und Öl) naturnotwendig verbunden. Da die fossilen Energieträger einen Anteil von 90 Prozent am Gesamtenergieverbrauch haben, gibt es dementsprechend nur ein adäquates Mittel, den CO_2 -Ausstoß zu reduzieren: der Verbrauch von Kohle, Gas und Öl muß drastisch gesenkt werden.

Eine Möglichkeit zur Reduktion der Kohlendioxidemissionen ist die Substitution. Dabei gibt es zwei Varianten: zum einen die Substitution der fossilen Energieträger untereinander, wobei es hier auf die chemische Zusammensetzung der Stoffe ankommt: Brennstoffe mit hohem Wasserstoffanteil setzen weniger Kohlendioxid frei als kohlenstoffhaltigere. Der schwarze Peter der CO_2 -Freisetzung kann der Braunkohle zugeschoben werden - gegenüber der Menge Kohlendioxid, die beim Verbrennen von Erdgas entsteht, ist der Ausstoß bei der Verfeuerung von Braunkohle doppelt so groß. Steinkohle hat gegenüber Gas einen rund zwei Drittel höheren Ausstoß, beim Öl beträgt die zusätzliche Emission etwa ein Drittel.

Zum anderen aber existiert die Möglichkeit, fossile Energieträger durch Kernenergie oder regenerative Energien zu substituieren. Von der Substitutionskapazität her erscheinen diese Möglichkeiten geeigneter.

a) Sonne, Wind, Wasser und Biomasse

Jährlich beliefert uns die Sonne mit einer Energieleistung, die 10.000 Mal das abdeckt, was wir als Erdbevölkerung im Jahr gegenwärtig nutzen. Daß der Anteil der Solarkraft am Weltenergiekonsum momentan noch so geringe Bedeutung hat, ist dabei kein Problem der Technologie. Jetzt schon ist es keine "technische Spinnerei" mehr, zu behaupten, der gesamte Weltenergiebedarf sei mit Solartechnik und anderen erneuerbaren Energieträgern, wie Windkraft und Biomasse, zu decken. Umweltverträgliche Energietechnologien sind in großer Anzahl vorhanden, sie brauchen nicht erst entwickelt zu werden. Ohne Zweifel ist ihr technischer Standard noch bei weitem nicht optimal, doch wenn man ihre Geschichte kennt, weiß man, daß das Primat der Kernenergieforschung die Entwicklungsmöglichkeiten regenerativer Energieträger lange behinderte. Vor 1975 gab es keine einzige Mark vom Bund für diesen Forschungszweig.

Die gerade genannten Zahlen zu Sonnenenegeieeinstrahlung und Jahresverbrauch (10.000 : 1), verdeutlichen, daß erneuerbare Energieträger kein Flächenproblem sind, aber: Betrachtet man regionale oder lokale Gebiete, ist das Verhältnis von Einstrahlung und menschlichem Konsum schon ein anderes: Für das Gebiet der Bundesrepublik (West) beträgt der Faktor nur noch 100; für eine Großstadt wie München ist der Faktor gar Eins. Da nicht alle Energie, die zur Erde gestrahlt wird, auch nutzbar gemacht werden kann, ist es unmöglich, eine deutsche Großstadt aus dem täglich auftreffenden Energiereservoir der Sonne zu versorgen. Der Wirkungsgrad bei der energetischen Verwertung von Biomasse beträgt nur ein Prozent, setzt man die einfallende Sonnenenergie gleich hundert. Dezentrale Energieversorgung von Großstädten ist demnach eines der zentralen Probleme beim Rückgriff auf erneuerbare Energiequellen. Die Überwindung dieser Schwierigkeit ist einzig durch einen immensen Einsatz finanzieller Mittel möglich; die notwendigen Summen würden aber jeden ökonomisch verkraftbaren Rahmen sprengen.

b) Atomstrom oder die Welt der Zukunftsforschung

Weltweit wird mittlerweile rund 18 Prozent der Stromversorgung mit Kernenergie gedeckt. Strom trägt zum Energiebedarf der Verbraucher, dem sogenannten Endenergiebedarf, einen Anteil von 13 Prozent bei. Demnach beträgt der durch Atomstrom gewährleistete Endenergieverbrauch insgesamt 2,3 Prozent. Die Bundesrepublik (West) ist mit fünf bis sechs Prozent nach Frankreich unter den großen Industrieländern dasjenige Land mit der zweithöchsten Versorgung des Endenergiekonsums

durch Kernenergie. Damit dieser Energiezweig zu einer deutlichen Verringerung des Kohlendioxidausstoßes beitragen könnte, müßte er bis zu einem Anteil von mindestens 20 Prozent am Endenergieverbrauch ausgebaut werden. Allein aus ökonomischen Gründen ist dieser Weg eine der ungünstigsten Lösungsmöglichkeiten, die es gibt. Das mit Atomkraftwerken stets verbundene immense Gefahrenpotential und die noch weitgehend ungeklärte Frage der Entsorgung sind dabei noch völlig außer Acht gelassen.

Um nun Aussagen zu CO₂-Reduktionsstrategien machen zu können ist eine grundlegende Datenbasis vonnöten. Abbildung 8 veranschaulicht die Entwicklung des Endenergieverbrauchs gemessen in Millionen Tonnen Steinkohleeinheiten (tSKE) in der Bundesrepublik Deutschland von 1973-1989. Der Gesamtendenergieverbrauch ist mit einer Abnahme von nur drei Prozent nahezu gleich geblieben. Allerdings hat sich die Zusammensetzung der verbrauchten Endenergie stark verändert. Der Anteil des Verkehrs ist um 49 Prozent gestiegen, während der industrielle Anteil um 19 Prozent und der Verbrauch in Haushalten um elf Prozent gesunken sind. Für die Industrie bedeutet das bei einer gleichzeitig erfolgten Produktionssteigerung von 23 Prozent eine Erhöhung der Energieproduktivität von mehr als 40 Prozent. Im Sektor Haushalte/Kleinverbrauch ist der Rückgang vor allem auf eine Effizienzsteigerung im Bereich der Raumheizung zurückzuführen. Vergleicht man den tatsächlichen Energiekonsum des Jahres 1989 mit Prognosen aus den Siebziger Jahren (Abbildung 9), kann sogar von einer "Erfolgsstory Energiesparen" gesprochen werden. Dargestellt sind die offiziellen Energieprogramme der jeweiligen Bundesregierung; ausgeführt wurden die Prognosen von drei renommierten Forschungsinstituten. Ging die erste Energieprognose aus dem Jahr 1973 von einem Primärenergieverbrauch von rund 600 tSKE im Jahr 1985 aus, was einer Steigerung von 60 Prozent gleichgekommen wäre, mußte diese Prognose immer wieder neu fortgeschrieben und dabei nach unten revidiert werden, um am Ende immer noch rund 50 tSKE über dem tatsächlichen Verbrauch von etwa 380 tSKE zu liegen.

Energieverbrauch der Bundesrepublik Deutschland in Mio. t SKE

	1973	1989	Differenz in %
Industrie	95,6	77,9	- 19 %
Verkehr	45,7	67,9	+ 49 %
Haushalte/ Kleinverbraucher	112,6	100,7	- 11 %
Summe	253,9	246,5	- 3 %
Nicht Energie	29,9	26,5	- 11 %
Umwandlung	94,7	109,8	+ 16 %

Primärenergieverbrauch der Bundesrepublik Deutschland in Prozent

Primärenergie gesamt 1973 378,5 Mio. t SKE
1989 382,8 Mio. t SKE

	1973	1989	Differenz in %
Erdöl / Erdgas	65,4 %	57,3 %	- 8,1 %
Stein- /Braunkohle	31,0 %	27,7 %	- 3,3 %
Kernenergie	1 %	12,6 %	+ 11,6 %
Sonstige	2,6 %	2,4 %	- 0,2 %

Realer Zuwachs von 1973 bis 1988

-Industrieproduktion 23 %
-Bruttosozialprodukt 33 %
-PKW Bestand 70 %

Grafik: Mecks

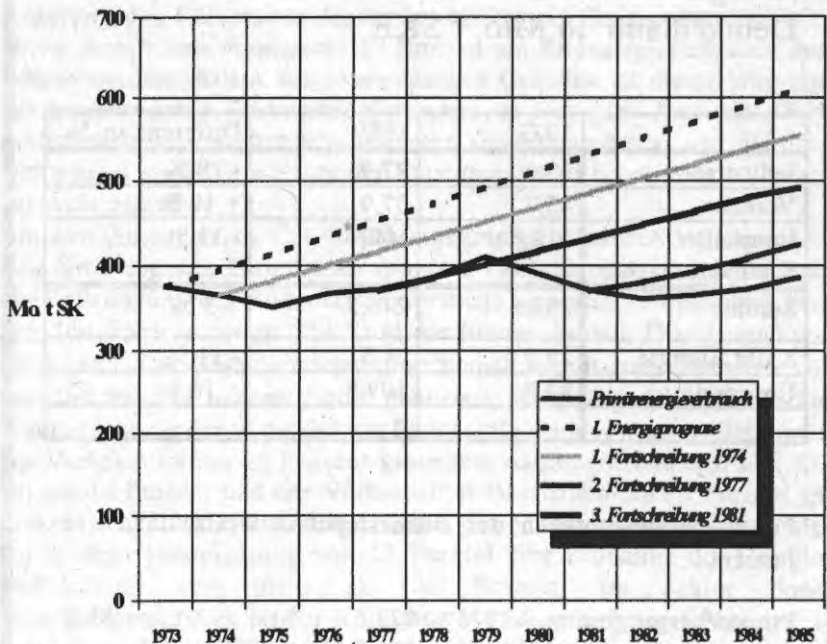


Abb. 9

Grafik: Mecks

Sämtliche Gutachten hatten also deutlich zu hohe Energieverbrauchswerte vorhergesagt, was nicht nur eventuell Rückschlüsse über die prognostische Fähigkeit der verschiedenen Institute ermöglicht, sondern eine politische Strategie offenbart, denn: In der energiepolitischen Diskussion der Siebziger Jahre ging es nicht um die reine Erkenntnis dessen, was künftig an Energie notwendig sein würde. Vielmehr ging es darum, zu zeigen, daß künftig kein Weg am Ausbau der Kernenergie vorbeiführen könne. Energieunternehmen und das Bundeswirtschaftsministerium arbeiteten dabei Hand in Hand. Auch heute zeigt sich noch deutlich genug, daß das Thema Energie keine rationale Behandlung erfährt, sondern ein Politikum ist: Zwar liegt ein Beschluß der Bundesregierung vor, die Emission von Kohlendioxid bis zum Jahr 2005 um 25 Prozent zu senken, allerdings zeigt der jüngst vorgelegte Entwurf des neuen Energieprogramms von Bundeswirtschaftsminister Möllemann neben geringfügigen Verschärfungen im Energiewirtschaftsgesetz eine Politik des "laissez-faire", die, in Anbetracht der ökologi-

schen Realitäten, völlig deplaziert scheint. Will die Bundesregierung ihr Versprechen einhalten, und wirklich den Kohlendioxidausstoß in oben beschriebenem Maße verringern, bietet der Entwurf des neuen Energieprogramms dafür keine arbeitsfähige Grundlage. Vielmehr zeigt er die traditionellen Denkschemata gerade des Wirtschaftsministeriums auf, nämlich den Unternehmen auf keinen Fall Fesseln anzulegen und sie das tun zu lassen, was sie gerne möchten.

Eine Marktwirtschaft moderner Prägung, die eingebunden in ihre ökologische Realität ihre Kraft entfalten soll, muß aber vom Staat den Rahmen vorgegeben bekommen.

Ein weiteres Beispiel für die Politisierung des Themas "Energie" veranschaulichen die Projektionen der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) zur weltweit im Jahr 2000 installierten Kernkraftwerkskapazität. Das Jahr 1974 stellt den eindeutigen Höhepunkt der Prognosen über die künftige Kernkraftwerkskapazität dar, knapp 4500 Gigawatt (GW) sollten die Atomkraftwerke im Jahr 2000 leisten können. Vergewärtigt man sich die Leistungsfähigkeit eines Biblis-Kernkraftwerkes von rund einem GW, entspräche das 4500 Biblis-Kraftwerken auf der Welt im Jahr 2000. In den folgenden Jahren sacken die Projektionen merklich nach unten ab. Dabei sind diese Projektionen nicht aus dem luftleeren Raum geholt, sondern repräsentieren die Erwartungen der einzelnen Regierungen der Mitgliedstaaten der Vereinten Nationen - die Internationale Atomenergie-Organisation ist eine Einrichtung der UNO mit Sitz in Wien. Nun entbehrten diese Erwartungen, besonders die Prognose von 1974, jeglicher Realität, denn 4500 Biblis-Kernkraftwerke könnten den dreifachen Weltstrombedarf von heute decken. Diese Projektionen sind durch das Phänomen gekennzeichnet, daß selbst die als kompetent angesehene Energiewirtschaft abstruseste Vorstellungen über den künftigen Weltenergiebedarf verlautbarte. Aufgrund einer weitgehenden Sensibilisierung der Bevölkerung und öffentlicher Diskussionen ist dies Phänomen inzwischen zu großen Teilen verschwunden. Wäre dies nicht der Fall, hätte die Enquête-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" des deutschen Bundestages nicht annähernd so erfolgreich arbeiten können.

Entstanden aus der Debatte über die Kernenergie gab es bereits 1979/80 eine für Aufsehen sorgende Enquête-Kommission mit dem Themenschwerpunkt der zukünftigen Nutzung der Kernenergie. In ihr kamen nun zum ersten Mal auch Gegner der Kernenergie aus Reihen der SPD

und FDP zu Wort, vorher war Kritik an der Kernenergie in politischen Kreisen beinahe tabuisiert. Diese Kommission entwarf verschiedene "Energieverbrauchspfade" für die Zukunft, von denen ein Pfad dem offiziellen Energieprogramm der Bundesregierung bis zum Jahr 2000 entsprach. Ein anderer Pfad, charakterisiert durch den Begriff "Extremes Energiesparen", prognostizierte, daß der Endenergieverbrauch im Jahr 2000 dort liege, wo er sich heute wirklich befindet, also ungefähr bei 250 Millionen tSKE. Interessant ist, daß der Pfad bei gleichem Energiekonsum wie heute weit weniger industrielles Wachstum und längst nicht so viele Personenkraftwagen vorhersagte, wie in-zwischen tatsächlich vorhanden sind. Demzufolge ist in den vergangenen zehn Jahren wesentlich mehr Energie gespart worden, als im Jahr 1980 bei einem als "extrem" gezeichneten Energiesparszenario erwartet wurde. Trotz aller in den letzten Jahren getroffenen Maßnahmen zur Eindämmung des Energieverbrauchs kann aus heutiger Sicht wohl keine Rede davon sein, daß wirklich extrem Energie gespart wurde.

Um die psychologische Dimension des in der Diskussion um den Ausbau der Kernenergie entstandenen Begriffes "extremes Energiesparen" besser einschätzen zu können, ist es vonnöten die Altersstruktur vieler beteiligter Wissenschaftler und Politiker mit einzubeziehen. Befürworter der Kernenergie kreierte Begriffe wie den "Energiesparstaat", für den es ohne Atommeiler unabdingbar sei, so etwas wie Energiebezugscheine durchzusetzen. Die Kriegsgeneration, zu der die Mehrzahl der Vertreter der Kommission gehörte, versetzte solche Gedankenspiele in Angst und Schrecken.

3. Konkrete Vorschläge zur Reduktion des Kohlendioxidausstoßes

Der Energieverbrauch des Jahres 1987 (Abbildung 10) zeigt, daß der größte Anteil des Konsums im Energiebereich mit rund 35 Prozent auf die Raumheizung fällt, gefolgt von Prozeßwärme und Warmwasser (30 Prozent), Kraftfahrzeugverkehr (knapp über 20 Prozent), Strom für Kraft und Licht (knapp über zehn Prozent) und Energie für sonstige Motoren (rund fünf Prozent).

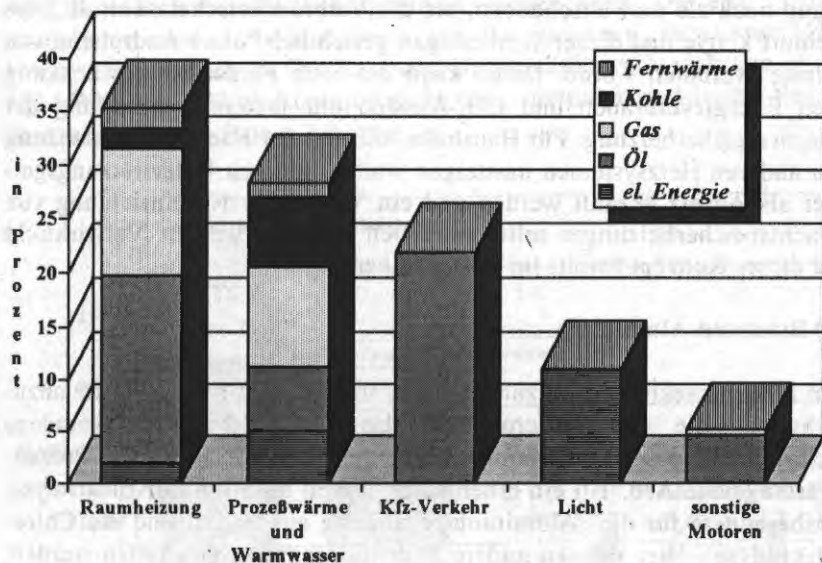


Abb. 10

Grafik: Mecks

a) Nachtspeicherheizung: "Unter Androhung von Strafe..."

Im Bereich Strom findet man den größten Teil der Energie im Sektor Kraft (elektrische Antriebe, sonstige Elektronik) und Licht wieder. Rund 40 Prozent des gesamten Stromverbrauches werden jedoch für Wärme-prozesse genutzt. Zwölf Prozent des Stromeinsatzes entfallen dabei auf die Nachtspeicherheizung, die in sechs Prozent aller Privatwohnungen für angenehme Temperaturen sorgt. Der Reststromverbrauch schlägt sich in der industriellen Prozeßwärme und in der Warmwasseraufbereitung nieder. Ein Drittel der Warmwassernutzung entfällt so auf den Strombereich. Die Abschaffung des Stromeinsatzes im Bereich der Wärmenut-

zung birgt künftig ein sehr großes Energiesparpotential, da bei der Umwandlung von Primärenergie in Elektrizität rund zwei Drittel der Energie verlorengehen. Statistisch gesehen, kommen in der Steckdose des Verbrauchers gerade 30 Prozent der in den Kraftwerken eingesetzten Primärenergie an. Dagegen werden bei der Umwandlung von fossilen Brennstoffen in Wärme Wirkungsgrade von bis zu 90 Prozent erreicht - infolgedessen ist alles, was eine Verwandlung von Strom in Wärme bedeutet, eine rigorose Energieverschwendung. Frühere Werbekampagnen der großen Energie-verbundunternehmen priesen die Nachtspeicherheizung noch als umweltschonend, bis die Verbraucherschutzzentrale Düsseldorf klagte und dieser Werbeslogan gerichtlich "unter Androhung von Strafe" verboten wurde. Daher kann die erste Forderung zur Senkung von Energieverbrauch und CO₂-Ausstoß nur lauten: Abschaffung der Nachtspeicherheizung. Für Haushalte, die von der Nachtspeicherheizung zu anderen Heizsystemen umsteigen wollen, müßten Unterstützungsgelder als Anreiz gezahlt werden und ein Verbot der Neueinrichtung von Nachtspeicherheizungen sollte gesetzlich verankert werden. Verwirklicht ist dieses Konzept bereits im Bremer Energiegesetz.

b) Buhmann Aluminium

Im Industriesektor gilt es zunächst, die sogenannten Schmelztarife abzuschaffen, die den Unternehmen das Stromverbrauchen geradezu schmackhaft machen. Allerdings findet sich im Bereich der Prozeßwärme (siehe Abb. 10) ein erheblicher Anteil an Strom für Elektrolyse, insbesondere für die Aluminiumgewinnung aus Bauxit und die Chlorelektrolyse. Hier müssen andere Reduktionsanreize geschaffen werden, beispielsweise eine drastische Besteuerung der Aluminium-Herstellung aus Bauxit, mit der Recyclingprozesse rentabler gemacht werden würden. Diese Möglichkeit bietet zudem für die Unternehmen Anreize zu Innovationen entweder neuer Verfahren oder gar neuer Güter, die in ihren Eigenschaften dem Aluminium ähnlich sind. Die Chlorelektrolyse ist nicht nur wegen ihres Energieverbrauches, sondern auch aufgrund der generellen Umweltunverträglichkeit von Chlor ein Verfahren, dessen sich die Industrie schnellstens entledigen sollte. Gefordert ist hier also eine Politik, die sämtliche energieintensiven Herstellungsverfahren sehr teuer macht.

c) Tatort Eigenheim

Rund ein Drittel der in Westdeutschland verbrauchten Energie entfällt immer noch auf die Raumheizung. Als Energieträger dienen hier hauptsächlich Öl und Gas. Zwei Drittel der für Raumheizung genutzten Brennstoffe dienen der Erwärmung unserer Privatwohnungen und -häuser. Abbildung 11 zeigt den jährlichen Energieeinsatz für Raumwärme je Quadratmeter nach unterschiedlichen Standards. Die Größe kWh (Kilowattstunden) ist dabei eine allgemeine Rechengröße, in der auch der Öl- und Gasverbrauch ausgedrückt werden kann. Die erste Säule symbolisiert den Gebäudebestand in der gesamten Bundesrepublik (West) und zeigt einen Quadratmeter-Durchschnittsverbrauch von etwa 250 kWh. Die größten Energieverschwender darunter sind in der Regel Bauten aus den Sechziger Jahren.

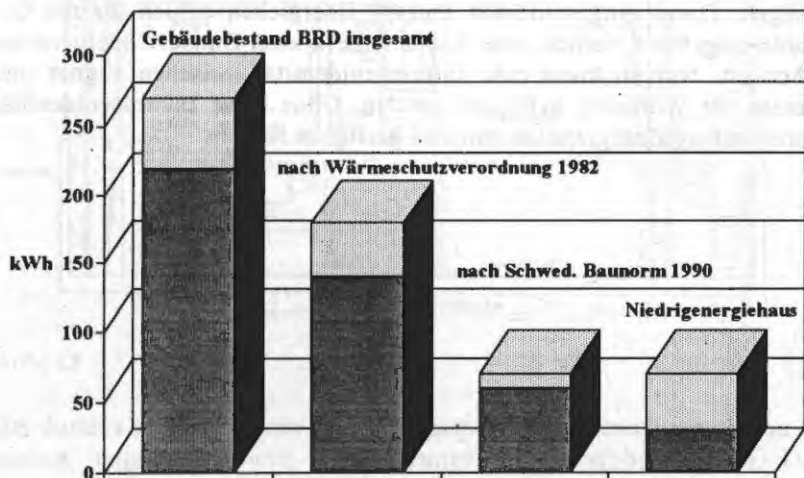


Abb. 11

Grafik: Mecks

Nach der Wärmeschutzverordnung von 1982 gebaute Häuser verbrauchen durchschnittlich nur noch 160 kWh; Wohnungen, die nach der schwedischen Baunorm von 1990 konstruiert sind liegen mit 60-70 kWh noch einmal um über die Hälfte darunter und sogenannte Niedrigenergiehäuser können noch niedrigere Verbrauchswerte erreichen. An diesem Beispiel ist erkennbar, was rationelle Energieverwendung leisten kann. Die schwedische Baunorm, architektonisch ohne Probleme reali-

sierbar und nur fünf bis sechs Prozent teurer als Bauten, die der derzeitigen bundesdeutschen Norm entsprechen, ist zwar mittlerweile in der politischen Diskussion, aber von der Umsetzung in die hiesige Praxis noch lange entfernt. So werden statt zwölf Zentimetern Wärmedämmung weiterhin nur vier bis fünf Zentimeter verwendet. Zusatzkosten von fünf bis sechs Prozent könnten zu einer Halbierung des Wärmeverbrauches führen, aber: bei den heutigen Energiepreisen ist niemand bereit, diese Mehrkosten in Kauf zu nehmen, da sie sich nicht schnell genug amortisieren. Großinvestoren, die Mietshäuser bauen, haben kaum ein Interesse daran, möglichst energiesparend zu bauen. Für sie sind die Heizkosten nur Durchlaufkosten, daher wäre es unrentabel, mehr als notwendig in diesen Sektor zu investieren. Um hier Abhilfe zu schaffen, müssen die Energiepreise heraufgesetzt werden und gleichzeitig muß eine Änderung des Mietrechts erfolgen: Die Warmmiete muß zur gesetzlichen Miete erhoben werden, damit der Mietpreis auch den Energieverbrauch widerspiegelt. Darin eingeschlossen müssen Energiekennzahlen für die Gebäude eingeführt werden, wie dies bereits in zwei Bundesländern vorgesehen ist. Nur so kann eine Interessenidentität zwischen Eigner und Nutzer der Wohnung gefunden werden. Ohne diese Interessenidentität wären höhere Energiepreise nur von geringem Nutzen.

Schnitt Darmstädter Passivhaus

Quelle: Architekturbüro

Prof. Dr. Bolt/Ridder/Westermeyer

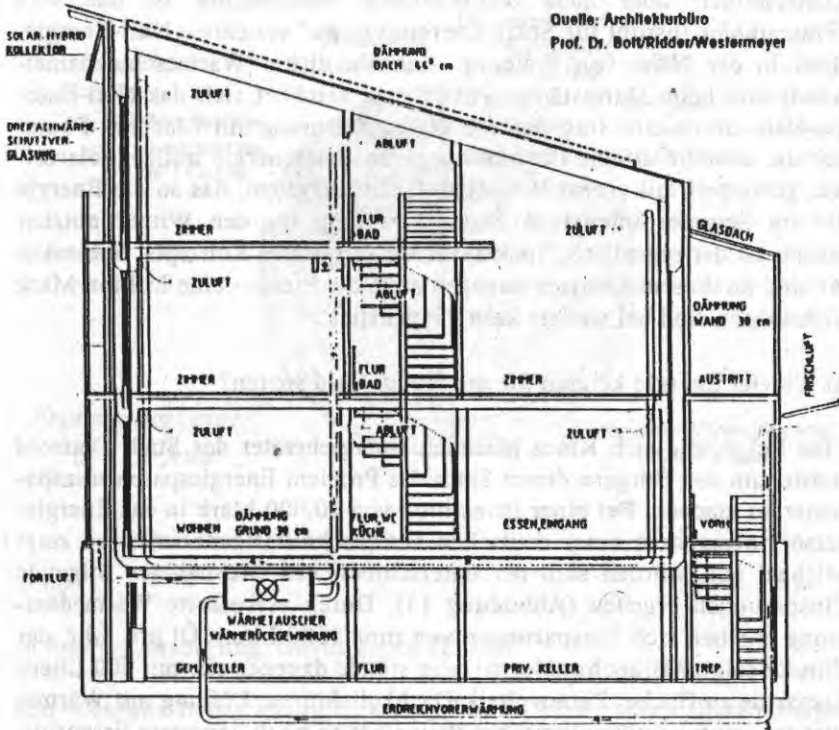


Abb. 12

Um durch eine effizientere Raumheizung das Energienutzungs-niveau zu senken, müssen bauliche Veränderungen durchgeführt werden. Das Darmstädter Passivhaus (Abbildung 12) demonstriert eine Möglichkeit zur Erfüllung dieses Ziels. Dieses Haus kommt mit vergleichsweise simplen Mitteln auf einen Primärenergieverbrauch, der gegen Null geht. In erster Linie sorgt eine ausgebaute Wärmedämmung für die Energiesparnis. Das Dach besitzt einen Dämmschutz von 44 Zentimetern, Rückwand und Boden sind mit 30 Zentimetern ausgestattet. Daneben sorgt eine Dreifachverglasung für weiteren Wärmeschutz. Als kleines aktives Element dient ein Solar-Hybrid Kollektor für die Warmwassererzeugung. Den Luftaustausch bewerkstelligt eine kontrollierte Lüftung. Natürlich entstehen bei dieser Bauweise Mehrkosten gegenüber konventionellen, der Wärmeschutzverordnung von 1982 unterliegenden Bauten,

mit rund 15 Prozent halten sich diese Zusatzkosten aber noch durchaus in einem ökonomisch machbaren Bereich auf.

Kostspieliger, aber auch technologisch interessanter ist das vom "Fraunhofer Institut für Solar-Energiesysteme" errichtete Null-Energie-Haus in der Nähe von Freiburg. Anstelle dicker Wärmeschutzdämmwände wie beim Darmstädter Passivhaus, zeichnet sich das Null-Energie-Haus durch eine transparente Wärmedämmung mit Glas aus. Photovoltaik, also die direkte Umwandlung von Solarenergie mittels Solarzellen, gekoppelt mit einem Wasserstoffspeichersystem, das so die Energie der im Sommer intensiven Sonnenstrahlung für den Winter nutzbar macht, ist der eigentlich "spektakuläre" Teil dieses Konzepts. Spektakulär sind an diesem Konzept dagegen auch die Preise - eine Million Mark Mehrkosten sind bei weitem kein Pappenstiel.

d) Wieviel Energie können Sie mit Ihrem Geld sparen?

Eine Frage, die sich Klaus Michael, Energieberater der Stadt Detmold stellte, um den Bürgern dieser Stadt das Problem Energiesparen transparenter zu machen. Bei einer Investition von 20.000 Mark in das Energieversorgungssystem eines deutschen Durchschnittseigenheimes, so zeigt Michael auf, würden sich bei unterschiedlichen Maßnahmen folgende Einsparungen ergeben (Abbildung 13). Durch verbesserte Wärmedämmung ergäben sich Einsparungen von rund 1600 Litern Öl pro Jahr, der Einsatz solarer Brauchwassernutzung stünde dagegen nur mit 500 Litern Ersparnis zu Buche, Photovoltaik-Dachkollektoren, Lüftung mit Wärmerückgewinnung und biologisches Bauen hätten noch geringere Ersparnis. Nun sagt diese Auflistung nicht, daß solare Brauchwassernutzung bis hin zum biologischen Bauen wertlos seien. Michaels Technologienvergleich verdeutlicht aber den aktuellen Handlungsbedarf auf beeindruckende Art und Weise. Definitiv ist die zur Zeit beste Möglichkeit zur Reduktion des Kohlendioxidausstoßes eine stark verbesserte Wärmedämmung.

Wieviel Energie können Sie mit Ihrem Geld einsparen ?

Bei einer Investition von 20.000 DM in unterschiedlichen Maßnahmen ergeben sich folgende Einsparungen

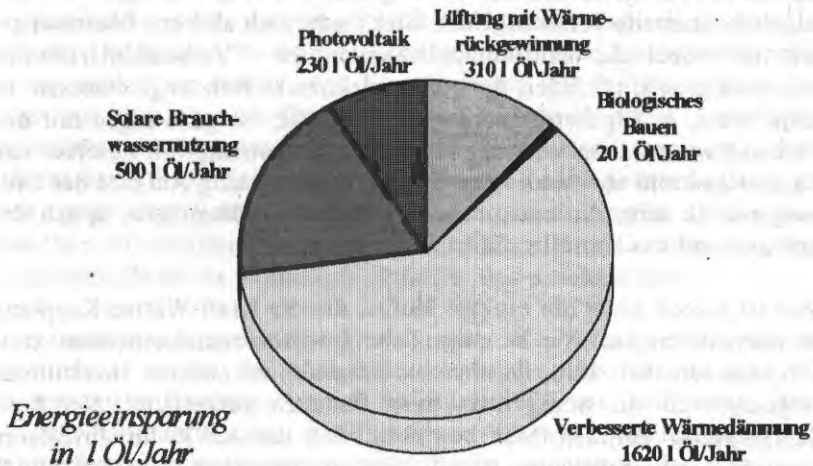


Abb. 13

Grafik: Mecks

e) Energieversorgung: David gegen Goliath

Ein ebenfalls hohes Energieeinsparpotential bietet eine Effizienzsteigerung bei der Raumheizung. Kraft-Wärme-Kopplung, also die kombinierte Erzeugung von Elektrizität und Wärme, ist hier das Stichwort. Vereinfacht gesagt beruht die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) auf der Nutzung von Abwärme, die bei der Elektrizitätserzeugung in Kraftwerken entsteht. Eingeschlossen sind dabei sowohl Fernwärme, als auch Nahwärme aus Blockheizkraftwerken. Gegenwärtig versorgt die KWK rund sechs bis sieben Prozent der Haushalte mit Heizwärme. Der Ausbau dieses Energiezweiges ist jedoch ein mühsames Geschäft, denn die Kraft-Wärme-Kopplung hat bei weitem nicht nur Freunde: So ist an Marktgewinnen der KWK die überregionale Elektrizitätswirtschaft keinesfalls interessiert. Die großen Verbundunternehmen, die auch Betreiber der Kernkraftwerke sind, haben fast 90 Prozent Anteil an der öffentlichen Stromerzeugung. Kraft-Wärme-Kopplung ist aber ein genuin dezentrales Energiesystem, das kommunale oder industrielle Betreiber hat.

Vorstellbar ist beispielsweise die Nutzung von Nahwärme in größeren Bankhäusern, durch Einrichtung eines Blockheizkraftwerkes. Bei einem Ausbau der KWK würden den überregionalen Energieversorgern demzufolge Marktanteile verlorengehen. Hier findet sich also ein Interessengegensatz, wobei die Einflußmöglichkeiten der Verbundunternehmen weiterhin groß sind: Jeder, der an das elektrische Netz angeschlossen ist, selbst wenn er Eigenstromerzeuger sein sollte, ist gezwungen mit den Verbundunternehmen Verträge bezüglich der Nutzung von Reserve- und Ausgleichsstrom abzuschließen. Es muß daher künftig Aufgabe der Ordnungspolitik sein, die entsprechenden Rahmenbedingungen, sprich das Energie- und das Kartellrecht zu ändern.

Dies ist jedoch nicht die einzige Hürde, die die Kraft-Wärme-Kopplung zu überwinden hat. Sie benötigt hohe Investitionen, kann dann zwar durchaus rentabel sein, ist aber im Vergleich zu anderen Investitionsmöglichkeiten mit wenig attraktiven Renditen ausgestattet. Nur hohe Energiepreise könnten hier bewirken, daß die KWK für Investoren günstige Renditen bekäme. Es gilt aber, die Energiepreise nicht "blind" heraufzusetzen, sondern nach Energieart unterschiedlich, denn: Es kommt auf das Verhältnis von Strompreisen zu Brennstoffpreisen an. Ist der Strompreis hoch, der Brennstoffpreis dagegen niedrig, rentiert sich die Kraft-Wärme-Kopplung für Investoren. Besteuert man dagegen beispielsweise Gas, und Strom nicht, wäre die Grabrede für Kraft-Wärme-Kopplung bald gesprochen.

f) Von Sparkühlschränken und "lahmen Enten"

Rund ein Viertel des Gesamtstromverbrauches in der Bundesrepublik (West) entfällt auf den Haushaltsstrom, also auf die in der Regel alltäglich genutzten Elektrogeräte. Darunter ist der Kühlschrank das Gerät mit dem höchsten Anteil. So gut wie niemals abgestellt, schluckt ein Durchschnittskühlschrank des Jahres 1975 rund zwei kWh Strom pro Tag. Heute gibt es Geräte, die vier Mal weniger Strom, also etwa 0,5 kWh am Tag verbrauchen. So ist in Fachgeschäften eine große Palette von Kühlschränken mit unterschiedlich hohem Stromverbrauch im Angebot, denn weiterhin werden auch Kühlschränke gebaut und gekauft, die mehr als ein kWh pro Tag konsumieren. Immerhin haben sich die Gerätehersteller inzwischen selbst verpflichtet, die Kühlschränke mit Stromverbrauchsplaketten zu versehen. In der Regel jedoch ist "Otto-Normalverbraucher" nicht in der Lage, die jährliche Kostenersparnis beim Kauf eines stromsparenden Kühlgerätes zu errechnen. Auch in diesem Fall liegt

das große Manko im Bereich der Ordnungspolitik. Es wäre kein großer Aufwand für den Ordnungsgeber den Geräteproduzenten einen Richtwert für den Stromverbrauch vorzuschreiben, den es ab einem Tag X einzuhalten gelte. Zudem wird die Sache noch dadurch vereinfacht, daß die Mehrkosten für wenig Strom verbrauchende Kühlschränke sehr gering sind. Eine Politik, die diese Strategie mit der Begründung zurückweist, dies wäre ein Eingriff in die Souveränität der Wirtschaft, die bei solchen Maßnahmen mit einem "Riesenaufschrei" reagieren würde, scheint kaum mehr zeitgemäß. Sicher muß es auch politische Strategie sein, gesellschaftliches Problembewußtsein durch Appelle an die Verbraucher zu schaffen, aber gerade in diesem Bereich wäre der Weg staatlichen Handelns wesentlich einfacher und durchgreifender.

Den größten Anstieg am Energieaufkommen der Siebziger und Achtziger Jahre erlebte der Verkehrssektor (siehe Abb. 8) - beinahe 50 Prozent mehr Energieverbrauch zwischen 1973 und 1989. Der Pkw-Verkehr hatte daran einen Anteil von zwei Dritteln. Das liegt nicht nur daran, daß es inzwischen wesentlich mehr Automobile gibt. Entgegen einer weitverbreiteten Vorstellung ist der Durchschnittsverbrauch der Fahrzeugflotte nicht gesunken - er bewegt sich heute etwa auf dem gleichen Niveau wie im Jahr 1970. Erst in den vergangenen zwei Jahren ist ein leichtes Absinken zu verzeichnen. Natürlich gab es wesentliche Verbesserungen im motortechnischen und aerodynamischen Bereich, und die Industrie darf getrost weiter mit diesen Fortschritten werben, aber: die technischen Weiterentwicklungen wurden völlig kompensiert durch den Trend zu immer größeren und schnelleren Autos. Immer größer, immer schneller, immer höher motorisiert war und ist die Devise, mit der für eine Vielzahl von Automobilen geworben wird. Der Automobilindustrie muß hier eindeutig Mitschuld zugewiesen werden. Mit dem Hinweis "die Leute wollen das doch so" propagiert sie bedenkenlos das sportliche, maskuline Fahren mit dem Fuß immer hart am Gaspedal.

Diese Verkaufsstrategie ist bislang nur zwei Mal ernsthaft in Frage gestellt worden: in den Jahren 1973 und 1982. Im Jahr der Ölkrise und auf dem vorläufigen Höhepunkt der Waldsterbensdiskussion machte die Idee eines Tempolimits auf Autobahnen in den Köpfen deutscher Autofahrer Karriere. In der Politik hat sich ein generelles Tempolimit aber bislang nicht durchsetzen lassen und der jüngst getroffene Beschluß des CSU-Landesparteitags, auch künftig so zu verfahren, wie bisher, läßt für die Zukunft kein Einlenken der Regierungskoalition in der Frage einer Ge-

schwindigkeitsbegrenzung erwarten. Auch hier ist der entscheidende Punkt die Ordnungspolitik: Produziert die Industrie nicht von selbst nur noch Automobile, die einen umweltverträglichen (soweit man überhaupt das Wort umweltverträglich in Kombination mit dem Begriff Automobil verwenden kann) Brennstoffverbrauch haben und ist durch die Nachfrage der Käufer ein Absatz von schwermotorisierten "Spritfressern" nach wie vor gegeben, muß der Staat handeln. Der Flottenverbrauch muß vorgeschrieben und mit einem Reduktionsszenario versehen werden: bis zum Jahr X dürfen die verkauften Fahrzeuge einen bestimmten Verbrauch nicht mehr überschreiten. Bis dahin muß der Verbrauch von Jahr zu Jahr vermindert werden. Vorexerziert hat ein solches Szenario bereits der US-Staat Kalifornien, man würde also nicht einmal mehr politisches Neuland mit dieser Maßnahme betreten. Dann gäbe es auf deutschen Straßen irgendwann in der Regel nur noch kleine, leichte und schwach, aber ausreichend motorisierte Automobile, eben diese oft gescholtenen "lahmen Enten".

4. Ohne massiven politischen Willen geht nichts

Die angeführten Beispiele sollten eins verdeutlicht haben: technisch ist es kein großes Kunststück, den Energieverbrauch deutlich zu verringern. Die großen Probleme sind nicht technischer sondern gesellschaftlicher Natur, und daher ist ein massiver politischer Wille erforderlich, um das System zu Handlungen zu bewegen. So existiert ein großer ordnungspolitischer Nachholbedarf, der schnellstens vollzogen werden könnte und sollte. Noch einmal soll der hier beschriebene ordnungspolitische Handlungsspielraum knapp aufgezeigt werden:

- Verbot der Einrichtung neuer Nachtspeicherheizungen für Besitzer alter Anlagen,
- Abschaffung verbrauchsfördernder Stromtarife für die Industrie,
- Besteuerung von Produkten, die energieintensive Produktionsverfahren aufweisen (Aluminium),
- Verbesserung des Wärmeschutzes durch Einführung einer neuen Baunorm,
- Herstellung von Interessenidentität von Vermieter und Mieter durch Veränderung des Mietrechts,
- Stärkung der Marktposition der Kraft-Wärme-Kopplung durch Novellierung des Energie- und des Kar-

tellrechts,

- Verordnung zum Höchststromverbrauch von Elektrogeräten,
- Festsetzung eines Höchstflottenverbrauches im Automobilbereich,
- Anhebung der Energiepreise in Zusammenspiel mit den anderen ordnungspolitischen Maßnahmen.

Zur Zeit ist verstärkt wieder die Rede von der einfachen, der universellen Lösung für die Energieprobleme der Zukunft: als Allheilmittel soll Wasserstoff verschrieben werden. Die Wasserstoffwirtschaft ist aber auf absehbare Zeit keine Alternative, da sie unbezahlbar ist. Diese Debatte um eine universelle Lösung der Energiefrage klingt wie eine Reminiszenz an ähnlich geführte Diskussionen um die Kernenergie, ehemals auch als "das Wundermittel" und "der Sorgenbefreier" tituliert. Wer aber technischen und ökonomischen Problemen real entgegensieht, wird konstatieren müssen, daß es diese Universallösung nicht geben wird. Deshalb ist eine Energiepolitik gefragt, die der Energieeinsparung höchste Priorität einräumt. Regenerative Energietechnologien gilt es künftig mehr zu fördern als bislang. Heute schon sollte in diesem Bereich das durchgeführt werden, was ökonomisch sinnvoll und marktnah ist - künftig aber müssen die Wege zur Massenproduktion regenerativer Technologien, beispielsweise der Photovoltaik, im Vordergrund stehen.

Schließlich hat die Energiedebatte viele gesellschaftliche Komponenten. Beispielsweise ist es bei der notwendigen Novellierung der Wärmeschutzverordnung erheblich schwieriger, eine gesellschaftliche Problemsensibilisierung zu erreichen, als dies beim Schlagwort Kernenergie möglich ist. Spektakuläre Demonstrationen wie in Brokdorf gegen Atomkraft, wird es für eine neue Wärmeschutzverordnung kaum geben. Auch die Sehnsucht nach der einfachen technischen Lösung für alle Probleme ist ein gesellschaftlich fundiertes Problem. Die Durchsetzung eines neuen Technologiekonzeptes der Zukunft entscheidet sich in Politik und gesellschaftlichem Alltag, an dem jeder Einzelne teil hat.

Arbeitsgruppe Energie

Experte: Prof. Dr. Klaus Traube, Institut für kommunale
Energiewirtschaft und -politik, Bremen

Moderator: Fritz Heidorn, WWF, Bremen

Ziel der "Arbeitsgruppe Energie" war es, pädagogische Vermittlungswege der Thematik "Energie und Klima" zu finden. Wie sich bald herausstellte, ist bis zum Erreichen dieses Ziels noch ein weiter Weg zurückzulegen, denn im Schulbereich stellen sich verschiedene Probleme ein. Zwei wesentliche sollen hier genannt werden: Zu erst einmal weisen die Lehrpläne Mängel dahingehend auf, daß der gesamte Bereich Umweltproblematik noch immer ein Stiefkinddasein fristet. Da das so ist, greift nun die zweite Schwierigkeit: Will die Lehrerin oder der Lehrer die Thematik trotz mangelhaftem Unterrichtsmaterial tiefgreifender behandeln, ist eigene Kreativität erforderlich. So entwickelte sich in der Arbeitsgruppe eine kontroverse Debatte um die Erwartungshaltung an die Tagung, die aber dennoch Zeit für die Ausarbeitung einiger Forderungen ließ. Die zentralen Forderungen sind:

- Neben der Vermittlung theoretischer Grundlagen muß die praktische Anwendung gleichberechtigt zum Tragen kommen.
- Breite Bewußtseinsbildung durch Unterricht ist dringend erforderlich, da die Entscheidung über den Einsatz regenerativer Energien im Alltag fällt.
- Schule muß eine Vorbildfunktion haben, die vom Lehrkörper und auch von der Institution her repräsentiert wird.
- Zusammenarbeit von Schulen mit kommunalpolitischen Institutionen.

Die Arbeit der Gruppe teilte sich in drei Phasen: In der ersten Phase konnte sich jeder Arbeitsgruppenteilnehmer kurz zu dem Vortrag von Professor Traube äußern, in der zweiten Phase wurden Untergruppen gebildet, die sich dann um die pädagogische Umsetzbarkeit des Themas Gedanken machten und in einer dritten Phase wurden die einzelnen Gruppenergebnisse vorgetragen und gesammelt.

Phase I:

Es ergab sich ein Sammelsurium unterschiedlichster Forderungen, Anregungen und Problemerkennntnissen: Von der praxisorientierten Umsetzung neuester Technologien und Verordnungen, über spezifisch an Lehrinhalten orientierten Aussagen wie der Erhöhung des aktuellen Informations- und Anregungsangebots für den Unterricht, bis hin zur gesellschaftlichen Ebene mit der Thematisierung des Wertewandels als didaktisches Problem reichte die Palette. Völlige Übereinstimmung in der Bewertung der Aussagen herrschte dabei jedoch lediglich in zwei Punkten. Allgemein akzeptiert wurde die Forderung nach anschaulichen Darstellungsmöglichkeiten der Energieproblematiken im Unterricht. Sozusagen einstimmig abgelehnt wurde dagegen die Thematisierung des Glaubens an die Lernfähigkeit des Menschen - ein vielleicht eher philosophisches Problem.

Phase II: In Kleingruppen denkt sich's besser

Um das bei Großgruppen oft in Erscheinung tretende Phänomen einer zwar hitzig geführten, doch zumeist inhaltsschwachen Diskussion zu vermeiden, wurden mehrere Kleingruppen gebildet. In ihnen sollten konkrete Handlungsstrategien der Pädagogik entwickelt werden, die die vorher geäußerten Statements nicht als determinierte Grundlagen, sondern mehr als Anregungen mit einbeziehen sollten. Für eine Groborientierung sorgte ein vom Moderatorenteam entwickelter Hilfs-Fragenkatalog:

- Wer sind die Adressaten?
- Was können wir tun?
- Welche Hilfsmittel benötigen wir?
- Welche Rahmenbedingungen müssen geschaffen werden?
- Welche Widerstände treten auf?
- Wie kann das Vorhaben durchgesetzt werden?

Ein gewisses Maß an Orientierungs- und Uferlosigkeit war bei den Kleingruppen mehr oder weniger vorhanden und es offenbarte sich deutlich, daß verschiedene Pädagoginnen und Pädagogen unterschiedliche Erfahrungen mit Motivation und Bildungsstand der Schüler (bzw. Erwachsenen in der Erwachsenenbildung) im Bereich Umweltproblematik gemacht hatten. Diese Schwierigkeiten versperrten aber letztlich Umsetzungen in konkrete Handlungsstrategien nicht den Weg, so daß zu eini-

gen Fragen auch in der Kürze der Zeit Lösungsaspekte gefunden werden konnten.

Phase III: Die Schule als Untersuchungsobjekt: Ergebnisse der Arbeitsgruppe Energie

Wer sind die Adressaten?

Generell alle Menschen - Energiefragen beinhalten allgemeine Problematiken, die zu lösen Aufgabe aller Menschen sein muß. Spezielle Adressaten sind auf der einen Seite die Schüler, die es zu bilden gilt, und auf der anderen Seite die Entscheidungsträger in den Kultusministerien, die schließlich für die Lehrinhalte verantwortlich sind.

Was können wir tun?

- 1) Den Schülern so weit wie möglich persönlich als Vorbild dienen.
- 2) Ferner dafür sorgen, daß die Schule selbst Umweltbewußtsein vorlebt, beispielsweise indem Energie gespart wird. Idealerweise steht für diese Perspektive die Errichtung eines schuleigenen Blockheizkraftwerkes.
- 3) Die Schule als eigenständiges Energieuntersuchungsobjekt in den Schulalltag mit einbeziehen.
- 4) Motivation, Begeisterungsfähigkeit und Bewußtseinsbildung der Schüler fördern (Projekttag, praxisnaher Unterricht).
- 5) Die eigene Fortbildung nicht vernachlässigen. Motivation und Anregungen beispielsweise in Umweltzentren und Schulbiologiestationen einholen.

Welche Rahmenbedingungen müssen geschaffen werden?

Allgemein müssen die Vermittlungsmöglichkeiten verbessert werden. Es gilt, das vorhandene Unterrichtsmaterial zu aktualisieren und die Lehrpläne zu öffnen. Als weitester Schritt in diese Richtung kann die Einrichtung eines eigenen Unterrichtsfaches "Ökologie" angestrebt werden. Daneben sollte eine Strategie der Zukunft lauten, die Schulen verstärkt in das allgemeine öffentliche Leben zu integrieren, etwa indem mit kommunalen Institutionen (z.B. Stadtwerke) und Unternehmen zusammengearbeitet wird. So könnten Schülergruppen ständig in Kontakt mit lokalen Einrichtungen stehen, die mit dem Bereich Energie zu tun haben. Motivation könnte damit über den lokalen, aktuellen Bezug entstehen.

Vieles mußte offenbleiben und nicht alle Fragen konnten im eng bemessenen Zeitrahmen erörtert werden. Dennoch bieten die dargestellten Aspekte die eine oder andere Möglichkeit, wie schon bald im Unterricht gehandelt werden kann. Um aber wirklich einschneidende Veränderungen zu erreichen, darf an Lehrmitteln und Lehrpersonal nicht gespart werden. Eine verbesserte Umweltqualität gibt es nicht zum Nulltarif und ebenso nicht adäquate Unterrichtsmaterialien und -möglichkeiten. Solange aber seitens der Ministerien das Geld nur spärlich fließt, bleibt den Lehrenden nur eins: die eigene Kreativität.

Arbeitsgruppe Verkehr

Experte: Dr. Ulrich Höpfner

Moderator: Eberhard Reese

Der Verkehr in Deutschland heute und in Zukunft unter dem besonderen Schwerpunkt der Kohlendioxidemission

Nr. 1: Schadstoffemissionen in der BRD 1988

Die Tabelle zeigt eine Auflistung der hauptsächlichsten Emissionen, dies sind Kohlendioxid, Kohlenmonoxid, Stickoxide (NO_x), Kohlenwasserstoffe und Ruß, Schwefeldioxide, Blei und andere Kraftstoffbeimengungen sowie Photooxidantien, besonders Ozon. Von dem in der Tabelle dargestellten interessieren hier nur die Anteile des Verkehrs am Gesamtausstoß.

Diese betragen

50% bei den Kohlenwasserstoffen (ohne Ruß)

63% bei den Stickoxiden

11% bei den Schwefeloxiden

70% bei Kohlenmonoxid

22% bei Kohlendioxid.

Der Verkehr ist mit einem Anteil an der Primärenergie von 20,2% damit überproportional an den gesamten genannten Schadstoffemissionen beteiligt. Ozon ist hier nicht aufgeführt, weil es sich nicht um ein direkt emittiertes Gas handelt. Die Ozonbelastung hängt immer von den gesamtklimatischen Bedingungen ab, von der Temperatur, der Intensität der Sonneneinstrahlung und der Konzentration an anderen Luftschadstoffen.

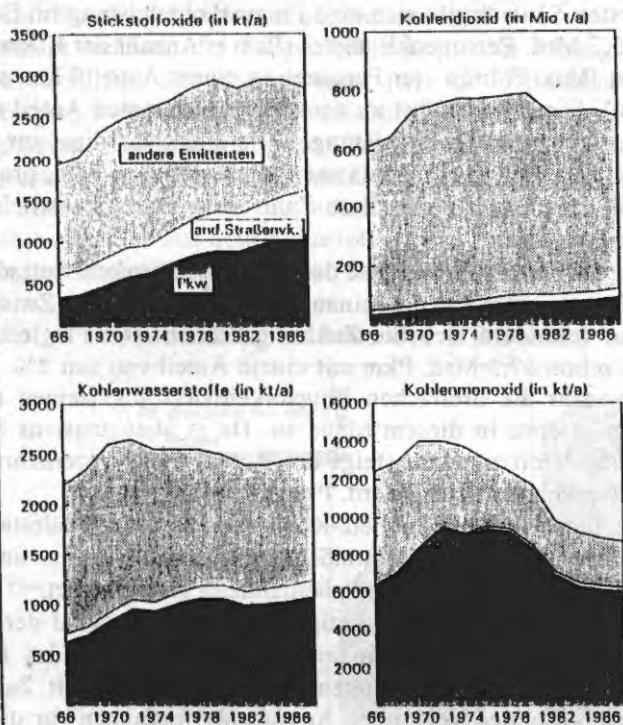
Schadstoffemissionen in der Bundesrepublik Deutschland 1988

Entstehung und Wirkung der Luftschadstoffe; Anteile des motorisierten Verkehrs

	Entstehung	Schadwirkung auf					Gesamtausstoß	Anteil Verkehr ¹⁾
		Mensch	Pflanze	Gewässer	Material	Klima		
Kohlenwasserstoffe, Ruß	unvollständige Verbrennung, Verdunstung	krebserzeugend (z.B. Benzol, PAH, Partikel)	Anreicherung in Böden; Transfer in Pflanzen		Verunreinigung von Fassaden	hohes THP ²⁾ (Methan), Ozonbildung	2,45 Mio t 100 % ³⁾	1,2 Mio t 50 % ³⁾
Stickstoffoxide	Oxidation von N ₂ + N-haltigen Beimengungen	Reizung, Atemwegserkrankungen	Schädigung direkt/indir. (Ozon)	Überdüngung, Salzeintrag	Steinfraß durch Bakterien	sehr hohes THP ²⁾ (N ₂ O), Ozonbildung	2,85 Mio t 100 %	1,8 Mio t 63 %
Schwefeloxide	Oxidation einer Beimengung	Atemwegserkrankungen	direkt, Bodenversalzung	Salzeintrag	"Säurefraß"		1,3 Mio t 100 %	0,14 Mio t 11 %
Kohlenmonoxid	unvollständige Verbrennung	Leistungsmin- derung, Sauer- stoffmangel				indirekt über Ozonbildung	8,7 Mio t 100 %	6,0 Mio t 70 %
Kohlen- dioxid	vollständige Verbrennung					mengenmäßig wichtigstes Treibhausgas	713 Mio t 100 %	154 Mio t 22 %
Blei, Scavenger	industrieller Zusatz	Nervensystem, krebserzeugend (Scav.), Dioxine	Anreicherung in Böden; Transfer in Pflanzen					
Ozon, Photo- Oxidantien	Photooxidation unter Beteiligung von NOx und HC	Reizung, Atemwegserkrankungen	direkte Schä- digung; erhöhte Anfälligkeit		Zersetzung von Polymeren	sehr hohes Treibhaus- potential		

1) einschließlich der anteiligen Raffinere- und Kraftwerksemissionen; ohne Landwirtschaft, Militär, Seeschifffahrt; Flugverkehr nur Abgang 2) THP = Treibhauspotential 3) ohne Ruß

Emissionen des motorisierten Straßenverkehrs in der Bundesrepublik Deutschland 1966-1988



Anm: andere Emittenten: alle Emittentengruppen in der BRD außer mot. Straßenverkehr
 Straßenverkehr: direkt verursachte Emissionen;
 anderer Straßenverkehr: Diesel Nutzfahrzeuge (Lkw, Busse) und mot. Zweiräder
 Pkw: Pkw/Kombi und leichte Nutzfahrzeuge mit Otto Motoren

Quellen: Umweltbundesamt 1990; Berechnungen des IFEU IFEU Heidelberg 1991

Nr. 2 Abb. 15

Der Anstieg im gesamten NO_x -Ausstoß resultiert aus dem sehr starken Anstieg des Ausstoßes im Pkw-Bereich, der von 350 kt/a (1 kt/a = 1000 Tonnen/Jahr) im Jahre 1966 auf 1100 kt/a im Jahre 1988 gesteigert wurde. Im Bereich der "anderen Emittenten" zeigt sich hingegen nach einer Phase der Steigerung des Ausstoßes mittlerweile wieder ein Sinken des Wertes, auch infolge der Entstickung der Kraftwerke.

Nr. 3 zeigt die Beeinflußbarkeit der "Verkehrsleistungs- und Emissionsanteile des Personenflugverkehrs der BRD" durch unterschiedliche Definitionsweisen.

Der Flugverkehr, der die Bundesrepublik ohne Zwischenlandung nur überfliegt, wird bei allen drei Berechnungen nicht beachtet.

Aus der ersten Säule ergibt sich eine Flugverkehrsleistung im Bundesgebiet von 15,7 Mrd. Personenkilometer (Pkm = Anzahl der Kilometer, die jede Person fährt. Fahren vier Personen in einem Auto 10 km, so leisten sie 40 Pkm). Diese Zahl führt zu dem häufig genannten Anteil von etwa 2% an der Gesamtverkehrsleistung. Allerdings ist dies nur die Kilometerleistung, die vom Start bis zur Grenze geflogen wird, pro Flug im Schnitt 200 km. Damit stellt diese Zahl einen völlig künstlichen Wert ohne Aussagekraft dar.

Wenn man aber realistischerweise den Gesamtflugverkehr betrachtet, der über die Grenzen des Landes hinaus geht bis zur ersten Zwischenlandung, dann verändern sich die Zahlen erheblich. Die Flugleistung beträgt dann schon 57,3 Mrd. Pkm mit einem Anteil von fast 8%. Entsprechend der mehr als dreifachen Flugverkehrsleistung steigen auch die Emissionen in etwa in diesem Maße an. Da ja aber meistens Hin- und Rückflug absolviert werden, steigt der Anteil der Flugverkehrsleistung am Gesamtverkehr mit 109,3 Mrd. Pkm auf 14%.

Für den Bericht der Enquête-Kommission des Bundestages zur "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre"³ wurden der an- und abfliegende Verkehr bis zur ersten Zwischenlandung eingerechnet.

Derjenige, der eine Statistik anfertigt, hat durch die Wahl der entsprechenden Zahlen große Einflußnahmemöglichkeiten auf das Ergebnis, insofern müssen bei Berechnungen des Flugverkehrs mit Zahlen aus verschiedenen Quellen genau die Ausgangsbedingungen für die vorliegenden Statistiken beachtet werden.

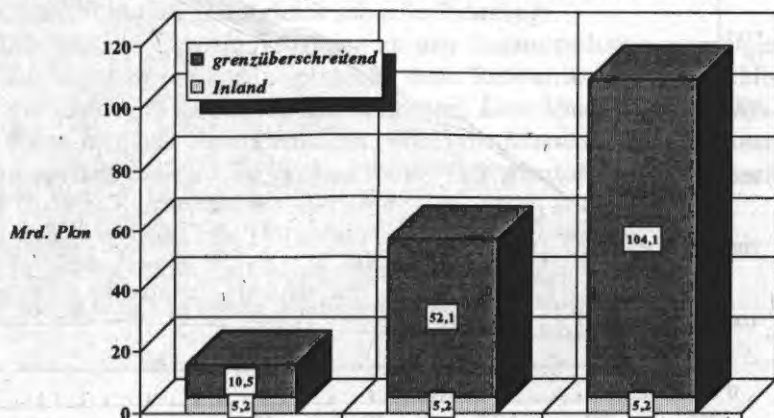
Das Märchen, der Flugverkehr trüge nicht wesentlich zu den Schadstoffausstößen bei, weil der Betrag ja vernachlässigbar sei (und nur die Flughöhe, in der die Schadstoffe abgegeben werden, sei ein Problem),

³Das folgende Referat bezieht sich mehrmals auf die umfangreichen Berichte und Vorschläge der Enquête-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" beim 11. Deutschen Bundestag (Economica Verlag, Bonn 1990). Gemäß der Empfehlungen der Kommission sollen die Kohlendioxidemissionen in zwei Stufen bis 2005 bzw. 2050 jeweils ländergruppenabhängig geändert werden (Angaben in % gegenüber den Emissionen von 1987): Industrieländer -20 (-80), reiche Industrieländer mit besonders hohen Pro-Kopf-Emissionen -30 (-80), Länder der EG -20 bis -25 (-80), Entwicklungsländer +50 (+70), damit weltweit -5 (-50).

nimmt jeder Fluggast gerne auf, weil jeder seinen Teil zu dieser Schädigung beiträgt. Wichtig ist auf jeden Fall, daß die Zahl der Flugreisen pro Kopf zugenommen hat, und die Entfernungen zugenommen haben. Die Flugreise, die wir heute machen, ist mehr als doppelt, vielleicht fünfmal so lang wie die, die vor zwanzig Jahren gemacht wurde, bzw. die wir wahrscheinlich noch gar nicht machen konnten.

Die Gesamtentwicklung des Flugverkehrs zeigt eine ansteigende Tendenz, und so sollten wir Bundesbürger (wir als "Klimamacher") uns wirklich fragen, welche Urlaubs- und Geschäftsreisen mit dem Flugzeug erfolgen müssen. Zu diesem Personenflugverkehr addiert sich noch der Güterflugverkehr, der zwar noch nicht sehr bedeutend ist, aber stark steigende Tendenz hat, sowie der militärische Flugverkehr, dessen Betrag sich nur ungefähr aus dem Treibstoffverbrauch schätzen läßt. Durch die Tiefflugproblematik erhält dieser Sektor noch eine weitere Bedeutung.

Personenflugverkehr der BRD 1988

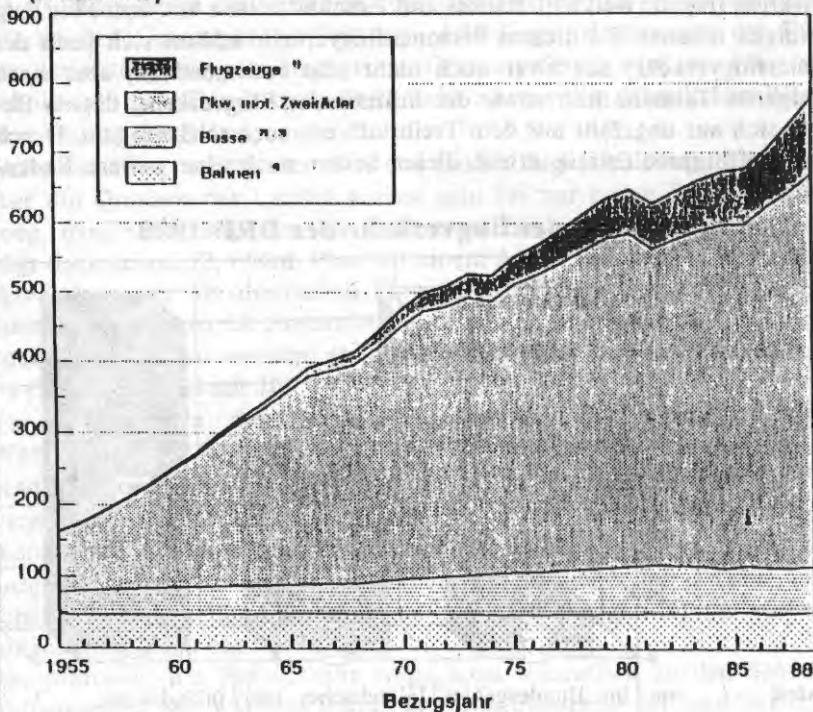


Anteil am gesamten Personenverkehr	Im Bundesgebiet (einschl. Berlin-West)	Inländischer und abgehender Verkehr	Inländischer, abgehender und Zurückkehrender Flugverkehr
Verkehrsleistung	2,3 %	7,8 %	13,9 %
CO ₂ - Emissionen	2,7 %	7,8 %	13,3 %
NO _x - Emissionen	1,0 %	3,3 %	5,9 %
HC - Emissionen	0,2 %	0,5 %	0,8 %

Quelle: Statistisches Bundesamt; Berechnungen des IFEU
 Nr. 3 Abb. 16 Grafik: Mecks

Entwicklung der motor. Verkehrsleistung in der BRD seit 1955 für die verschiedenen Verkehrsarten

Verkehrsleistung
(In Mrd. Pkm)



- 1) innerdeutscher und grenzüberschreitender Flugverkehr der Bundesbürger bis zum Auslands-Zielflughafen
- 2) ohne Werkverkehr; 3) bis 1984 gemäß amtl. Statistik; ab 1985 wurde die nicht mehr die gesamte Verkehrsleistung erfassende Statistik entsprechend korrigiert
- 4) Eisenbahn, S-, Straßen-, Stadt- und U-Bahnen

Quelle: DW, Stat. Bundesamt, Berechnungen des IFEU

Nr. 4: Die Entwicklung der motorisierten Verkehrsleistung in der BRD seit 1955 für die verschiedenen Verkehrsarten

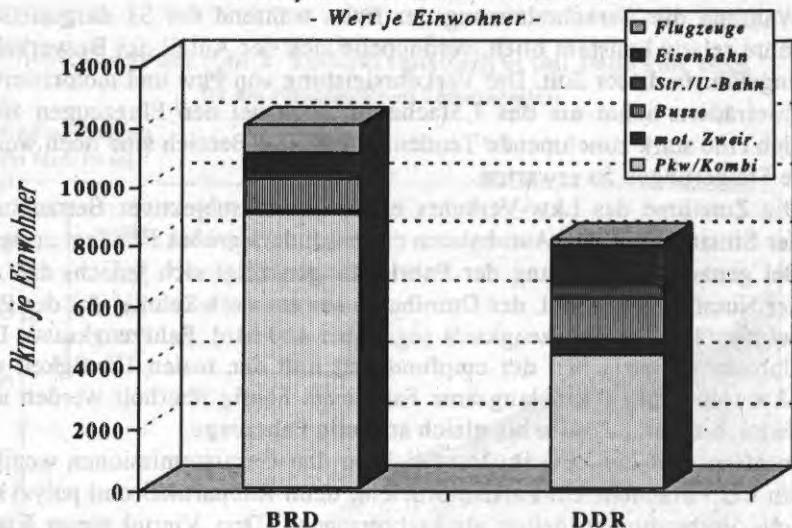
Während die Verkehrsleistung der Bahn während der 33 dargestellten Jahre relativ konstant blieb, verdoppelte sich der Anteil des Busverkehrs ungefähr in dieser Zeit. Die Verkehrsleistung von Pkw und motorisierten Zweirädern nahm um das 7,5fache zu, auch bei den Flugzeugen zeigt sich eine stark zunehmende Tendenz, in diesem Bereich sind noch weitere Steigerungen zu erwarten.

Die Zunahme des Lkw-Verkehrs erscheint bei subjektiver Betrachtung der Situation auf den Autobahnen ein besonders großes Problem zu sein. Bei genauer Betrachtung der Fahrleistungen zeigt sich jedoch, daß die der Nutzfahrzeuge incl. der Omnibusse nur etwa ein Zehntel der der Pkw beträgt (40 Mrd. Fahrzeugkm/a gegenüber 400 Mrd. Fahrzeugkm/a). Der Unterschied zwischen der empfundenen und der realen Häufigkeit der Lkw rührt daher, daß langsame Fahrzeuge häufig überholt werden und dadurch mehr auffallen als gleich schnelle Fahrzeuge.

Insofern sind die Lkw im Vergleich zu den Gesamtemissionen weniger ein CO₂- als mehr ein Partikelproblem, denn Rußpartikel und polyzyklische Verbindungen gelten als krebserregend. Drei Viertel dieser Emissionen stammen aus Nutzfahrzeugen, wobei die Messung der absoluten Menge - anders als bei CO₂ - schwierig ist. Der Ausstoß läßt sich jedoch durch Partikelfilter wirksam reduzieren.

Die Personenverkehrsleistung in der BRD und DDR 1988

Modal split der einzelnen Verkehrsmittel
- Wert je Einwohner -



Anmerkung: ohne die Bereiche Landwirtschaft, Militär und Sonderfahrzeuge; im Flugverkehr Inlands- und Auslandsstrecken für abfliegenden Verkehr

Quelle: Berechnungen des IFEU (UBA-Forschungsvorhaben Nr.10405319), 1991

Nr. 5

Abb. 18

Grafik: Mecks

Nr. 5 Die Personenverkehrsleistung in der BRD und der DDR 1988

Für 1988 ergab sich eine Verkehrsleistung für die Einwohner der BRD (einschließlich aller Greise und Säuglinge) von 12.000, bei anderer Flugleistungsberechnung sogar von 13.000 Pkm. Davon entfielen rund 75% auf den Pkw/Kombi-Verkehr. In der DDR lag die absolute Verkehrsleistung pro Kopf im gleichen Zeitraum um etwa ein Drittel niedriger. Der Pkw/Kombi-Verkehr betrug dort etwa die Hälfte des Gesamtverkehrs, absolut etwa die Hälfte des Wertes der BRD.

Fazit: Man reiste weniger pro Kopf, weniger und seltener mit dem Pkw, öfter mit dem Motorrad und mehr mit Bussen, im Vergleich mit der BRD noch sehr viel mehr mit der Eisenbahn (16,4% im Gesamtverkehr der DDR). Dies alles hat Konsequenzen für den Energieverbrauch, für die Schadstoffemissionen und vieles andere mehr.

Nr. 6a, b, c: Der motorisierte Personenverkehr in der BRD und DDR 1988

Die Tabellen zeigen eine Zusammenstellung der Primärenergieverbräuche und der Schadstoffemissionen der einzelnen Verkehrsmittel.

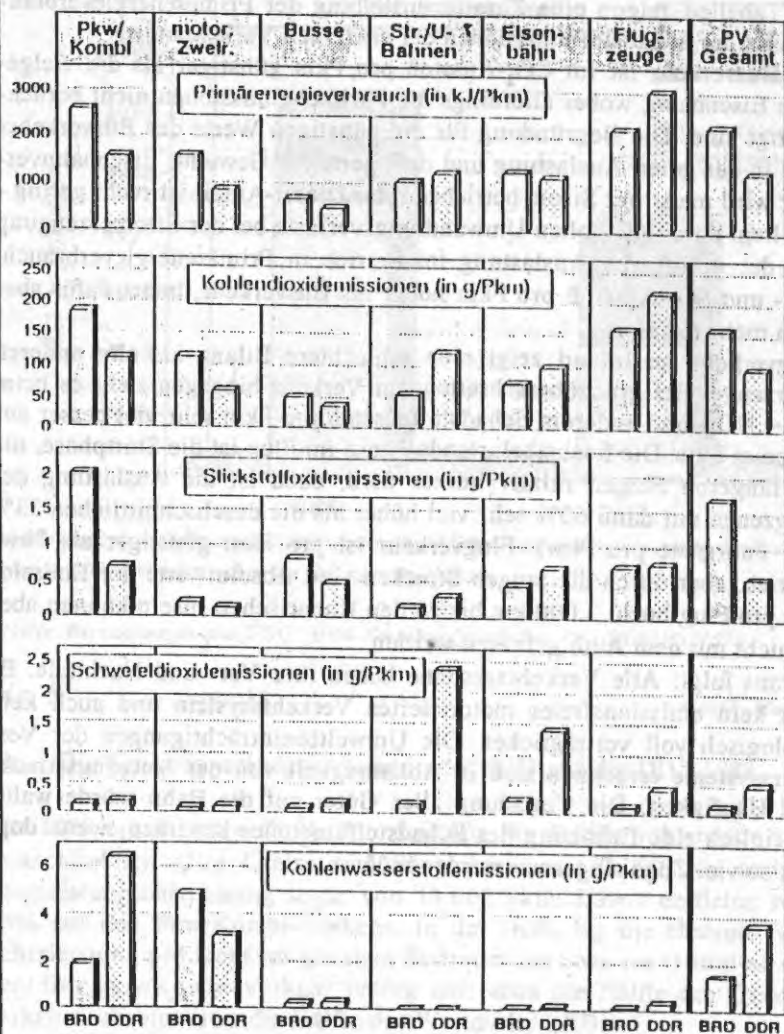
Der Busverkehr ist im CO_2 -Ausstoß pro Pkm günstiger als die vielgelobte Eisenbahn, wobei allerdings die Partikel-Emissionen nicht berücksichtigt sind. Die Begründung für die günstigen Werte des Busverkehrs liegt in der guten Auslastung und dem geringen Gewicht. Eisenbahnverkehr wird meist mit Strom betrieben - der Diesel-Anteil ist recht gering - und liegt durch die hohen Umwandlungsverluste bei der Stromerzeugung und der geringeren Auslastung im Betrieb in Primärenergieverbrauch, CO_2 - und SO_2 -Ausstoß pro Pkm höher als Busverkehr, bietet dafür aber auch mehr Komfort.

Flugverkehr im Inland zeigt eine schlechtere Bilanz als alle anderen Fahrzeuge. Bei grenzüberschreitendem Verkehr hingegen sieht es beim CO_2 -, NO_x - und anderem Schadstoffausstoß pro Pkm sehr viel besser aus als beim Pkw. Die höchstbelastende Phase im Flug ist die Startphase, die bei längeren Flügen relativ kürzer wird, dazu ist die Auslastung der Flugzeuge mit dann 60% sehr viel höher als die durchschnittlichen 33% (1,5 Fahrgäste pro Pkw). Flugverkehr ist pro Pkm günstiger als Pkw-Betrieb, aber durch die langen Strecken sind Absolutwerte der Emissionen pro Flug hoch. 3.000 km bis zu den Kanarischen Inseln können aber so nicht mit dem Auto gefahren werden.

Daraus folgt: Alle Verkehrssysteme haben ihre Vor- und Nachteile. Es gibt kein emissionsfreies motorisiertes Verkehrssystem und auch kein ökologisch voll verträgliches. Die Umweltbeeinträchtigungen der Verkehrssysteme errechnen sich in Abhängigkeit von der Nutzungsstrecke und Häufigkeit. Die Umladung aller Güter auf die Bahn würde wahrscheinlich eine Erhöhung des Schadstoffausstoßes bewirken, wenn doppelt so viel Züge eingesetzt werden müßten.

Der motorisierte Personenverkehr in der BRD und der DDR 1988

Spezifische Energieverbräuche und Schadstoff-Gesamtemissionen für die einzelnen Verkehrsmittel



Anmerkungen: Personen- und Güterverkehr ohne die Bereiche Land- und Seefahrt, Militär, Sonderfahrzeuge und Fährverkehr. Werte für die Darstellung gerundet. Gesamtemissionen = Emissionen einschließlich der anfallenden in Kraftwerken bzw. Raffinerien entstehenden Emissionen; im Flugverkehr Inlands- und Auslandsflüge für den stiftungsrechtlichen Verkehr.

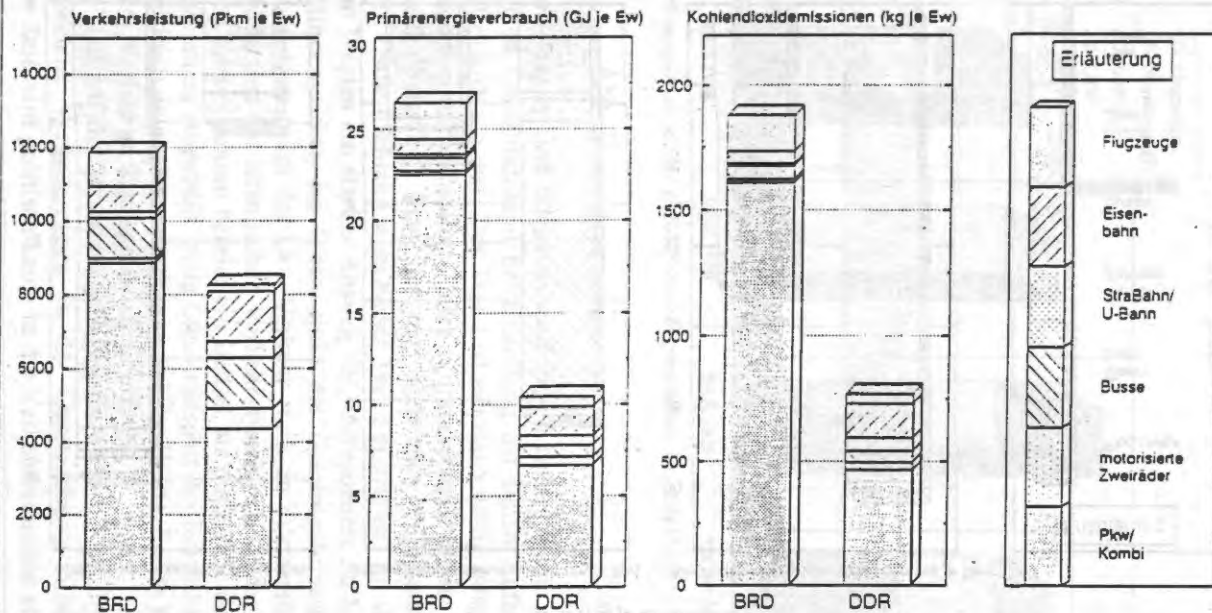
Quelle: Berechnungen des IFL/Helmberg (BDA Forschungsvorhaben Nr. 10405319, Zwischenergebnisse)

© IFL/Helmberg, 1/1991

Der motorisierte Personenverkehr in der Bundesrepublik und der DDR 1988

Verkehrsleistung, Primärenergieverbrauch und Kohlendioxid-Gesamtemissionen

- Werte je Einwohner -



Anmerkungen: Personen- und Güterverkehr ohne die Bereiche Landwirtschaft, Militär, Sonderfahrzeuge und Planungs transports; im Flugverkehr Inlands- und Auslandsstrecken für den abfliegenden Verkehr
Gesamtemissionen = Emissionen einschließlich der anteiligen in Kraftwerken bzw. Raffinerien entstehenden Emissionen

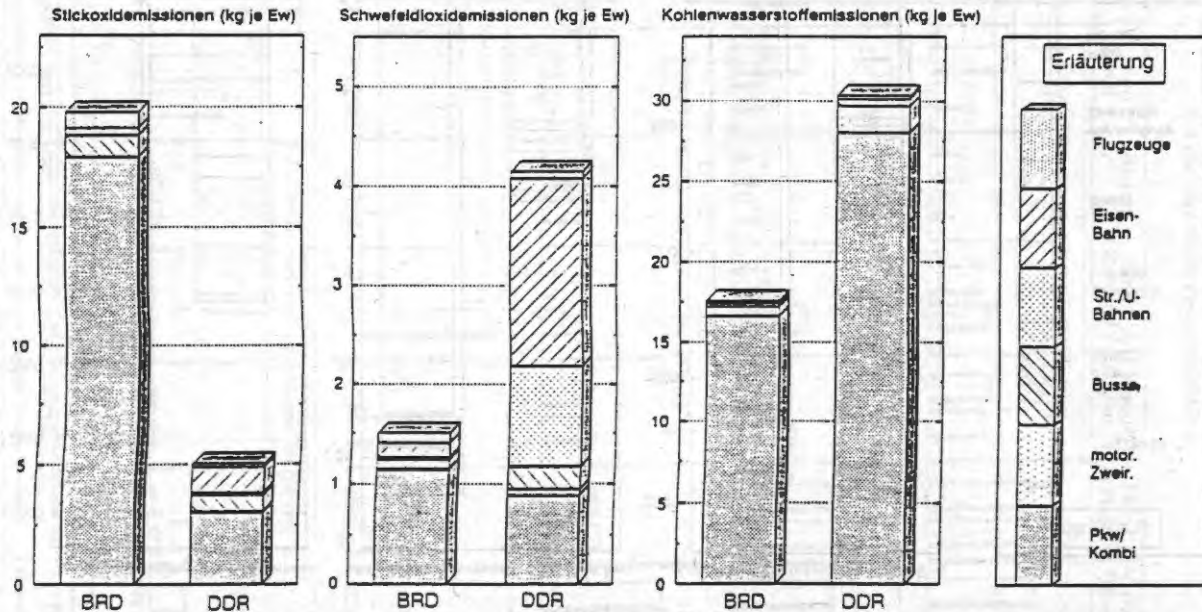
Quelle: Berechnungen des IfEU Heidelberg (UBA-Forschungsvorhaben Nr. 10405319, Zwischenergebnisse)

IfEU Heidelberg, 10/90

Der motorisierte Personenverkehr in der BRD und der DDR 1988

Stickstoffdioxid-, Schwefeldioxid- und Kohlenwasserstoff-Gesamtemissionen

- Werte je Einwohner -

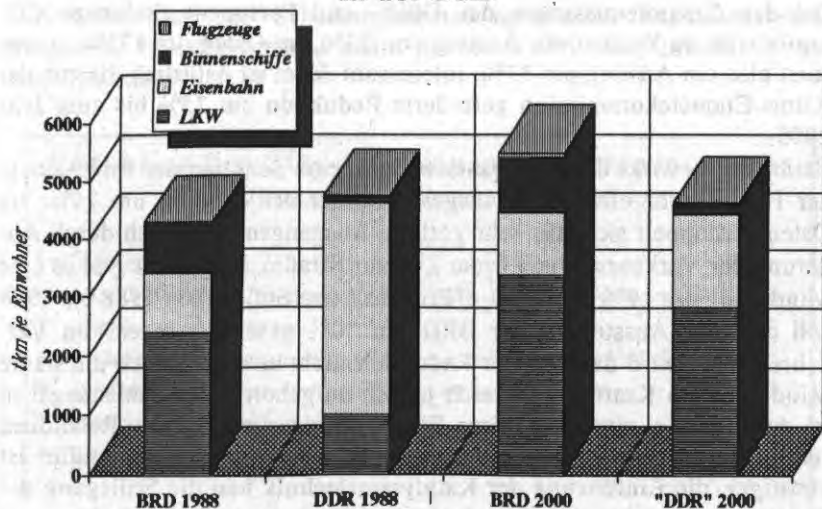


Anmerkungen: Personen- und Güterverkehr ohne die Bereiche Landwirtschaft, Militär, Sonderfahrzeuge und Postverkehrsleistungen; im Flugverkehr Inlands- und Auslandsverkehrs für den abfliegenden Verkehr
Gesamtemissionen = Emissionen einschließlich der anteiligen in Kraftwerken bzw. Raffinerien entstehenden Emissionen; Str./U-Bahnen = Straßen- und U-Bahnen

Quelle: Berechnungen des IFEU Heidelberg (UBA-Forschungsvorhaben Nr. 10405319, Zwischenergebnisse)

IFEU Heidelberg, 10/88

Die motorisierte Gütertransportleistung in der BRD



Quelle: Berechnungen des IFEU (UBA-Forschungsvorhaben Nr. 10405319, Zwischener.)

Nr. 7

Abb. 22

Grafik: Mecks

Die Szenario-Trends sind höchstwahrscheinlich richtig, auch wenn die Entwicklung in Ostdeutschland bei Erstellung der Daten Anfang 1990 nicht voll abzuschätzen war. Der Trend ist nur dann völlig falsch, wenn eine Rezession eintreten sollte. Unter Voraussetzung eines weiteren Florierens der Wirtschaft bzw. der entsprechenden Verbesserung der Wirtschaft in Ostdeutschland wird dieser Trend eintreffen. Im Güterverkehr tritt im Westen ein starker Anstieg auf, insbesondere im Lkw-Verkehr (EG-Binnenmarkt), im Osten sinkt die Gesamtgüterverkehrsleistung sogar, jedoch steigt der Lkw-Verkehr stark an (Verdreifachung). Die Reichsbahn und die öffentlichen Verkehrssysteme in Ostdeutschland haben in den letzten Jahren bereits ein Drittel bis die Hälfte der Personenverkehrsleistung eingebüßt, beim Gütertransport der Reichsbahn liegt die Transportleistung auch nur noch etwa bei der Hälfte. Schon jetzt also ist ein starker Verlust an Transportleistung erfolgt.

Die Trends sind auf der Basis der jetzigen Entwicklung gebildet, ohne daß irgendwelche Veränderungen in der Gesetzgebung einberechnet würden. Zur Zeit wird politisch kaum in die Verkehrssituation eingegriffen.

Nr. 8: Motorisierter Personen- und Güterverkehr in Deutschland 1988 und 2000

Bei den Gesamtemissionen des Güter- und Personenverkehrs an CO₂ ergibt sich im Westen ein Anstieg von 23%, im Osten um 123%, insgesamt also ein Anstieg um 33%. Interessant dabei ist natürlich die von der Klima-Enquêtékommision geforderte Reduktion um 25% bis zum Jahr 2005.

Beim NO_x bewirkt die Katalysator-technik eine Senkung der Emissionen, der Flugverkehr erhöht sie; insgesamt sinkt der Ausstoß um 29%. Im Osten verdoppelt sich das sehr geringe Ausgangsniveau auch durch Änderung der Verkehrsteilung (vom Zug zur Straße). Insgesamt gibt es eine Minderung um 19% beim NO_x ("Protokoll von Sofia": von 1988 bis 1998 soll der NO_x-Ausstoß in der BRD um 30% gesenkt werden. Im Verkehrsbereich wird das Ziel der Reduktion nicht erreicht, durch die starke Minderung im Kraftwerksbereich jedoch aufgeholt). Die Zahlenangaben in der Tabelle sind nur circa-Werte, zeigen jedoch die Relationen richtig. Die Entwicklung beim Ausstoß der Kohlenwasserstoffe ist günstiger, die Einführung der Katalysator-technik und die Stilllegung der Zweitakter bewirkt eine Reduktion der Emissionen. Im folgenden soll hauptsächlich das CO₂ betrachtet werden.

Motorisierter Personen- und Güterverkehr in Deutschland 1988 und 2000

Emissionsberechnungen für die Bundesrepublik und die DDR 1988 sowie für West- und Ostdeutschland im Jahre 2000 ("Tend-Szenarien)

Gesamtemissionen	1988			2000					
	BRD	DDR	gesamt	WEST		OST		gesamt	
				↓ Änderung	↓	↓ Änderung	↓	↓ Änderung	↓
kt/a	zu '88	kt/a	zu '88	kt/a	zu '88	kt/a	zu '88		
CO ₂ in Tausend	164	19,4	183	201	-23%	42,8	123%	244	33%
Stickstoffe	1847	166	2012	1303	-29%	328	98%	1631	-19%
Kohlenwasserst.	1354	520	1875	637	-53%	280	-46%	917	-51%
Kohlenmonoxid	6550	850	7400	2680	-59%	1080	-49%	3760	-49%

Quelle: Berechnungen des IFEU (UBA-Forschungsvorhaben Nr. 10405319)

Nr. 8

Abb. 23

Grafik: Mecks

Aus Nr. 9, Nr. 10 und Nr. 11 wird ersichtlich, daß es zum einen kein emissionsfreies motorisiertes Verkehrsmittel gibt und zum anderen Verkehrsleistung und Schadstoffausstoß auch unter Reduktionsbedingungen in Westdeutschland kaum gesenkt und in Ostdeutschland verdoppelt werden.

Reduktion der CO₂-Emissionen im Personenverkehr **"Reduktionsszenario Westdeutschland 2005"**

Ziele:

- Verzicht auf die Verkehrsleistung bzw. Verminderung der Verkehrsleistung durch strukturelle Änderungen,
- Verlagerung der Verkehrsleistung auf ein emissionsärmeres Verkehrsmittel
- Erhöhung des Auslastungsgrades der genutzten Verkehrsmittel,
- fahrzeugbedingte Reduktion und
- fahrverhaltens- und verkehrsflußbedingte Reduktionen.

Maßnahmen:

- **Ordnungspolitische Maßnahmen** wie z.B. für Pkw schärfere Grenzwerte, Kraftstoffverbrauchsregelungen, Geschwindigkeitsbegrenzungen, Temporegler, räumliche und zeitliche Fahrverbote, Parkraumreduzierung und -Bewirtschaftung.
- **Preispolitische Maßnahmen** wie z.B. Erhöhung der Mineralölsteuer (bis 2005 um 1 DM gegenüber 1989), Parkplatzsteuer und merkliche Parkgebühren bzw. zur Förderung des ÖV veränderte Tarifstrukturen und Tarifsenkungen
- **Investitionspolitische Maßnahmen** wie z.B. Verzicht auf weiteren Ausbau der Straßen und Rückbau der Parkflächen bzw. Ausbau der Schiene- und Radwegenetzen und Verbesserung des P + R-Angebotes
- **Organisatorische Maßnahmen** wie z.B. Verstetigung des Verkehrsflusses (Staumanagement, Verkehrsleitsysteme) bzw.: Verbesserungen des Verkehrsablaufes im ÖV (Beschleunigung, Taktverdichtung, Bussonderspuren, ÖV-Bevorrechtigung, Verkehrsspitzenentzerrung)
- **Maßnahmen zu Einstellungsänderung** von Verkehrsteilnehmern und Bevölkerungsgruppen mit dem Ziel eines verbesserten Images und einer besseren Akzeptanz des ÖV.

Quelle: Diw u.a. für Klima-Enquête-Kommission IFEU

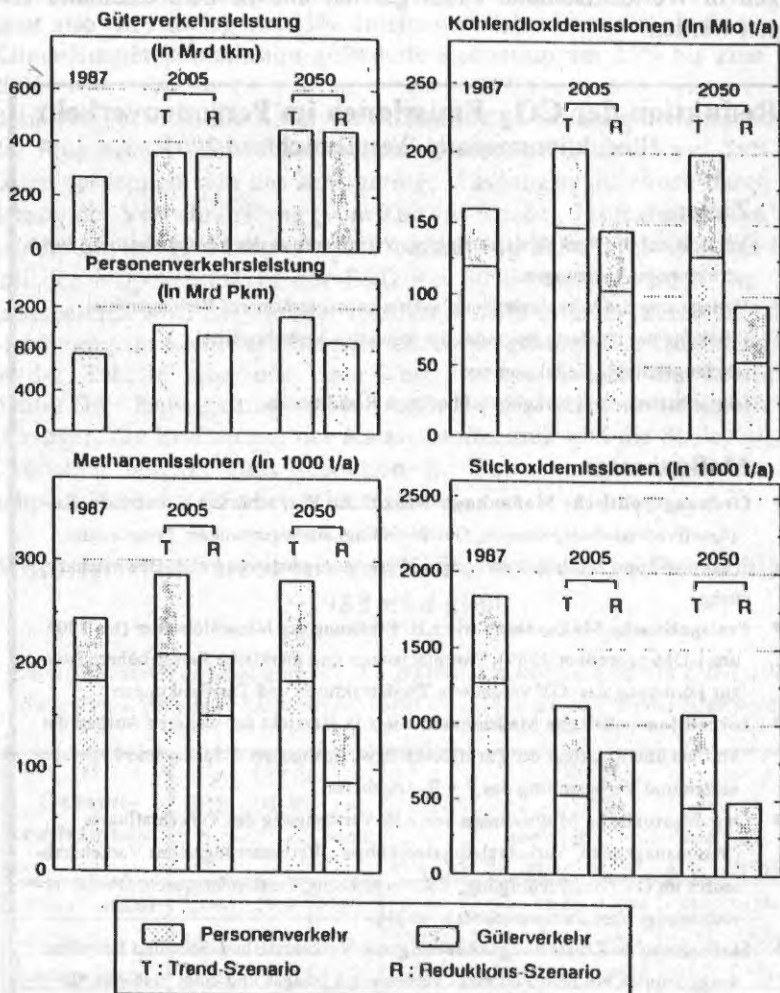
1991

Nr. 9 Abb. 24

Grafik: Mecks

Motorisierter Personen- und Güterverkehr in Westdeutschland

Verkehrleistung, Emissionen - 1987 und in Szenarien für 2005 und 2050 ^{1), 2), 3)}



1) Flugverkehrsleistung (Personen, Güter) einschließlich der Auslandsstrecken

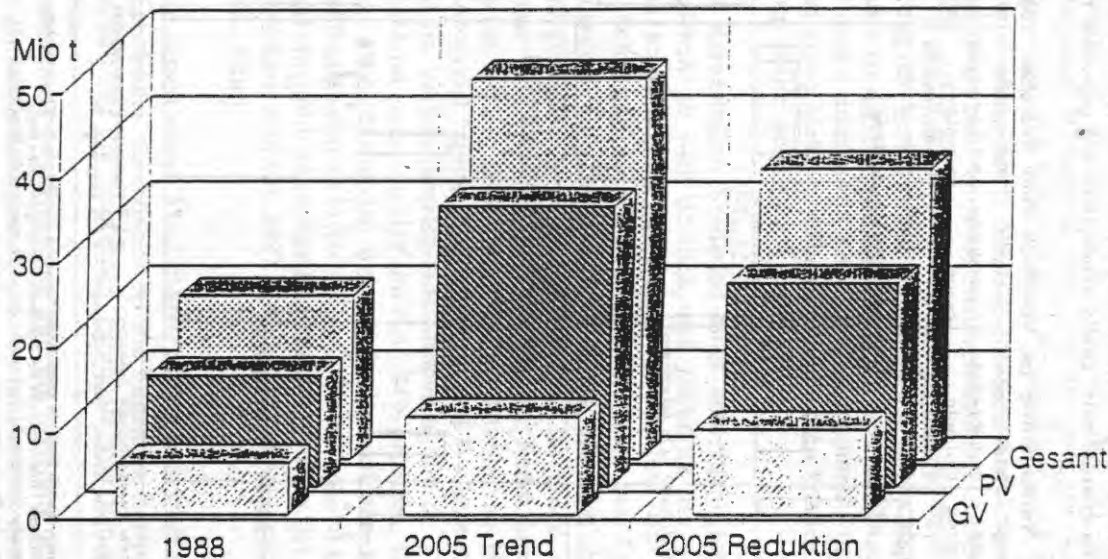
2) Einschließlich der Emissionen aus der Bereitstellung der Primärenergie

3) Personenverkehrsdaten für 2005 auf der Basis einer Wohnbevölkerung von 65 Mio.; alle anderen Daten der Szenarien auf der Basis von 60,1 Mio

Quelle: DW, ILS, ISV, Berechnungen des IFEU und des TÜV Rheinland

IFEU Heidelberg, 5/80

CO₂-Gesamtemissionen des motorisierten Verkehrs in Ostdeutschland 1988 und 2005 (Szenarien)

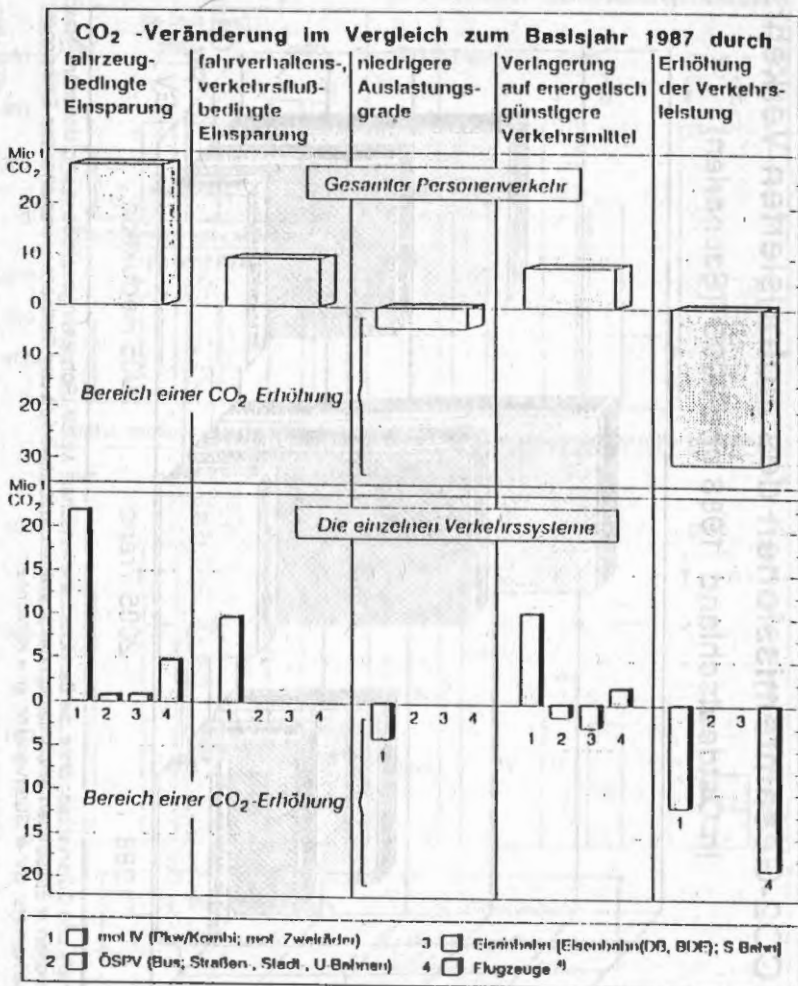


Anm.: Personen- und Güterverkehr ohne die Bereiche Landwirtschaft, Militär, Rohrleitungstransporte und stationäre Maschinen;
Gesamtemissionen = Emissionen einschließlich der anteiligen in Kraftwerken und Raffinerien entstehenden Emissionen;
PV = Personenverkehr, GV = Güterverkehr; kt = Kilotonnen

Quellen: Berechnungen des IFEU Heidelberg

IFEU Heidelberg, 6/91

Der motorisierte Personenverkehr in Westdeutschland im Jahr 2005
 Kategorisierung und Wirksamkeit der CO₂-ändernden Effekte im
 "Reduktions-Szenario 2005 - 65 Mio Wohnbevölkerung" gegenüber 1987 ^{1, 2, 3)}



- 1) Berechnungen für die Enquete-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre"
 2) Einschließlich der Emissionen der der Primärenergie vorgelagerten Kette
 3) Die Kombination aller Maßnahmen führt zu einer CO₂-Reduktion von 16,5 Mio t
 4) Flugverkehr der Bundesdeutschen im In- und Ausland

Quelle: DIW, ILS, ISV; Berechnungen des IFEU

IFEU Heidelberg, 5/90

Nr. 12: Der motorisierte Personenverkehr in Westdeutschland im Jahr 2005

Die Begründung für die geringe Verringerung des CO₂-Ausstoßes liegt in der gestiegenen Verkehrsleistung und der geringen Auslastung, obwohl Ersparnisse durch Fahrverhalten (Tempolimit) und Fahrzeugtechnik erreicht werden. Auch unter drastischen Reduktionsbedingungen erfolgt damit noch eine Verkehrsleistungserhöhung. Außer im Pkw-Bereich sind vor allem im Flugverkehr weitere Steigerungen zu erwarten. Die Steigerung der Verkehrsleistung sowohl des Güter- als auch des Personenverkehrs ist die Ursache dafür, daß die von der Enquête-Kommission empfohlenen drastischen Reduktionsmaßnahmen - die dazu in der Bevölkerung keine Mehrheit haben - nicht wirken können und die Verkehrsleistung weiter steigt.

Werden die dargestellten Szenarien unter umweltpolitischen Gesichtspunkten gesehen, so wird deutlich, daß zukünftig das wichtigste und nachfolgend hauptsächlich betrachtete Problem bei den überregional wirksamen Schadstoffemissionen in der Emission von CO₂ liegt. Die verkehrsbedingten CO₂-Emissionen könnten bis zum Jahr 2005 in Deutschland gegenüber dem Bezugsjahr 1987 im Trend um rund 40% steigen. Unter den in Tab. 9 beschriebenen Reduktionsbedingungen könnten sie bis 2005 in etwa wieder auf das Niveau von 1987 absinken. Das Minderungsziel "minus 30%" (2005 zu 1987) würde dabei in Westdeutschland im Verkehrsbereich eine Minderung um ca. 37% bedeuten, in Ostdeutschland einen Anstieg um rund 24% erlauben. Das Hauptproblem besteht dabei darin, daß wesentliche Reduktionen nur mit Maßnahmen *und* Reaktionen zu erreichen sind, die im krassen Gegensatz zur heutigen verkehrspolitischen Realität stehen. 1990 lag der CO₂-Ausstoß ungefähr 15% über dem von 1987. Reduktionsbedingungen sind zur Zeit nicht mehrheitsfähig.

Es bestehen verschiedene Möglichkeiten, die verkehrsbedingten Kohlendioxid-Emissionen zu reduzieren. Die folgenden Beispiele sollen in grober Abschätzung die möglichen Potentiale von Einzelmaßnahmen verdeutlichen.

Eine Möglichkeit der Problemlösung wäre die Befreiung des Verkehrsbereiches von allen Minderungsaufgaben. Da im Hausbau durch bestmögliche Wärmedämmung eine immense Energieeinsparung erreichbar sein soll (50-80%), ohne das Wohlbefinden der Menschen einschränken zu müssen, könnte der Beitrag des Verkehrsbereiches zur Minderung des

CO₂-Ausstoßes auf geringe 10% festgesetzt werden. Dies schlug die Enquête-Kommission unter Betrachtung der realen Verhältnisse auch vor. Jedoch wurden auch diese 10% auf einer Umweltminister-Konferenz mit viel Skepsis betrachtet. Selbst wenn viel Mühe aufgebracht würde, dieses Ziel zu erreichen, werden unter der momentanen gesellschaftlichen Einstellung wohl auch 10% nicht erreicht werden können. Die Möglichkeit, im Verkehrsbereich den CO₂-Ausstoß nicht zu vermindern, besteht sowieso auch nur für eine kurze Zeit; denn laut der Forderung der Enquête-Kommission soll bis zum Jahr 2050 der CO₂-Ausstoß um 80% reduziert werden. Da die reichen Länder jetzt etwa das Zehnfache pro Kopf an Emissionen produzieren wie die Entwicklungsländer, könnte bei einer Senkung um 70% in den Industrienationen in etwa eine Konstanz der CO₂-Konzentration erreicht werden.

Aber: Je konsequenter eine Maßnahme durchgeführt wird, desto teurer wird sie dabei auch, wie sich etwa bei dem Schadstoffausstoß der Kraftwerke zeigt. Es gibt kaum Probleme, eine chemische Reaktion mit 90%iger Umsetzung ablaufen zu lassen, zum Erreichen einer 95%igen Umsetzung entstehen allerdings große Schwierigkeiten, und bei den letzten fünf Prozent sind diese kaum zu bewältigen. Insofern kann der Verkehrsbereich nur kurzfristig durch stärkere Reduktionen in anderen Bereichen von Auflagen entlastet werden, denn grundsätzlich ist die Reduktion mit bekannten Strategien und der verfügbaren Technik sowie auf der Ebene des Individuums leicht zu bewerkstelligen. Die Suche nach anderen Möglichkeiten zur Problemlösung ist notwendig.

Die Umlagerung von Verkehrsleistung als Mittel zur Reduktion des CO₂-Ausstoßes kann nur sehr eingeschränkt Erfolg zeigen. Die innerörtliche Verkehrsleistung der Pkws in Westdeutschland betrug 1990 das Sechsfache des öffentlichen Verkehrs (Busse ca. 10 Mrd. Pkm; Straßen-, Stadt- und U-Bahnen ca. 10 Mrd. Pkm; zu Fuß und Fahrrad ca. 5 Mrd. Pkm; dagegen im motorisierten Individualverkehr ca. 150 Mrd. Pkm).

Eine Umlagerung von 25 Mrd. Pkm (= 17%) des motorisierten Individualverkehrs bedeutete eine Verdoppelung der bestehenden Verkehrsleistung des nicht-motorisierten und des öffentlichen Verkehrs mit einem entsprechend hohen Einsatz an Material und Personal. Dadurch könnten 2,7% der verkehrsbedingten Emissionen vermieden werden. Zwischen 1985 und 1990 gab es jedoch in der Verkehrsleistung der BRD eine Steigerung um 25 Mrd. Pkm/a., dies entspricht dem Betrag des gesamten innerstädtischen Nicht-Pkw-Verkehrs. Also wird die Gesamtverkehrslei-

stung in jedem Jahr um denselben Betrag, wie auf umweltfreundliche Weise in der Stadt gefahren wird, gesteigert.

Die ständige Steigerung der Verkehrsleistung ist damit das eigentliche Problem.

Der Güterverkehr auf der Straße hat einen Anteil von 10% am CO₂-Ausstoß des Verkehrs, 20-25% des NO_x-, 3% des CO- und allerdings 30-75% des Partikelausstoßes. Bei der hypothetischen - aber auch utopischen - Umlagerung von 50% des Güterverkehrs auf die Schiene ergäbe sich eine CO₂-Minderung von nur 2,5% (wie erwähnt, fährt die Bahn nicht schadstofffrei). Der durch die Verkehrssteigerung bedingte Anstieg des CO₂-Ausstoßes beträgt dabei schon 3-4%/a.

Trotzdem ist die Maßnahme richtig, nur ist die zu erwartende Einsparung im Vergleich mit den sonstigen Entwicklungen nicht sehr groß.

Auch die Einführung eines Tempolimits zur Senkung des CO₂-Ausstoßes des Verkehrs wurde erwogen. Annahme war, daß eine Einsparung im Kraftstoffverbrauch von 30% zu erreichen wäre. Dies erwies sich als Extremannahme; im Großversuch zeigte sich bei Tempo 100 eine Reduktion um 8%, obwohl die Berechnung schon möglichst günstig für das Tempolimit durchgeführt wurde. Die Annahme einer 30%igen Minderung ist wissenschaftlich kaum haltbar. Angenommen, das Tempolimit brächte wirklich eine Minderung des CO₂-Ausstoßes um 30%. Der Kraftstoffverbrauchsanteil des Verkehrs auf Autobahnen beträgt etwa ein Drittel des Gesamtverbrauches. Damit könnten auf Autobahnen im Pkw-Bereich etwa 10% eingespart werden, und dies wäre das in der real existierenden Gesellschaft höchstens Erreichbare. Denn obwohl die deutschen Bürger in Umfragen die umweltbewußtesten Bürger der Welt sind, zeigen sie sich bei der Umsetzung dessen in eigenes Handeln wenig konsequent. Maßnahmen wie ein Tempolimit sind kaum durchsetzbar, auf einem - nicht unbedingt repräsentativen - Parteitag der CSU wurde eine Geschwindigkeitsbeschränkung auf immerhin noch 130 km/h mit 90% der Stimmen abgelehnt. In der heute real bestehenden Gesellschaft sind wahrscheinlich nur 3% Einsparung auf den Autobahnen und vielleicht noch 5% auf den anderen außerörtlichen Straßen erreichbar.

Aus dem allem folgt, daß ein Tempolimit nicht *die* eine Maßnahme ist, die den Verkehr von allen CO₂-Sorgen befreien kann, nichtsdestotrotz wäre es aus anderen Gründen wesentlich.

Veränderungen bei der Auslastung der Pkw sind sehr viel wirksamer. Heute sitzen durchschnittlich 1,45 Personen pro Fahrzeugkilometer im Auto. 1973 waren es in der BRD noch 1,75 Personen pro Auto, in der DDR war der durchschnittliche Trabant sogar mit 2,0 Personen besetzt. Ein Wiedererreichen dieses Auslastungsgrades bedeutete eine Einspa-

rung von etwa 20% gegenüber dem heutigen Wert und 12% des Gesamtverkehrs, mehr als bei realistischer Betrachtung durch ein Tempolimit erreichbar ist.

Eine Verbesserung der Fahrzeugtechnik kann ebenfalls sehr wirkungsvoll sein. Bei einer kontinuierlichen Verminderung des Benzinverbrauchs der von jetzt an neu zugelassenen Nutzfahrzeuge könnte er im Jahre 2000 bei der Hälfte des heutigen Wertes liegen. Dies würde ab etwa 2005 eine Einsparung von 40% im Pkw-Bereich bedeuten und ca. 25% des Verbrauches des Gesamtverkehrs, damit ein recht großer Beitrag, der dazu noch technisch möglich ist.

Eine weitere Ansatzmöglichkeit zur Problemlösung liegt im Bereich der Verkehrsleistung. 1955 wurden im Personenverkehrsbereich in Westdeutschland etwa 2.600 Pkm/a. gefahren, 1960 ca. 4.000 Pkm/a., 1990 schon 13.300 Pkm (DDR 1988 ca. 8.300 Pkm). Die Tendenz ist weiter steigend, im Trend auf 15.000 Pkm im Jahr 2000. Es ist heute nicht unüblich, mehrmals im Jahr eine Flugreise als Kurzurlaub zu machen, eine Verminderung in diesem Bereich liegt in der Hand jedes Einzelnen. Es nutzen alle Minderungsmöglichkeiten der Verkehrsverlagerung, technischer Verbesserungen und Verkehrseinschränkungen nichts, wenn nicht vor allem auch das eigene Reisehalten verändert und der jährliche Zuwachs der Verkehrsleistung verringert wird. Der Zuwachs innerhalb von zwei Jahren (50 Mrd. Pkm) entspricht der Personenverkehrsleistung aller westdeutschen Bahnen; zwischen 1987 und 1990 nahmen die Kohlendioxidemissionen des westdeutschen Verkehrs um 15% zu. Einsparungen werden damit also sofort wieder kompensiert.

In allen anderen Bereichen ist es möglich, die gleiche Energiedienstleistung, den gleichen Komfort durch bessere Dämmung oder bessere Technik mit geringerem Energieeinsatz zu erlangen. Im motorisierten Verkehrsbereich hingegen müssen für eine Senkung der CO₂-Emission mittel- und langfristig Einschränkungen hingenommen werden, auch wenn die Maßnahmen für die Reduktions-Szenarien der Enquête-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" aus heutiger Sicht politisch nicht mehr mehrheitsfähig erscheinen. Die Akzeptanz dieser Einschränkungen in der Bevölkerung ist das eigentliche Problem. Die neuen Modelle der meisten Autohersteller sind jeweils etwas schwerer und leistungsstärker als ihre Vorgänger; Neuwagenkäufer steigen aber aus Prestige Gründen zumeist nicht auf das nächstkleinere, aber leistungsgleiche Modell um. Ohne ein Abrücken von liebgewonnenen Gewohnheiten ist keine CO₂-Reduktion möglich. Reduktion im Verkehrsbereich bedeutet immer Verzicht auf bestehendes, Verzicht beim oben

genannten Autokauf, Verzicht auf die Fahrt im eigenen Auto, stattdessen die Fahrt im vollen Bus, Verzicht auf den Skiurlaub in der Schweiz, stattdessen nur in den nächstgelegenen Mittelgebirgen. Verzicht fällt immer dann am leichtesten, wenn seine Notwendigkeit einsichtig gemacht wird, wenn der Bereich, in dem Verzicht geübt werden muß, nach persönlichen Gegebenheiten optimiert werden kann. Die eigene Entscheidungsfreiheit, wo und wie verzichtet werden soll, ist dabei sehr wichtig. Insofern sind dirigistische Methoden in einigen wenigen Bereichen weniger sinnvoll als ein breites Spektrum von Möglichkeiten. Die Einführung einer Energiesteuer, deren Betrag an die Erreichung des Minderungszieles geknüpft ist, erscheint deshalb sinnvoll. Das heißt also, daß der Preis des Benzins nicht gleich möglichst hoch gesetzt wird, um einen möglichst geringen Verbrauch zu bewirken. Stattdessen wird mit der Begründung, daß eine Verminderung des Energieverbrauchs und des CO₂-Ausstoßes im Verkehrsbereich um 20% erreicht werden muß, der Benzinpreis bis zu der Höhe gesteigert, mit der diese Minderung erreicht wird. Diese Vorgehensweise hätte noch dazu den Vorteil, daß Interessensverbänden wie dem ADAC der Boden für Agitationen entzogen würde, denn es wäre deutlich, es nicht um ein möglichst hohes Steuer- oder Abgabenaufkommen von den Autofahrern ginge. Wenige klare, grundsätzliche Maßnahmen, die durch Gesetze über den zulässigen Kraftstoffverbrauch von Pkws flankiert werden müssen, erscheinen also als sinnvollste Handlungsweise.

Das "soziale Argument" kann hier nicht gelten, in anderen Bereichen nimmt schließlich auch niemand Anstoß daran, daß sich Besserverdienende mehr leisten können als weniger gut Betuchte. Im Verkehrsbereich wird dies stets als große Ungerechtigkeit empfunden, weite Anreisewege zur Arbeit werden als Argument dagegen gesetzt. Jedoch ist die Frage der Verteilung des Geldes ein Problem gesellschaftlicher Umverteilung und nicht des Verkehrsbereiches.

Mobilität in dem Sinn, daß jeder Ort zu jeder Zeit mit jedem motorisierten Verkehrsmittel erreichbar sein muß, kann zukünftig vor allem im städtischen Bereich nicht mehr gegeben sein. Da wir es höchstwahrscheinlich nicht schaffen werden, die notwendige Verminderung der verkehrsbedingten CO₂Emissionen durch andere Maßnahmen zu erreichen, müssen damit alle aus klimatischen Gründen ihre Verkehrsmobilität im Sinne einer Verkehrsleistung in den nächsten Jahrzehnten einschränken.

Fazit: Es wird stets nicht nach *der* einen Möglichkeit gesucht, die die Lösung bringt, diese gibt es jedoch nicht. Im Verkehrsbereich ist keine

wirkungsvolle Verminderung der CO₂-Emission möglich, wenn nicht *alle* genannten Möglichkeiten genutzt werden, und zusätzlich die Einstellung aller zu ihrer Fortbewegungsart und -strecke verändert wird.

Verkehr in der BRD - Diskussion

Im folgenden sollen die hauptsächlichen Diskussionsthemen aufgeführt werden. Möglichkeiten zur Problemlösung liegen in drei Bereichen:

1. Steigerung der Attraktivität des öffentlichen Verkehrs (ÖV)

durch :

- Preisreduktion
- bessere Verbindungen und dichtere Fahrakte, vor allem auch außerhalb der Spitzenzeiten.
- Zufahrtsbeschränkungen für die Innenstädte, hohe, Parkgebühren

Probleme dabei:

- Der ÖV kann zwar viele, aber nicht alle Verkehrsprobleme lösen, in Schwächstlastzeiten kann Pkw-Verkehr ökonomisch wie ökologisch günstiger sein.
- Starke Verbilligung führt neben einem Umstieg vom Auto auf den ÖV auch zu einer Mehrnutzung durch zuvor nicht motorisiert Fahrende.
- Die eigentlich nicht sinnvollen Subventionen der Bundesbahn sind noch solange nötig, bis die Verteuerung des Autos auf seine Realkosten durchsetzbar ist.

2. Ordnungspolitische Maßnahmen zur Einschränkung der Mobilität

- Durch Maßnahmen im Bereich der Investitions-, Preis-, Arbeits- und Verkehrspolitik könnte das Verkehrsaufkommen schnell verändert werden.

Probleme dabei:

- Jegliche Einschränkung im Verkehrsbereich wird als Demokratieverlust verstanden, Politiker können durch Interessensgruppen an Entscheidungen gehindert werden, was zu Vertrauensverlusten in der Bevölkerung führen kann.
- Die einzelne Maßnahme hat einen relativ geringen Effekt auf den Gesamtschadstoffausstoß, trotzdem aber einen hohen pädagogischen Effekt.

3. Eine Bewußtseinsveränderung gegenüber der Mobilität ist notwendig, denn

- Mobilität wird als Freiheit empfunden.
- Mobilitätssteigerung wurde schon immer mit "Fortschritt" gleichgesetzt.
- Mobilität ist eine Sucht, Entzug führt zu subjektivem Verlustempfinden.
- Mobilität und Freizeitgestaltung hängen eng zusammen (40-50% des Verkehrsaufkommens sind Privatfahrten).

Ansatzmöglichkeiten zur Veränderung:

- Nichtmobilität muß gesellschaftlich attraktiv werden.
- Freizeit- und Urlaubsverhalten müssen verändert werden.
- Erziehung zur distanzierteren Betrachtung der Dinge (Askese im eigentlichen Sinn), dazu positive Alternativangebote.
- Unterstützung durch geisteswissenschaftliche, künstlerische und andere Bereiche.

Das größte Problem bei der Einsicht in die Schädigung der Mobilität liegt im "time-lack" zwischen Ursache und Wirkung. Am einfachsten ist dies im Verkehrssektor in der Stadt, da hier die negativen Folgen offensichtlich sind. Bemühungen der Autoindustrie um Einschränkungen des Autoverkehrs in der Stadt dienen jedoch hauptsächlich zum Erhalt der Akzeptanz des Autos an sich.

Fazit: Im Bereich "Verkehr" bleibt - anders als in anderen Energiebereichen - zur Senkung des CO₂-Ausstoßes nur der persönliche Verzicht aller an motorisierter Verkehrsleistung. Deshalb ist eine Attraktivitätssteigerung vor allem für Radfahrer und Fußgänger unumgänglich.

Die Arbeitsgruppe "Verkehr" entschloß sich abschließend, didaktische und unterrichtspraktische Themen aufzuarbeiten.

Für die Unterrichtspraxis ergeben sich unterschiedliche Ansätze:

- Verkehrsunterricht muß - anders als bisher - fächerübergreifend geplant und durchgeführt werden.

- Die Aussagen in den vorgegebenen Richtlinien müssen im Hinblick darauf kontrolliert und gegebenenfalls ergänzt werden.
- Darüber hinaus können Themen aus dem Bereich "Verkehr" in besonderen schulischen Veranstaltungen behandelt werden.
- Dies können z.B. Umwelttage als Projekttag oder -wochen in unter verschiedenen Abständen, Schullandheimaufenthalte und Wandertage sein.

Im Rahmen der vorhandenen Zeit konnten unterrichtspraktische Themen nur als einzelne Projekte angesprochen werden. alle Teilnehmer bekundeten starkes Interesse, in bezug auf den praktischen Unterricht mehr Anregungen und Hilfen zu erhalten.

Vorschläge für die Orientierungsstufe:

- Übungen zum praktischen Verhalten im öffentlichen Nahverkehr, z.B. das Lesen von Fahrplänen.
- Ein Spiel im Stadtverkehr: "Scotland Yard" im Sinne von "Räuber und Gendarm" mit Telefonzentrale.
- "Orientierung" als Unterrichtsthema: Orientierung im Schulhaus, auf dem Schulweg, Verhalten der Erwachsenen.
- Interviews mit Autofahrern an Tankstellen oder im Stadtverkehr, z.B. Autofahrer im Stau.
- Interview in der eigenen Familie, z.B.: Wer ist der größte Rußerzeuger?
- Übungen zu Sinneswahrnehmungen im Straßenverkehr (hören, sehen, riechen, schmecken).
- Reflexion von Betroffenheit, z.B. nach einem Unfall, Erörterung von Mobilität.
- Geschichte eines Baumes in der Stadt im Vergleich zu einem Baum im Wald.
- Kinderspiel auf der Straße - Planung eines Straßenblocks: Spielraum, Freiraum, Bewegungsraum.

Sekundarstufe I und II:

Die für die Orientierungsstufe genannten Themen haben auch für die beiden folgenden Schulstufen Bedeutung. Zusätzliche Schwerpunkte kommen aber hinzu, z.B. für die

Sek. I:

-Durchführung von Verkehrszählung, Arbeit mit Meßgeräten, Auswertung.

-Rollenspiele, z.B. Verkehrsteilnehmer; verschiedene Interessensvertreter: Autofahrer - Politiker - Verkehrsplaner - Benutzer öffentlicher Verkehrsmittel - Radfahrer.

-Bodenuntersuchungen am Straßenrand.

Sek. II:

-CO₂-Bilanz, CO₂-Produktion.

-Auswertung vorhandener Tabellen.

-Veränderungen im Klimabereich.

-Entstehung und Wirkung von saurem Regen (Hochrechnungen).

-Werte entwickeln, die das Handeln der Jugendlichen bestimmen, um z.B. politische Entscheidungen mit zu beeinflussen.

Die aufgeführten Themen sind nur als Beispiele zu verstehen, die noch weiter ausgearbeitet werden müssen. Themen für die Grundschule konnten aus Zeitgründen nicht behandelt werden.

Arbeitsgruppe Treibhausgase

Experte: Prof. Dr. Hartmut Graßl

Moderatorin: Martina Fleckenstein

Bemängelt wurde zunächst, daß Umwelterziehung in der Schule fast gar nicht stattfindet. Daraus resultiert, daß das Thema "Klima und Treibhausgase" in den Schulen ebenfalls nicht unterrichtet wird. Viele Lehrerinnen und Lehrer fühlen sich von der gewaltigen Komplexität des Themas überfordert. Wie sieht die Situation in der schulischen und außerschulischen Bildungsarbeit aus?

1. Der schulische Bereich

a. Um die Störungen in der Natur als solche wahrnehmen zu können, muß das Verständnis ungestörter Naturkreisläufe vorausgesetzt werden. Nur wer diese in ihrer Eigendynamik kennengelernt hat und versteht, kann das Ausmaß der menschlichen Eingriffe in den Naturhaushalt, in die Ökologie, begreifen.

b. Das erzieherische Fundament in der Schule ist das Naturerleben. Man darf aber nicht beim bloßen Erleben, so unentbehrlich es ist, stehenbleiben. Neben Herz und Hand ist ebenso der Verstand gefordert. Naturwissenschaftliche Grundlagen müssen gelegt werden. Aber nicht ein lineares, monokausales Denken ist das Ziel. Um derartig komplexe Geschehnisse wie das Weltklima begreifen zu können, ist ein Denken in Fließgleichgewichten nötig.

c. Aber die Naturwissenschaften allein greifen im Bildungsbereich zu kurz, sollen die Probleme bewältigt werden, die mit der Klimaverschiebung in Zusammenhang stehen. Dann ist "Klima und Treibhausgase" nicht nur ein naturwissenschaftliches Thema. Man muß über den Tellerrand der Fachdisziplin hinausblicken und die naturwissenschaftlichen Fakten in Verbindung bringen mit gesellschaftlichen Wertesystemen und Interessen, die diese Fakten schaffen oder zumindest beeinflussen. Die Schule muß hier zu einem globalen Denken erziehen oder bilden, das die Nachhaltigkeit menschlichen Handelns im Blick hat. Vertreter und Ver-

treterinnen der Geistes- und Naturwissenschaften sind aufgefordert, über das Thema "Klima und Treibhausgase" in einen Diskussionsprozeß einzutreten.

d. Fernziel für die Gesellschaft ist eine Lebensweise in naturnahen Kreisläufen.

e. Als Konsequenzen ergeben sich für den Schulalltag, daß Lehrpläne entrümpelt, und dadurch neue Freiräume geschaffen werden müssen. Fächerübergreifender Projektunterricht außerhalb des normalen Unterrichts scheint am geeignetsten, um die angesprochenen Ziele zu erreichen.

f. Um aber nicht warten zu müssen, bis die Kultusbürokratie derartige Lehrplanveränderungen bewerkstelligt hat, könnte das Thema "Klima und Treibhausgase" zergliedert und auf einzelne Fächer aufgeteilt werden.

g. Ein Problem gilt es vorweg zu lösen: Die Lehrerinnen und Lehrer müssen erst einmal sachkundig gemacht werden. Dazu sind Lehrerfortbildungen nötig und ein ausreichendes Angebot an Unterrichtsmaterialien.

2. Der außerschulische Bereich

a. Viele Erwachsene, mit denen die Erwachsenenbildung zu tun hat, besitzen bereits ein Wissen über die Klimasituation. Sie fragen sehr kritisch nach und verlangen nach einer fundierten und ausführlichen Information. Dies ist der Erfahrungsstand, wie er sich in den Umweltzentren darbietet. Der Anspruch der dadurch an die Bildung der Umweltzentren gestellt wird, ist sehr hoch.

b. Methodisch scheint es am sinnvollsten zu sein, wenn man an einzelnen erfahrbaren Phänomenen ansetzt und von dort aus auf die vielen Beziehungsverknüpfungen des Ursache-Geflechts zu sprechen kommt.

c. Eine skeptische Einschätzung bleibt aber; ob eine vernetzte Darstellung des Themas "Klima und Treibhausgase" überhaupt innerhalb eines Projektes erreichbar ist. Es wird in der Praxis wohl eher so sein, daß

man das Thema nur ausschnittsweise behandeln kann und doch sehr stark im Theoretischen bleibt.

d. Die Umweltzentren können - oder vielmehr müssen - die Funktion einer Anlaufstelle für Informationen zum Thema "Klima und Treibhausgase" übernehmen. Hier könnten Fortbildungsveranstaltungen durchgeführt - speziell Fortbildungen für Multiplikatoren wie Lehrerinnen und Lehrer - und Informationen, Bücher, Broschüren, Unterrichtsmaterial bereitgehalten werden.

Arbeitsgruppe Tropenwald

Experte: Dr. Joachim Esser

Moderator: Eckhard Möller

"Der Tropenwald existiert für unsere Schüler nur im Klettbuch. Da müssen wir ihn rausholen!"

"Was können wir hier im Norden tun, um das Thema 'Tropenwald' in der Bildungsarbeit zu berücksichtigen?"

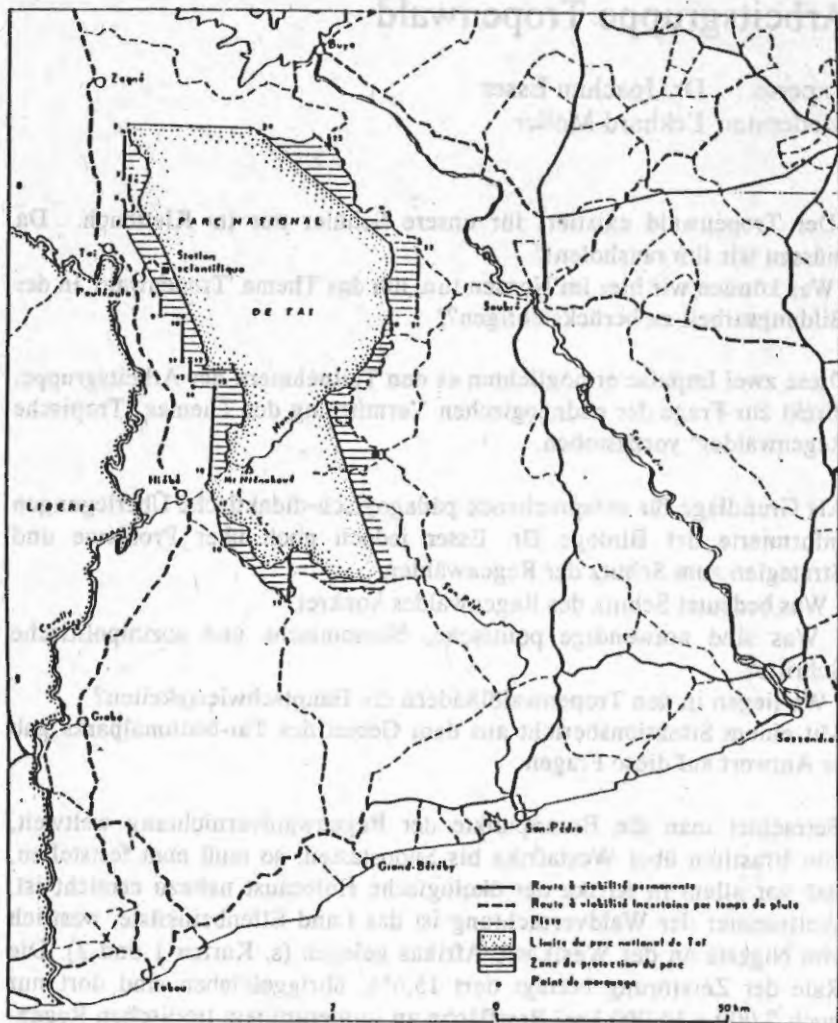
Diese zwei Impulse ermöglichten es den Teilnehmern der Arbeitsgruppe, direkt zur Frage der pädagogischen Vermittlung des Themas "Tropische Regenwälder" vorzustoßen.

Als Grundlage für entsprechende pädagogisch-didaktische Überlegungen informierte der Biologe Dr. Esser jedoch noch über Probleme und Strategien zum Schutz der Regenwälder:

- Was bedeutet Schutz des Regenwaldes konkret?
- Was sind notwendige politische, ökonomische und sozialpolitische Schritte?
- Wo liegen in den Tropenwäldern die Hauptschwierigkeiten?

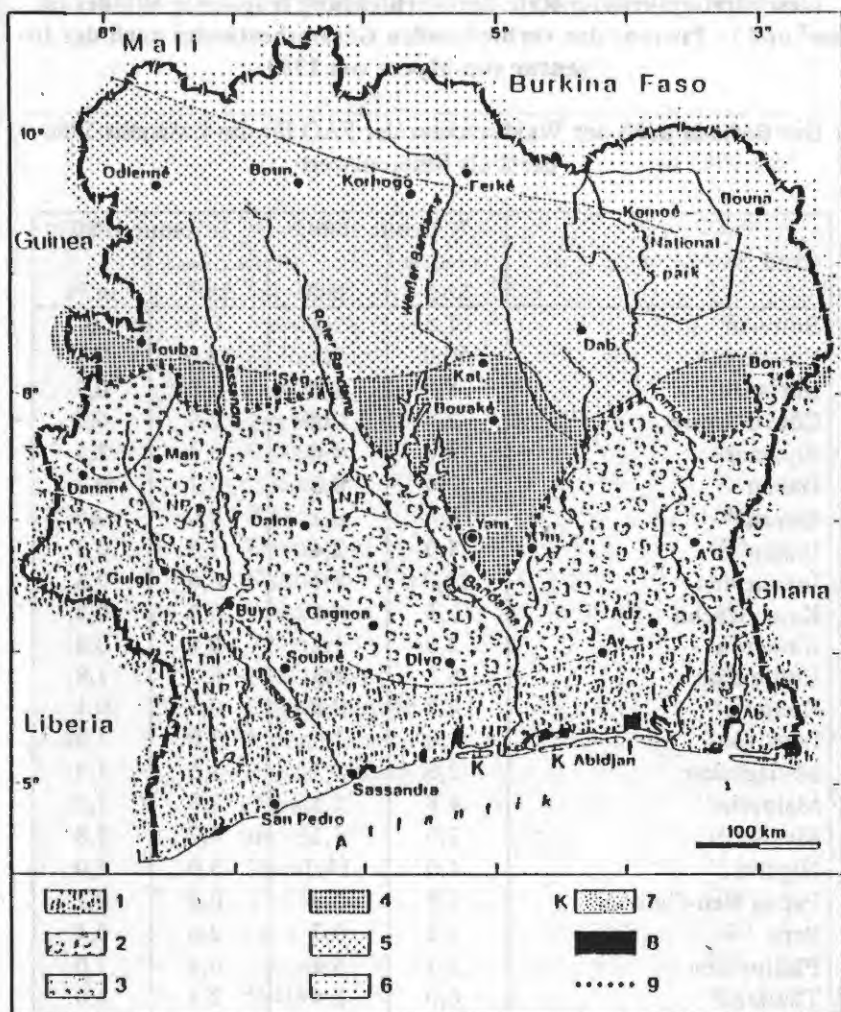
Mit einem Situationsbericht aus dem Gebiet des Tai-Nationalparks gab er Antwort auf diese Fragen.

Betrachtet man die Brennpunkte der Regenwaldvernichtung weltweit, von Brasilien über Westafrika bis Südostasien, so muß man feststellen, daß vor allem in Afrika der ökologische Holocaust nahezu erreicht ist. Weltmeister der Waldvernichtung ist das Land Elfenbeinküste, westlich von Nigeria an der Westküste Afrikas gelegen (s. Karten 1 und 2). Die Rate der Zerstörung beträgt dort 15,6%; übriggeblieben sind dort nur noch 7.000 - 10.000 km² Restfläche an immergrünem tropischen Regenwald (s. Tabellen 1 und 2).



Karte 1 **Abb.28**

Quelle: A.P. (1989) Appropriate Puffer zone management strategies for the Tai National Park (Côte d'Ivoire) unveröffentlichtes Manuskript



1 Immergrüner äquatorialer Regenwald; 2 Halbimmergrüner äquatorialer Regenwald; 3 Immergrüner Bergregenwald; 4 Feuchtsavanne mit Regenwaldinseln und Galeriewäldern (Derived savanna, savanna préforestière), 5 Feuchtsavanne als Baumsavanne mit Galeriewäldern; 6 Feuchtsavanne mit lichten Gehölzen und Grasfluren; 7 Küstensavanne (K); 8 Mangrove; 9 Nordgrenze der Regenwaldformationen.

Karte 2 Abb. 29

Quelle: Elfenbeinküste Erfolge und Probleme eines Entwicklungslandes in den westafrikanischen Tropen, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt (1988)

Geschätzte jährliche Rate der Vernichtung tropischer Wälder in km² und in Prozent des verbleibenden Gesamtbestandes nach der Inventur von Myers von 1989

Der Bestand nach der Waldinventur der FAO für das Basisjahr 1980 dient als Referenzwert

Land	Inventur 1989		Inventur 1980	
	in Tausend km ²	in %	in Tausend km ²	in %
Bolivien	1,5	2,1	0,9	0,2
Brasilien	50,0	2,3	13,6	0,4
Burma	8,0	3,3	1,0	0,3
Côte d'Ivoire	2,5	15,6	2,9	6,5
Equador	3,0	4,0	3,4	2,4
Gabun	0,6	0,3	0,2	0,1
Guyana ⁴	0,5	0,1	0,0	0,0
Indien	4,0	2,4	1,3	0,3
Indonesien	12,0	1,4	6,0	0,5
Kambodscha	0,5	0,8	0,3	0,3
Kamerun	2,0	1,2	0,8	0,4
Kolumbien	6,5	2,3	8,2	1,8
Kongo	0,7	0,8	0,2	0,1
Laos	1,0	1,5	1,0	1,3
Madagaskar	2,0	8,3	1,5	1,5
Malaysia	4,8	3,1	2,6	1,2
Mexiko	7,0	4,2	4,7	1,8
Nigeria	4,0	14,3	3,0	5,0
Papua Neu-Guinea	3,5	1,0	0,2	0,1
Peru	3,5	0,7	2,6	0,4
Philippinen	2,7	5,4	0,9	1,0
Thailand	6,0	8,4	2,4	3,0
Venezuela	1,5	0,4	1,3	0,4
Vietnam	3,5	5,8	0,6	0,8
Zaire	4,0	0,4	1,8	0,2
Zentralamerika ⁵	3,3	3,7	3,4	2,0

Tabelle 1 **Abb. 30**

⁴ Französisch Guyana, Guyana und Surinam

⁵ Belize, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua und Panama

Bestand tropischer Wälder nach der Waldinventur von Myers von 1989

Erdteil	Land	Waldbedeckung in 1000 km ²
Amerika	Brasilien	2200
	Peru	515
	Guyana ⁶	410
	Venezuela	350
	Kolumbien	278,5
	Mexiko	166
	Zentralamerika ⁷	90
	Ecuador	76
Afrika	Bolivien	70
	Zaire	1000
	Gabun	200
	Kamerun	164
	Kongo	90
	Nigeria	28
	Madagaskar	24
Asien	Elfenbeinküste	16
	Indonesien	860
	Papua Neuguinea	360
	Burma	245
	Indien	165
	Malaysia	157
	Thailand	74
	Laos	68
	Kambodscha	67
	Vietnam	60
Philippinen	50	

Tabelle 2

Abb. 31

⁶Französisch Guyana, Guyana und Surinam

⁷Belize, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua und Panama

Vor diesem Hintergrund hat die Bundesregierung ein Projekt initiiert: die Unterstützung des 1972 eingerichteten Tai-Nationalparks, der als internationales Schutzgebiet mit hoher Priorität gilt, denn es handelt sich dabei um das letzte zusammenhängende Regenwaldgebiet Westafrikas. Allerdings sind die 12,5 Mio. DM, die die Bundesregierung für den Tai-Park in einem vorerst auf fünf Jahre angelegten Projekt zur Verfügung stellt, nicht einmal ein "Tropfen auf den heißen Stein". Die wirtschaftliche Lage der Elfenbeinküste ist desolat. Das Land ist voller Nutzpflanzenplantagen (Kaffee, Kakao), die auf Kosten des Waldes angelegt werden. Aber die niedrigen Weltmarktpreise erlauben kaum einen Gewinn.

Zum Schutzgebiet selbst: Der Tai-Park umfaßt eine Fläche von 3.500 km². Als besonders schützenswert gelten seine Elefantenbestände und vier Kaffeearten, ein Genreservoir von großem Wert. Wie kann man ein so großes Gebiet schützen? Auf diese Frage gibt es keine pauschale Antwort, sondern jedes Schutzobjekt erfordert ein spezielles Konzept, das von den jeweiligen politischen, wirtschaftlichen, demographischen und kulturellen Gegebenheiten der Region ausgeht. So gibt es bezüglich des Tai-Park-Schutzes zwei Hauptprobleme, ein administratives und ein demographisches:

-Das zentralistische, von der französischen Kolonialmacht übernommene Verwaltungssystem trägt den Bedürfnissen der Menschen vor Ort kaum Rechnung. Korruption und Inkompetenz der Verwaltungen sind nahezu all gegenwärtig. Die Verwaltung des Nationalparks ist derzeit völlig überfordert.

-Der Bevölkerungsdruck in der Region ist enorm groß, die Population hat sich versiebenfacht. Aus politischen Gründen, aber auch z.B. infolge Umsiedlungen durch Staudammbau, ist die Region ein Einwanderungsgebiet geworden. Die neue Mischbevölkerung bringt nicht nur Spannungsfelder, sondern erschwert auch die Tradierung von Erfahrungswerten, etwa im Ackerbau.

Zu den oben genannten Schwierigkeiten kommt noch eine desolante Landnutzungs-Planung in der gesamten Region. Alles in allem kann man es der Bevölkerung eigentlich nicht übelnehmen, wenn sie aus Not in ein Schutzgebiet geht.

1977 hat man um den Nationalpark eine Pufferzone gelegt, damit dort die traditionelle Nutzung des Regenwaldes fortgeführt werden kann. Die Administration konnte dies aber nicht im Zaum halten, es sind Siedler in den Wald eingedrungen, die nun wieder vertrieben werden müssen.

Ein Kardinalfehler beim Tai-Park-Konzept war sicherlich, daß die Bevölkerung nicht in die Konzeption miteinbezogen wurde. Nun muß der Staat teilweise gegen die Bevölkerung vorgehen. Ein besonderes Problem in dieser Hinsicht sind die Grundbesitzrechte, die ungeklärt sind.

Und so sieht das Konzept für den Tai-Nationalpark aus:

Das Gebiet soll innerhalb seiner Grenzen völlig nutzungsfrei sein. Es soll keine einzige Straße gebaut werden. Nur etwas "Sanfter Tourismus" soll zugelassen sein. Es findet begleitende Forschung statt (z.B. "Man and the Biosphere"), die aber bislang zum praktischen Schutz kaum beigetragen hat.

Die Jagd ist strikt untersagt. Da jedoch großer Mangel an tierischem Eiweiß herrscht, wird überall gejagt, d.h. gewildert, was zu einem ernstesten Problem geworden ist. Den Menschen muß jedoch eine ausreichende Ernährung zugesichert werden. Hierzu soll das Projekt auch einen Beitrag - z.B. in Form von Viehzucht - leisten.

Fazit des Vortrages wie auch der anschließenden gemeinsamen Überlegungen war: Das Problem Regenwaldschutz ist nicht aus ökologischen oder ökonomischen Fragestellungen heraus zu lösen, sondern erfordert eine humanökologische Betrachtungsweise und sozialpolitische Strategien. Aber wir hier in den Industrieländern des Nordens können und dürfen gerade zu den speziellen ethnischen und kulturellen Zusammenhängen in den Tropenwaldländern herzlich wenig sagen.

Was bleiben den Pädagogen für Perspektiven bei der Behandlung des Themas?

Wo gibt es Anknüpfungspunkte?

Auf welcher Ebene soll diskutiert werden?

In drei Kleingruppen (Grundschule, Sekundarstufe I und Sekundarstufe II) wurden dazu Vorschläge erarbeitet. Konsens bestand jedoch schon darüber, daß das Thema "Tropenwald" auf jeden Fall aufgegriffen werden sollte, denn Kinder und Jugendliche werden mit vielen schrecklichen Nachrichten zur Situation des Globus konfrontiert, und Bildungsarbeit hat heute auch die Aufgabe, die daraus resultierenden Ängste

aufzufangen und gewinnbringend für den Einzelnen und die Gesellschaft umzusetzen.

1. Grundschulbereich

Als erster Schritt sollte bei den Grundschulkindern die Liebe zum Leben, zur Natur gefördert werden. Darauf kann eine emotional vermittelte, mit einem Sinnenerlebnis und viel Aktion verknüpfte Information über die Regenwälder und ihren Reichtum aufbauen. Auch wenn die sinnliche Wahrnehmung des Regenwaldes hier niemals möglich ist, können Unterrichtsgänge in den Zoo oder den Botanischen Garten doch eine gewisse Anschauung vermitteln. Schließlich ist auch die kindliche Phantasie zu nutzen.

Der Bedrohungsaspekt sollte nicht verschwiegen, aber auch nicht in den Vordergrund gestellt werden. Das Kind wird dann wissen, daß es diesen schützenswerten Lebensraum gibt, und daß es zu seinem Schutz etwas beitragen kann.

2. Sekundarstufe I

Auch für die Schüler der Sekundarstufe I stellen die politischen, wirtschaftlichen und kulturellen Zusammenhänge nicht den geeigneten Zugang zum Thema dar. Hier sind es die biologischen Inhalte, die zunächst im Vordergrund stehen können. Kenntnisse über den heimischen Wald und seine Gefährdung mit anschließendem Vergleich zum Regenwald, das Thema "Ernährung" oder die Beschäftigung mit tropischen Zimmerpflanzen, all dies sind Anknüpfungspunkte an unseren Alltag.

3. Sekundarstufe II

Im Unterschied zu den anderen Schulstufen ist hier ein intellektueller Zugang zum Thema möglich: Zahlen und Fakten, auch zu Wirtschaft und Politik, können wirksam eingesetzt werden. Trotzdem: ein sinnlicher, persönliche Betroffenheit auslösender Einstieg sollte auch in dieser Altersgruppe der erste Schritt sein.

Ganz generell sollte der Verkopfung des naturwissenschaftlichen Unterrichts entgegengewirkt werden, damit auch die Großen noch nachholen

können, was sie vielleicht noch nicht entwickeln konnten: Liebe zur Natur und Interesse am Naturschutz. Eine Übertragung dieser Einstellungen - Liebe zur und Verantwortung für die Natur - in die globale Dimension (Regenwaldproblematik, Gefährdung der Erdatmosphäre) ergibt sich dann von selbst.

So unspektakulär und bescheiden waren fast alle Ideen und Vorschläge zur pädagogischen Vermittlung des Regenwaldthemas.

Ganz vereinzelt wagte man jedoch, Utopien zu entwickeln. So tauchte die Idee, Schüler den Regenwald sehen und erleben zu lassen, mehrfach auf. Konkreter Vorschlag: Jedes Bundesland soll eine Biologische Station am Rand eines Regenwaldgebietes haben. Von dort aus können einheimische wie europäische Schüler den Regenwald kennenlernen.

Arbeitsgruppe Beiträge und Möglichkeiten der Verbände

Experte: Prof. Dr. Wolfgang Engelhardt

Moderator: Jürgen Forkel

Nur wenige Teilnehmer fanden sich für die Arbeitsgruppe mit dem eher spröden Thema "Verbandspolitik". Doch Wolfgang Engelhardt griff ins Nähkästchen seiner 24jährigen Erfahrung als Präsident des Deutschen Naturschutzrings (DNR) und lieferte interessante Denkanstöße.

Die globale Sichtweise von Umweltproblemen müsse von den Umweltverbänden durch neue Handlungskonzepte gefördert werden. Die Umweltverbände als Motor der Bewußtseinsbildung würden heute jedoch von verschiedenen Hindernissen gebremst.

Beispiel Wiedervereinigung: Die von gewisser Lethargie bedrohte westliche Umweltbewegung hatte sich durch die Wende belebende Impulse aus dem Osten erhofft. Das Gegenteil ist eingetreten. Die politisch agile DDR-Umweltbewegung ist inzwischen auf einen kleinen Rest zusammengeschmolzen. Konfrontiert mit unmittelbaren wirtschaftlichen Nöten neigen die Ostbürger heute eher dazu, Umweltfragen dem Staat zu überlassen. Umwelt ist für sie kaum noch Thema. So sind heute in den neuen Ländern nur etwa 10.000 Menschen in Umweltverbänden engagiert. Bezogen auf die Einwohnerzahl ist das 70 mal weniger als in den westlichen Bundesländern. Das starke West-Ost-Gefälle in Zahl, Bewußtsein und Sachkompetenz behindert die Zusammenarbeit. Laut Engelhardt vollbringt der DNR derzeit "Klimmzüge", um ratsuchenden Umweltgruppen aus den neuen Ländern weiterzuhelfen. Die Ex-DDR drohe zum Tummelplatz für bestimmte Industriezweige zu werden. Verständlich, daß die globale Perspektive in Deutschland heute zu kurz kommt.

Ein typisches Mentalitäts-Problem sah der DNR-Präsident darin, daß "jeder Ortsverband glaubt, auf allen Hochzeiten tanzen zu müssen". Daher seien die Gruppen ständig finanziell, personell und zeitlich überlastet. Die "enthusiastische Fehlinformation", die oft daraus resultiert, ruiniert im öffentlichen Diskurs schnell die Glaubwürdigkeit. Dabei wachse der Expertenbedarf ständig - selbst in vermeintlich unstrittigen

Fragen wie der Ausweisung eines Biosphärenparks in einem der neuen Bundesländer.

Weitere Probleme sieht Engelhardt mit dem europäischen Binnenmarkt auf die Naturschutzverbände zukommen. Je weiter die Entscheidungszentrale wegrückt, um so geringer wirken verbale Proteste. Immerhin sei mit dem DNR bereits eine Dachorganisation als Vertretung für die BRD gegeben. Der DNR umfaßt beinahe alle deutschen Umweltorganisationen - insgesamt 99 - und damit etwa 2,6 Mio. Mitglieder. Nicht dazu gehören der WWF Deutschland und Greenpeace.

Für die Stoßkraft einer Interessengruppe ist die Zahl der vertretenen Menschen entscheidend. Die stagnierende Zahl von etwa 2,6 Mio. Umweltschützern ist in Engelhardts Augen noch zu niedrig. Bündnispartner sollten deshalb auch jenseits alter Grenzlinien gesucht werden. Der DNR hat bereits erfolgreich Kontakte zur IG-Metall, zum DGB und zum Deutschen Sportbund geknüpft. Doch damit Umweltbewußtsein bis in die letzten Winkel dieser Organisationen dringt, müßten die Orts- und Kreisgruppen der Umweltverbände aktiver werden und Vorurteile abbauen. In bestimmten Politikfeldern gehe ohnehin nichts ohne Zusammenarbeit mit den entsprechenden gesellschaftlichen Interessengruppen. Ein positives Beispiel hierfür war der Verkehrskongreß des DNR mit der IG-Metall im letzten Herbst.

Die globale Perspektive und die enge Kopplung von Umwelt- und Entwicklungsproblemen erfordert nach Meinung Engelhardts eine verstärkte, vor allem professionellere Zusammenarbeit der deutschen Umweltverbände mit den "Nicht-Regierungs-Organisationen" (NGO) in den Entwicklungsländern. Oft reichten minimale finanzielle oder logistische Unterstützung an der richtigen Stelle aus; die Aktivisten vor Ort, meist Angehörige des gebildeten Mittelstandes, wüßten selbst am besten, was zu tun sei. Wichtig ist die professionelle Abwicklung von Gemeinschaftsprojekten. Engelhardt empfahl allen Tropenwald-Gruppen, die Projekte planen, sich mit "Oro Verde" kurzzuschließen. Diese Organisation arbeitet ausschließlich und mit professionellem Mitarbeiterstab für den Schutz der Tropenwälder.

In der Diskussion kamen Zweifel auf, ob die Umweltverbände überhaupt fähig sind, stärker zu kooperieren. Zu stark scheinen die persönlichen und gruppenspezifischen Eitelkeiten. Dies zeige sich zum Beispiel in der

verwirrenden Namensänderung des DBV. Auch Engelhardt wünschte sich ein geschlosseneres Vorgehen, erinnerte jedoch daran, daß man gewachsene Strukturen wie das deutsche Verbandswesen nicht ändern kann, ohne dabei "viel Porzellan zu zerschlagen". Hier ist vorsichtige Überzeugungsarbeit nötig.

Als Beispiel für eine geglückte Arbeitsteilung innerhalb eines Verbandes wurde die Deutsche Gartenbaugesellschaft genannt. Wirkungsvoll verknüpften sich in deren Präsidium die verschiedensten Interessen und Kompetenzen.

Die Diskussion über neue Bündnispartner für die Umweltverbände führte bald auch auf die Wirtschaft. Öko-Sponsoring wurde als eine Möglichkeit gesehen, Skepsis war jedoch spürbar. Sehr genau müsse geprüft werden, mit wem und unter welchen Bedingungen kooperiert werde. Die Ideologie des quantitativen Wachstums ist laut Engelhardt noch lange nicht gestorben, Initiativen wie der Bundesarbeitskreis für umweltbewußtes Management (BAUM) sind leider noch viel zu selten. Aussichtsreich wurde vor allem die Zusammenarbeit mit mittelständischen Unternehmen gesehen.

Am Ende der Diskussion erstellten die Teilnehmer der Arbeitsgruppe eine Prioritätenliste für die künftige Verbandspolitik. Die "Hitparade" umfaßt sieben Forderungen:

1. Die Umweltverbände sollten sich weiterhin energisch dafür einsetzen, daß Umweltbewußtsein sich in Umwelthandeln äußert.
2. Die Umweltverbände sollten verstärkt nach Bündnispartnern in allen gesellschaftlichen Gruppen suchen.
3. Die Umweltverbände sollten durch eine intensivere Arbeitsteilung untereinander und durch verstärkten Expertenaustausch die chronische Überforderung abstellen.
4. Die Umweltverbände sollten weiterhin intensiv ihre Rolle als "Wahlbeißer" für Politiker und Wirtschaftsvertreter wahrnehmen, um das vorhandene Umwelt-Wissen einzuklagen.
5. Die Umweltverbände sollten Nicht-Regierungsorganisationen in Entwicklungsländern stärker finanziell und durch Beteiligung an Projekten unterstützen.

6. Die Umweltverbände sollten sich auf verstärkte europäische Zusammenarbeit vorbereiten, um den Binnenmarktproblemen besser entgegenzutreten zu können.
7. Die Umweltverbände sollten dem innerdeutschen West-Ost-Gefälle entgegenwirken.

Energie im globalen Treibhaus

- Herausforderung auch für die Schule

Dr. Stefan Hoppenau

Es wird mit elementaren Abschätzungen gezeigt, daß und warum die Industrieländer ihre fossile Energienutzung in wenigen Jahrzehnten auf ein Drittel reduzieren müssen. Ohne Bewußtseins- und Wertewandel werden die Industrieländer diese Aufgabe nicht leisten können. Die quantitative Entwicklung von Szenarien erfordert nur wenig Mathematik.

Prolog

An einem klaren, lauen Sommerabend fahre ich die Südseite des Mt. Ventoux hinunter. Wo einst Petrarca den Hirtenpfaden folgte, schlängelt eine Serpentinstraße mein Auto zu Tal. In der Nähe von Gordes will ich in einem kleinen Landgasthaus übernachten, morgen früh weiter nach Arles fahren. Unerwartet leuchtet eine Kontrolllampe auf, eine, die ich noch nie beachtet habe. Sie signalisiert »Bremsflüssigkeit ausgelaufen«. Die nächste Haarnadelkurve kommt näher, ich komme ihr näher mit 50 km/h. Soll ich mir die gute Laune verderben lassen, vielleicht ist ja die Kontrollanzeige defekt - noch nie hat sie jemand im Ernstfall getestet. Ich weiß, was zu tun ist, instinktiv.

1 Einleitung

»Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre« ist als eine zentrale Zukunftsaufgabe erkannt. In Deutschland stellte die gleichnamige Enquete-Kommission beim 11. Deutschen Bundestag eine umfassende Bestandsaufnahme des Wissens über menschliche Klimabeeinflussung, Bedrohung der Wälder und Abbau der Ozonschicht zusammen [1] und formulierte Handlungsempfehlungen, die der Bundestag übernahm. Die Bundesregierung beschloß im November 1990, die CO₂-Emission bis zum Jahr 2005 um 25% bezogen auf 1987 zu senken [2]. Die FCKW-Produktion wird in Deutschland bis Ende 1995 eingestellt werden. Der

12. Deutsche Bundestag setzte im Sommer 1991 zum »Schutz der Erdatmosphäre« erneut eine Enquête Kommission ein.

An dieser Stelle hat K. Heinloth bereits die physikalischen Grundlagen des Treibhauseffekts dargestellt und das Wissen über zu erwartende Klimaveränderungen aufgrund bisheriger und künftiger Emissionen von Treibhausgasen durch den Menschen zusammengefaßt [3]. An diese Arbeit anknüpfend will dieser Artikel aufzeigen, wie Schule auf dem Gebiet der Lehrerbildung und der Sekundarstufe II Strategien zum Klimaschutz aufzeigen kann.

Klimaschutz wird auf die CO₂-Problematik reduziert, da

- CO₂ mit einem bisherigen Beitrag von über 50% heute von allen Treibhausgasen den größten Anteil am anthropogenen Treibhauseffekt besitzt⁸,
- die Chancen gut sind, daß die 1990 in London verschärften Montrealer Beschlüsse auch umgesetzt werden und am Ende des Jahrzehnts der überwiegende Teil der ebenfalls klimawirksamen FCKW vom Markt genommen wird, wodurch sich der relative Beitrag des CO₂ dann noch erhöht.

Auf die Umsetzung des hier Beschriebenen im Unterricht, eine inhaltliche Reduktion und pädagogische Erweiterung für die Sekundarstufe I und schließlich auf alle Fragen der Erziehung zu klimaschonendem Handeln, kann dieser Aufsatz nicht eingehen.

Zur Entwicklung und Erprobung entsprechender Konzepte führen Hamburg, Niedersachsen und Schleswig-Holstein gemeinsam einen BLK-Modellversuch durch. Grundlegende pädagogische Überlegungen und Anforderungen an die Sektoren des Bildungswesens formulierte eine Studie des BMW 1990 [5].

Die bisher an dieser Stelle vorgeschlagenen Modellexperimente [6-8] sollen gesondert kommentiert werden.

⁸ Wasserdampf absorbiert ebenfalls sehr intensiv Wärmestrahlung und verursacht den größten Teil des natürlichen Treibhauseffekts. Ihn rechnet man gewöhnlich nicht zu den Treibhausgasen, zumal seine Konzentration stark schwankt. Die zunehmende Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre ändert den Gehalt an Wasserdampf in der Luft; Klimamodelle berücksichtigen dies.

2 Die Basis der Probleme

2.1 Trotz Trend noch nichts zu sehen? - Variabilität des Klimas

Die Klimatologen sind sich heute einig, daß es auf der Erde in den letzten 100 Jahren um $0,5^{\circ}\text{C}$ wärmer geworden ist (Abb. 32). Stürme - in unseren Breiten wie in den Tropen - scheinen an Intensität zuzunehmen, die Niederschläge über den Landmassen der Nordhemisphäre verschieben sich seit 3 bis 4 Jahrzehnten nach Norden, der Meeresspiegel stieg in diesem Jahr hundert im globalen Mittel etwa um 15 cm. Es ist verführerisch, den Schluß zu ziehen: Das Klima ändert sich, weil es wärmer wird, denn der Mensch ändert das Klima.

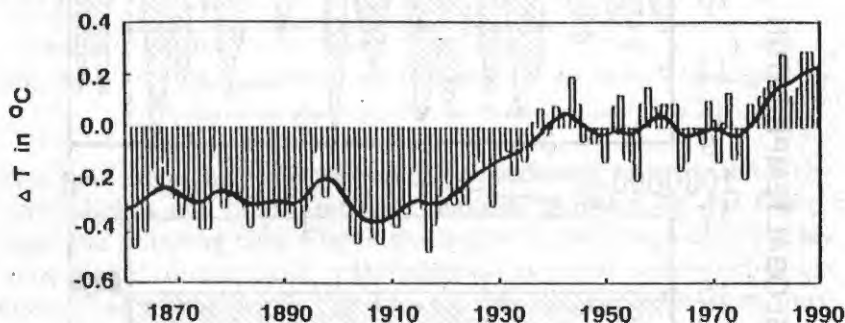


Abb. 32 Änderung der globalen Mitteltemperatur (bodennah) [10]

Die erste These ist zweifelsfrei richtig, denn das Klima ist »von Natur aus« nicht statisch, sondern Ergebnis von Prozessen, die auf Zeitskalen von Tagen (Schneedecke, Standdauer von Hoch- und Tiefdruckgebieten) bis zu hunderten von Jahrillionen (Kontinentaldrift, Abtrieb von Sedimenten in den Subduktionszonen und CO_2 -Emission in Vulkanen) stattfinden [9]. Fast auf jeder Zeitskala zeigt daher die Klimagröße »Lufttemperatur« eine Fluktuation, typischerweise im Bereich von ein bis wenigen Grad (Abb. 33). Leider ist heute noch unbekannt, welchen Anteil die natürliche Variabilität an der globalen Erwärmung in diesem Jahrhundert hat. Daher ist auch nicht auszuschließen, daß die natürliche Entwicklung zu einer leichten Abkühlung geführt hätte und der Mensch schon stärker in das Klimageschehen eingegriffen hat, als es der Trend in Abbildung 32 erkennen läßt. Wir wissen dies heute u. a. deshalb noch nicht, weil die aktuellen Ozean-Atmosphäre-Klimamodelle wegen des enormen Rechenaufwands noch nicht auf die letzten 100 bis 200 Jahre

angesetzt werden konnten. Man hofft aber, in den kommenden Jahren hier Antwort zu finden. Die räumliche und zeitliche Variabilität des Klimas verbietet schließlich die Einschätzung »das Klima ändert sich«, »früher war es kälter/wärmer/trockener/feuchter, ...« aus subjektiver Erinnerung (Abb. 34).

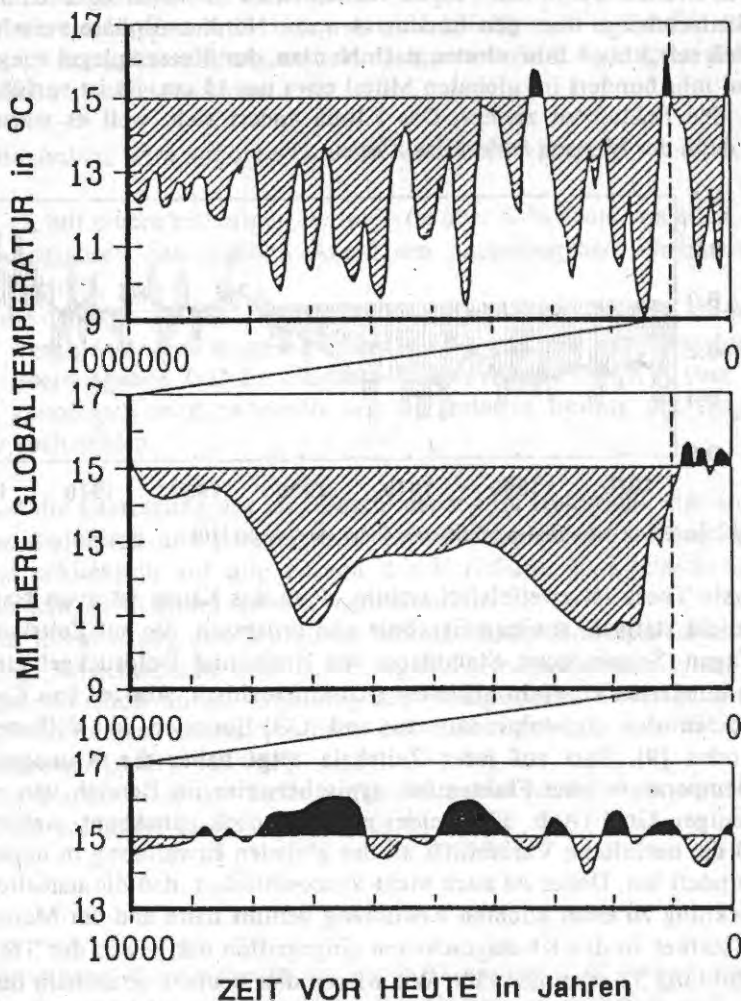


Abb. 33 Variabilität des Klimas [11]

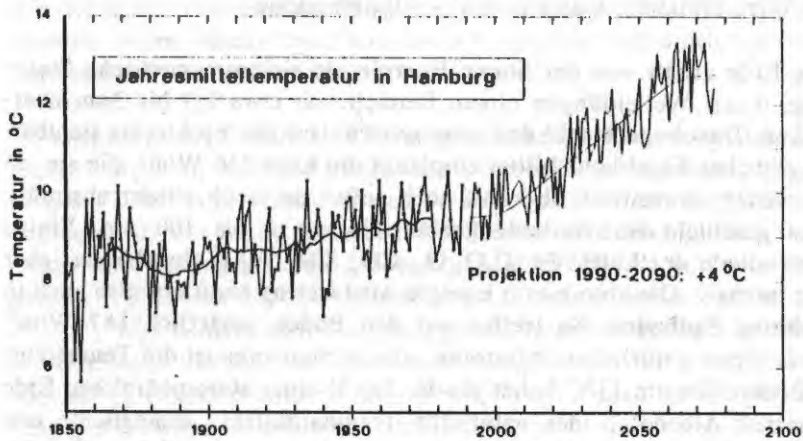


Abb. 34 Jahresmitteltemperatur in Hamburg an der ST.Pauli Landungsbrücke, ergänzt um eine Projektion einer Erwärmung um 4°C nach [12]

Eine vom Menschen angetriebene Klimaänderung birgt in ihrer Geschwindigkeit und ihrer Amplitude doppelte Gefahren für das Ökosystem. Die Ablösung einer Eiszeit durch eine Warmzeit dauerte typischerweise einige tausend Jahre, währenddessen es global kontinuierlich um einige Grad wärmer wurde. An diesen Gradienten von regional maximal 1°C pro Jahr hundert ist das Ökosystem angepaßt. In der Reichweite des menschlichen Einflusses liegen nun aber 5°C in einem Jahrhundert und mehr.

Wir erleben heute die Erde mit einer Mitteltemperatur von z. Zt. 15°C in einer ausgesprochenen Warmzeit. Die letzten eine Million Jahre kennen nur aus dem Eem vor 120000 Jahren eine um $1,2^{\circ}\text{C}$ höhere Temperatur. Das war die Zeit der englischen Löwen und norddeutschen Wald-elefanten. Wenn wir Menschen nun binnen 100 Jahren das »Treibhaus Erde« auf vielleicht 20°C aufheizen, dann setzen wir das Ökosystem Bedingungen aus, für die es nicht gerüstet ist, da sie seiner Entwicklung nicht zugrunde lagen. Aber letztlich ist nicht die Endtemperatur das zentrale Problem, sondern die »schockartige« Änderung, schockartig, bezogen auf biologische Zeitskalen.

Die Daten geben (heute) noch nicht preis, wie stark wir Menschen das Klima schon beeinflußt haben. Klimamodelle auf der Basis bekannter und wohl getesteter Theorien sind die einzige Möglichkeit zu verstehen, was wir tun.

2.2 Wir verstehen, was wir tun! - Klimamodelle

Die Erde erhält von der Sonne Energie als elektromagnetische Strahlung, deren Wellenlängen einem Bereich von etwa 0,3 bis 3 μm überdecken. Das Auge macht den intensivsten Teil des Spektrums sichtbar. Im globalen Tag-Nacht-Mittel empfängt die Erde 236 W/m^2 , die sie, da die weder dramatisch abkühlt noch aufwärmt, auch wieder abstrahlt. Dies geschieht im Wellenlängenbereich von 4 bis 100 μm . Einige Bestandteile der Lufthülle (H_2O , O_3 , CO_2 , CH_4 , N_2O) absorbieren aber hier intensiv. Die absorbierte Energie wird isotrop emittiert, also auch in Richtung Erdboden. So treffen auf den Boden zusätzlich 147 W/m^2 . Dank dieser natürlichen infraroten »Zusatzheizung« ist die Temperatur in Bodennähe um 33°C höher als die 253 K einer atmosphärenlosen Erde (gleicher Albedo); - der natürliche Treibhauseffekt ermöglichte erst irdisches Leben. Durch uns Menschen steigt nun der Gehalt der Atmosphäre an so genannten Treibhausgasen, in der Reihenfolge ihrer Bedeutung für den anthropogenen Treibhauseffekt CO_2 , FCKW, CH_4 , N_2O , O_3 (Abb. 35). Der hierdurch forcierte Treibhauseffekt verstärkt den Transport von Wasserdampf in die Troposphäre, der dann die infrarote Zusatzheizung dominiert. Durch den anthropogenen Treibhauseffekt wird heute jeder Quadratmeter der Erdoberfläche mit 6 W/m^2 stärker bestrahlt als noch um die Jahrhundertwende.

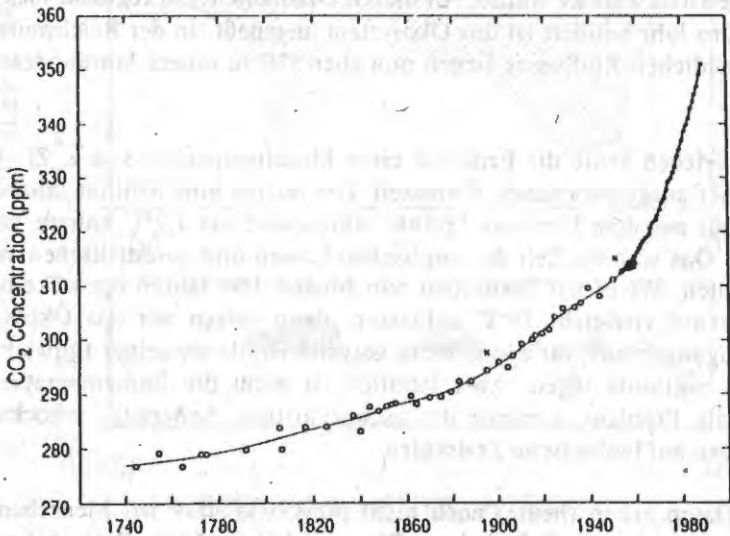


Abb. 35 Veränderung der Atmosphäre: Anstieg des CO_2 -Gehalts [13]

Ein Ende der Treibhausgasemissionen ist vorerst nicht in Sicht. Klimamodelle sollen beschreiben, wie das Klimasystem auf einen forcierten Treibhauseffekt reagieren wird.

Atmosphäre und Ozean sind zwei gleichwertige Klimasubsysteme. In Äquatornähe empfängt die Erde einen Überschuß an Sonnenenergie von etwa 60 W/m^2 , verliert aber an den Polen etwa 100 W/m^2 mehr Infrarotstrahlung als das Licht einstrahlt. Die Bilanz wird ausgeglichen durch Ozean und Atmosphäre, die in etwa gleichviel Energie polwärts transportiert. (Über den 30. Breitengrad Nord fließen in jedem System etwa $2 \cdot 10^{15} \text{ W}$). Ändern sich Energieangebot, Niederschläge und Winde an der Ozeanoberfläche, so wird es Jahrzehnte dauern, bis der Ozean die zugehörige Oberflächentemperatur einstellt. Der Ozean ist ein Verzögerungsglied zwischen erhöhtem Strahlungsangebot durch den forcierten Treibhauseffekt und nach folgender Erwärmung. Man berechnet heute eine Verzögerung von zunächst 4 Jahrzehnten. Eine neue Gleichgewichtssituation kann sich aber erst einstellen, wenn sich der Ozean nach Jahrhunderten einmal vollständig umgewälzt hat.

Daher sind für den Temperaturtrend in diesem Jahrhundert wohl nur die Emissionen bis in die 50er Jahre, das aber sind in etwa nur 50% aller bis heute getätigten Emissionen, verantwortlich. Selbst wenn ab heute keine Treibhausgase mehr emittiert würden, wird der Temperaturanstieg noch bis weit in das nächste Jahrhundert fort dauern; sollte der Trend von $0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ bis $0,7^\circ\text{C}$ in Abbildung 32 ganz auf menschliche Treibhausgasemissionen gründen, so müssen wir mit einer heute schon fest und unabänderlich gebuchten weiteren Erwärmung um insgesamt 1°C bis $1,4^\circ\text{C}$ rechnen; - die Erwärmung auf das Niveau der Eem-Warmzeit ist dann erreicht.

Ein sofortiges globales Stop der Treibhausgas-Emissionen ist völlig illusorisch, so daß die Zukunft den Eem-Rekord übertreffen wird. Da eine sichere Prognose über das Ausmaß künftiger Emissionen unmöglich ist, werden verschiedene, technisch und gesellschaftspolitisch real alternative Szenarien betrachtet. Abbildung 36 zeigt die Szenarien des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), die dieses zur Vorbereitung der zweiten Weltklimakonferenz in Genf 1990 entwickelte. Die Szenarien geben die Wirkung aller in der Atmosphäre akkumulierten Treibhausgase als Äquivalent von ausschließlich CO_2 an. Szenario A unterstellt, daß die Zuwachsraten der Treibhausgase unverändert bleiben und das Montrealer Protokoll über die FCKW nur schwach umgesetzt

wird. Es gibt genügend fossile Brennstoffe, um diesen Weg zu verfolgen (Szenario A wird als »business as usual« bezeichnet). Szenario D ist das extreme Gegenteil von A: alle Maßnahmen werden genutzt, um die Emissionen zusenken; z. B. wird global der Einsatz fossiler Brennstoffe drastisch eingeschränkt. Auch Szenario D ist mögliche Zukunftsperspektive. Hier wird die Verdopplung der vorindustriellen CO_2 -Konzentration gerade vermieden, während das business as usual jene bis zum Jahr 2100 vervierfacht.

Mit Spannung wurde am Max-Planck-Institut für Meteorologie in Hamburg das Ergebnis der ersten Rechnung mit einem gekoppelten Ozean-Atmosphäre-Klimamodell erwartet, das mit den IPCC Szenarien gefüttert wurde. Galt es doch abzuklären, inwieweit die IPCC-Aussagen, noch auf bedeutend undifferenzierteren Modellen basierend, in einem gekoppelten Ozean-Atmosphäre-Modell relativiert werden würden.

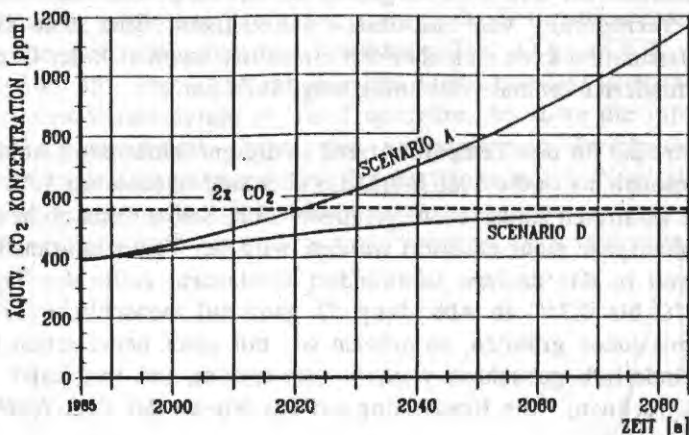


Abb. 36 Die IPCC-Szenarien für die Entwicklung des Treibhauseffekts [15]

A: Weiter wie bisher, keine Maßnahmen

D: Alle technisch möglichen Maßnahmen werden ergriffen

Es bestätigten sich die zentralen Aussagen der älteren Klimamodelle und selbst die IPCC-Temperaturkurven passen erstaunlich gut mit den neuen Ergebnissen zusammen (Abb. 37 u. 38). Ob das »Gezappel« der Modellrechnung jetzt schon in realistischer Weise die natürliche Klimavariabilität wiedergibt, wird zur Zeit noch analysiert. Die verzögerte Erwärmung im business-as-usual-Szenarium für die Zeit bis 2040 könnte eine Ursache in numerischer Stabilität oder Wahl der Anfangsbedingun-

gen haben oder ein echter Klimateffekt sein. Die langen Rechenzeiten (pro Szenarium 1/4 Jahr CRAY 2S) behindern eine schnelle Aufklärung.

Heute gilt als gesicherte Kenntnis:

- Einzelne Regionen der Erde sind von unterschiedlicher Erwärmung betroffen; in Polrichtung nimmt die Erwärmung zu.
- Der Ozean verzögert das Temperatursignal gegen die CO_2 -Anregung um etwa vier Jahrzehnte.
- Eine Verdopplung der (effektiven) CO_2 -Konzentration im Vergleich zur vorindustriellen Zeit führt zu einer Erwärmung von (1,5 bis 4,5) °C. Heute beträgt die (effektive) CO_2 -Konzentration bereits das 1,5fache des vorindustriellen Werts.

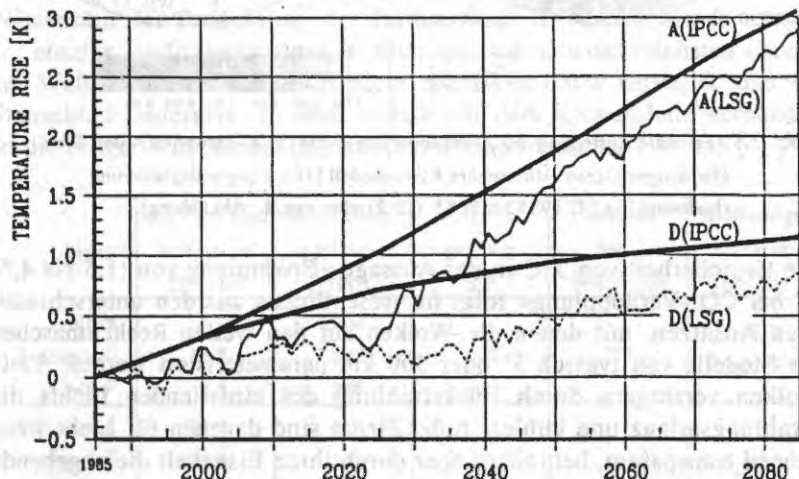


Abb. 37 Temperaturanstieg gemäß IPCC für Szenarien A und D (1990) und im Hamburger Ozean-Atmosphäre Klimamodell (LSG) [16]

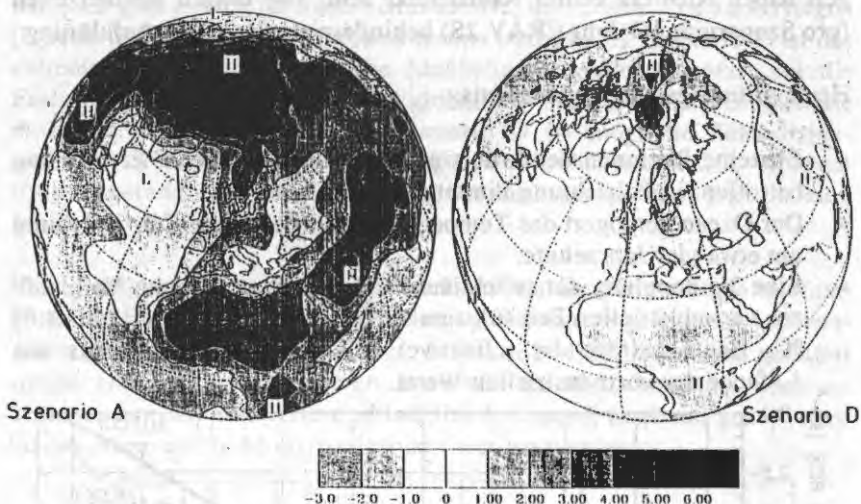


Abb. 38 Regionale Aufteilung der Klimaänderung in den IPCC-Szenarien A und D im Hamburger Ozean-Atmosphäre Klimamodell [16]. Temperaturänderung (bodennah) in °C 1985 bis 2085 (H: Erwärmung, L: Abkühlung).

Die Unsicherheit von 3°C in der Aussage »Erwärmung von (1,5 bis 4,5) °C bei CO₂-Verdopplung« folgt im wesentlichen aus den unterschiedlichen Ansätzen, mit denen die Wolken auf den weiten Rechenmaschen der Modelle von typisch 5° oder 500 km parameterisiert werden. Tiefe Wolken verringern durch Rückstrahlung des einfallenden Lichts die Strahlungsbilanz und kühlen, hohe Zirren sind dagegen für Licht weitgehend transparent, behindern aber durch ihren Eisgehalt die abgehende Infrarotstrahlung. Beide Wolkentypen können übereinanderliegen und recht unterschiedliche horizontale Abmessungen besitzen. Die Modellbauer lösen das Problem unterschiedlich, eine einschneidende Verbesserung der Situation ist noch nicht in Sicht. Satellitenmessungen zeigen, daß die Wolken der Erde im globalen Mittel heute mit etwa 15 W/m² kühlen [19].

2.3 Immer mehr arme Menschen - Wohlstand, Armut, Bevölkerungswachstum

Um die künftigen Emissionen von Treibhausgasen einschätzen zu können, müssen wir auch die extreme Asymmetrie bedenken, mit der Wohlstand und Armut auf die Länder und Regionen unserer Erde verteilt sind (Abb. 39). Die wenigen Reichen im Norden, die mit 23% der Weltbevölkerung 85% der kommerziellen Güter erwirtschaften, haben eine ganz andere Entwicklungsperspektive als die 77% armen und bitterarmen Menschen. Das Problem wird dadurch verschärft, daß Bevölkerungswachstum heute fast ausschließlich in den armen Ländern stattfindet [20].

Wachstum der Produktion, der Infrastruktur ist für die armen Länder der einzige Hoffnungsschimmer. Weil wir in einem der reichsten Länder der Welt wohnen, dürfen wir nicht den Blick dafür verlieren, daß die Menschheit bitterarm ist. Aufs engste mit dem Klimaschutz verbunden ist die Frage: Was tun bei immer mehr armen Menschen?

Region	BSP ¹⁾ pro Kopf bezogen auf BRD 1990	Bevölkerung ^{**)} in Milliarden (1987)	Anteil an globalem BSP	Anteil an Welt- bevölkerung	Bevölkerungs- zuwachs pro Jahr
Afrika	3 %	0.59			~ 2 % (t _{1/2} ~ 35 a)
S-Amerika ¹⁾	10 %	0.42	15 %	77 %	
Asien ²⁾	3 %	2.85			
N-Amerika	106 %	0.27			+/- 0
Europa ³⁾	58 %	0.49	85 %	23 %	
Japan/Austr.	107 %	0.14			
UDSSR	27 %	0.28			
Erde	20 %	5	100 %	100 %	

¹⁾ BSP: Bruttonationalprodukt (Quelle: Fischer-Weltalmanach 1991)

^{**)} Quelle: UN Demographical Yearbook 1988

1) mit Mittelamerika. 2) mit Naher Osten. 3) West- und Osteuropa

Abb. 39 Immer mehr arme Menschen

2.4 Es brennt - Fossile Energie im nationalen und internationalen Energiemix

Die zweite Basis, um künftige Emissionen einzuschätzen, ist der status quo der Energieszene. National gewinnen wir 88% der Primärenergie aus Verbrennung (Abb. 41). Mit einem Äquivalent von 500 Millionen Tonnen Steinkohle pro Jahr produzieren wir Deutschen für jeden Einwohner bei Tag und Nacht 6 kW. Da ein gut trainierter und ernährter Erwachsener eine Dauerleistung von 0,1 kW erbringen kann, entspricht die pro-Kopf-Energiedienstleistung einem Dauereinsatz von 60 »Sklaven«. Der niedrige Preis von 50 Pfennig pro Liter Heizöl mit einem Energieinhalt von 10 kWh/l reduziert den Wert der puren Wochenarbeit eines Menschen ($40 \text{ h} \cdot 0,1 \text{ kW} = 4 \text{ kWh}$) auf etwa 20 Pfennig.

Den Gegensatz zwischen Armen und Reichen spiegeln daher auch die Energiebilanzen (Abb. 40). 75% der Menschen verfügen über nur 25% der globalen Energiedienstleistungen bei einem pro-Kopf-Aufkommen von nur 1/10 des unsrigen. Während der Energieeinsatz in den reichen Industrieländern etwa Mitte der 80er Jahre stabilisiert wurde [17], wächst der Energieeinsatz der Entwicklungsländer jährlich um 5%-6% [18]. Weil die Industrieländer ihren Energieeinsatz in den 80er Jahren nicht weiter steigerten, fiel der Zuwachs des globalen Energiewachstums in den 80er Jahren von 4% auf heute 1,5%.

Region	Bevölkerung (1987) in Milliarden	Primärenergie pro Jahr (1990) in TWh	Energiedienst- leistung pro Kopf (1990) in kW	Zuwachs Primär- energie pro Jahr (1985-1990)
Afrika S-Amerika ¹⁾ Asien ²⁾	3.9 (77%)	2.5 (25%)	0.64	~ 5 % ($t_{1/2} \sim 12 \text{ a}$) [*]
N-Amerika Europa ³⁾ Japan/Austr. UDSSR	1.2 (23%)	7.6 (75%)	6.4	+/- 0
Erde	5.1	10.1	2	1.5 %

1) mit Mittelamerika, 2) mit Naher Osten, 3) West- und Osteuropa

^{*}) Verdopplung in Jahren

Abb. 40

Die Energiedienstleistungsgesellschaft

Primärenergie 1990 in Deutschland

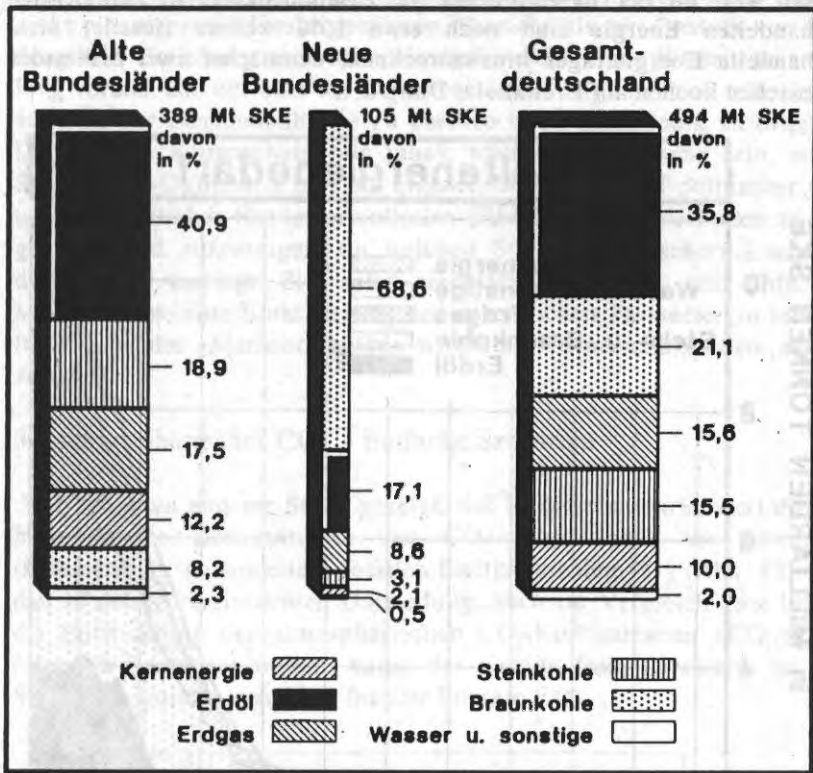


Abb. 41 Primärenergie 1990 in Deutschland (nach [24])

Auch global sind die fossilen Energieträger mit etwa 85% dominant [17]. Kernenergie (6%) und Wasser (7%) liefern nur kleine Beiträge (Abb. 42). Zu der in Abbildung 42 zusammengefaßten kommerziell gehandelten Energie sind noch etwa 10% weitere (fossile) nicht gehandelte Energieträger hinzuzurechnen; demnächst zwei Milliarden Menschen kochen auf Brennholz, Dung u. ä.

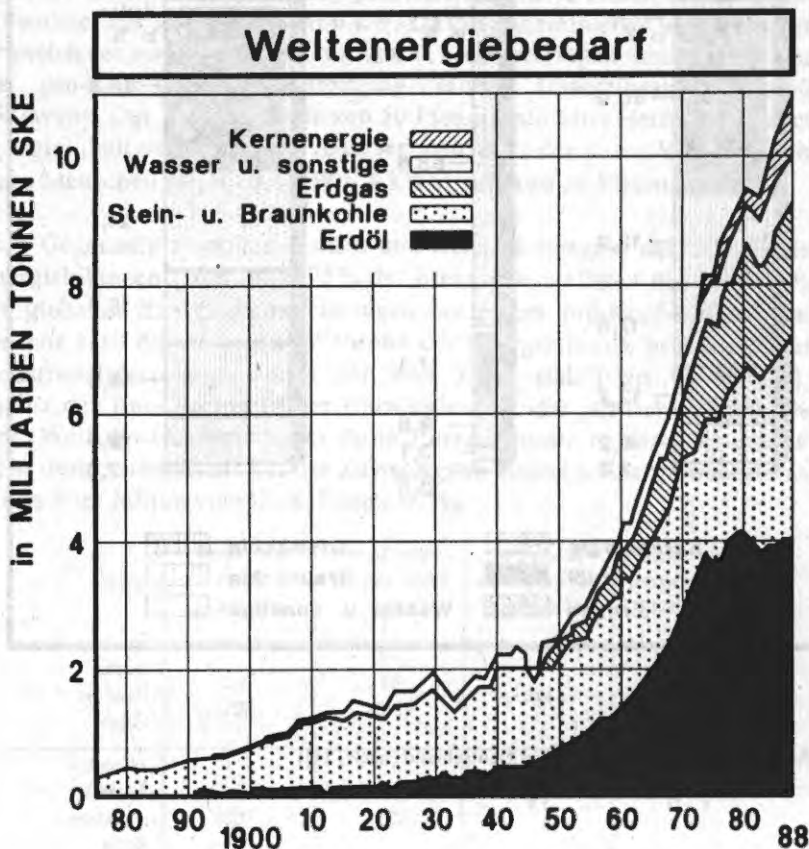


Abb. 42 Weltenergiebedarf

3 Energiepolitik oder verbrannte Zukunft?

Die Aussagen und Daten des vorangehenden 2. Kapitels kann Schule nicht mit eigenen Mitteln gewinnen. Einsicht als ein Produkt von Bildung und Erziehung aber setzt oberhalb solch reiner Wissensansammlung voraus, daß der oder die Betroffene in der Lage ist, sich selbständig ein Bild der Zusammenhänge zu machen und eigenständig zu urteilen. Daher kann Klimaschutz nur Inhalt schulischen Lernens sein, wenn Schule die Möglichkeit hat, mit eigenen Mitteln die auf politischer und wissenschaftlicher Ebene formulierten (Reduktions-)Maßnahmen zu begründen und aufzuzeigen, an welchen Stellen (politischer) Entscheidungsbedarf vorliegt. Ziel solch eigenständiger Arbeit mit einfachen Mitteln ist es, eine Einschätzung der wesentlichen Parameter zu ermöglichen und die »Marschrichtung« wirksamer Klimaschutzpolitik aufzuzeigen.

3.1 Atmosphärisches CO_2 - Einfache Szenarien

Wir haben an anderer Stelle gezeigt, daß in diesem Jahrhundert die atmosphärische Konzentration von CO_2 proportional zur genutzten (kommerziell gehandelten) fossilen Energie anstieg [21] (Abb. 43) und daß in dieser vereinfachten Darstellung, auch im Vergleich zum IPCC, die Entwicklung der atmosphärischen CO_2 -Konzentration $p\text{CO}_2(t)$ erfolgreich berechnet werden kann; der einzige freie Parameter ist ein Szenarium künftig genutzter fossiler Energie $E_f(t)$

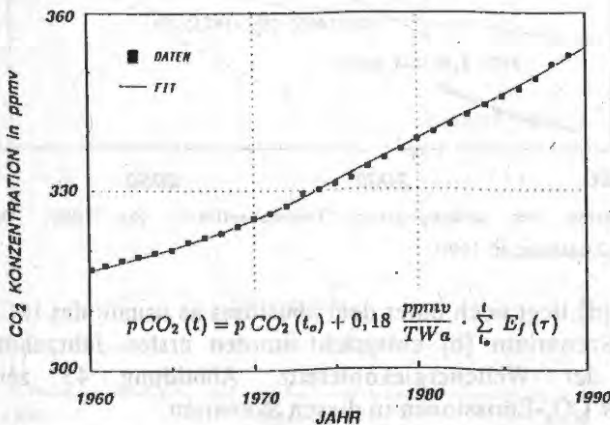


Abb. 43 Der Gehalt von CO_2 in der Atmosphäre, $p\text{CO}_2$ steigt proportional zur fossil gewonnenen Primärenergie E_f

Abbildung 44 zeigt den künftigen CO₂-Gehalt der Atmosphäre für die vier Szenarien:

- [a] Die CO₂-Emissionen werden 50 Jahre lang auf dem Stand von 1990 eingefroren, danach -2% pro Jahr.
- [b] Die CO₂-Emissionen wachsen noch 50 Jahre lang mit +1% pro Jahr, danach -2% pro Jahr.
- [c] Die CO₂-Emissionen wachsen noch 50 Jahre lang mit +2% pro Jahr, danach -2% pro Jahr.
- [d] Die CO₂-Emissionen wachsen noch 100 Jahre lang mit +2% pro Jahr.

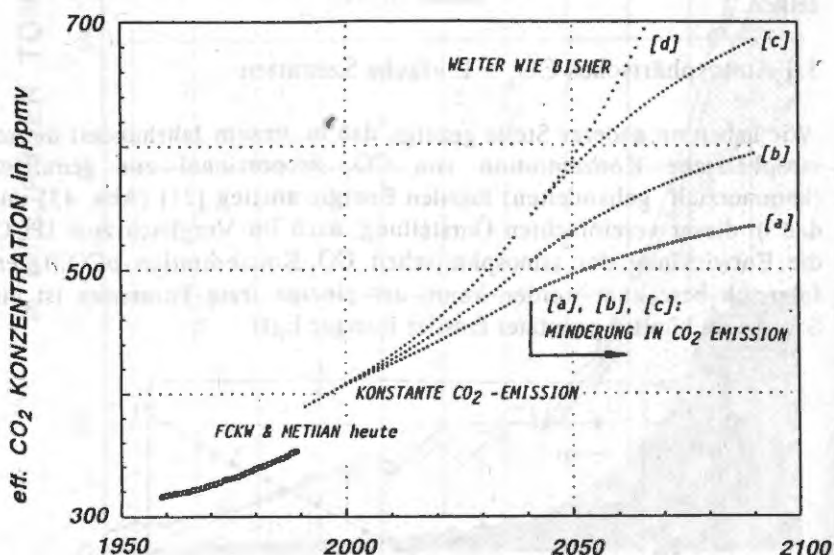


Abb. 44 Szenarien des anthropogenen Treibhauseffekts. Bis 1990: Daten der CO₂-Zunahme, ab 1990

Szenarium [d] liegt noch unter dem »business as usual« des IPCC (D in Abb. 36), Szenarium [b] entspricht in den ersten Jahrzehnten den Prognosen der Weltenergiekonferenz. Abbildung 45 zeigt die Änderung der CO₂-Emissionen in diesen Szenarien.

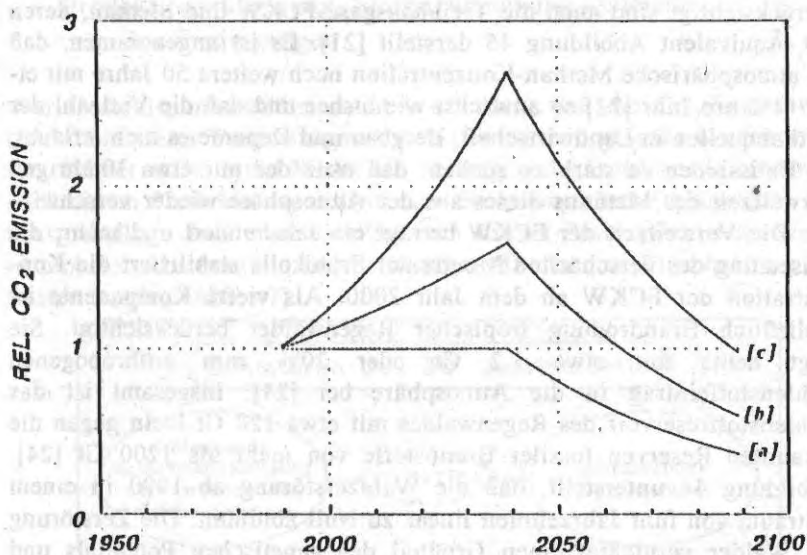


Abb. 45 Relative Änderung der CO₂-Emissionen in den drei Szenarien.

[a] reduziert auf ein Drittel der heutigen Emissionen!

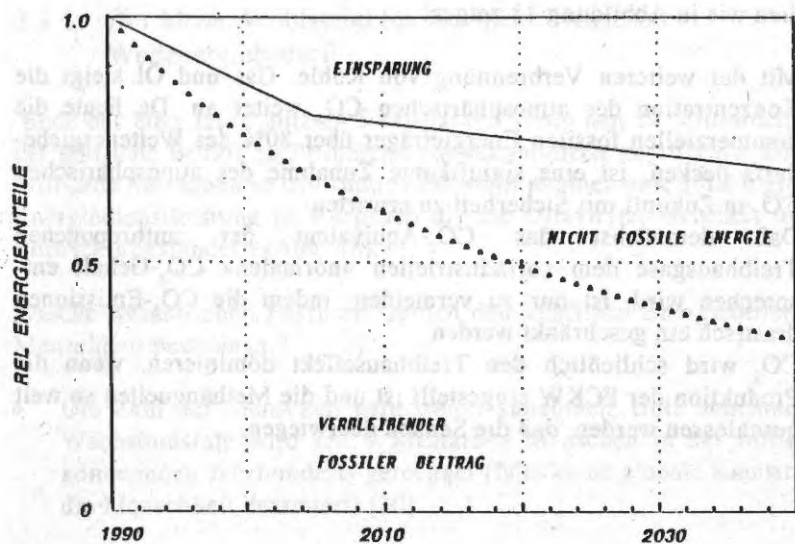


Abb. 46 Beiträge von CH₄ und FCKW zu den CO₂-Äquivalenten in der Szenarien Abb. 44

Berücksichtigt sind auch die Treibhausgase FCKW und Methan, deren CO_2 -Äquivalent Abbildung 46 darstellt [21]. Es ist angenommen, daß die atmosphärische Methan-Konzentration noch weitere 50 Jahre mit etwa +1% pro Jahr [22] so anwächst wie bisher und daß die Vielzahl der Methanquellen in Landwirtschaft, Bergbau und Deponie es nicht erlaubt, die Emissionen so stark zu senken, daß trotz der nur etwa 10jährigen Verweilzeit des Methans dieses aus der Atmosphäre wieder verschwindet. Die Verweilzeit der FCKW beträgt ein Jahrhundert und mehr; die Umsetzung des verschärften Montrealer Protokolls stabilisiert die Konzentration der FCKW ab dem Jahr 2000. Als vierte Komponente ist schließlich Brandrodung tropischer Regenwälder berücksichtigt. Sie trägt heute mit etwa 1,2 Gt oder 20% zum anthropogenen Kohlenstoffeintrag in die Atmosphäre bei [23]. Insgesamt ist das Kohlenstoffreservoir des Regenwaldes mit etwa 120 Gt klein gegen die bekannten Reserven fossiler Brennstoffe von mehr als 1200 Gt [24]. Abbildung 44 unterstellt, daß die Waldzerstörung ab 1990 in einem Zeitraum von fünf Jahrzehnten linear zu Null abnimmt. Die Zerstörung der Wälder vernichtet einen Großteil des genetischen Potentials und zerstört durch Auswaschung und Erosion weite Gebiete. Der regionale Einfluß auf das Klima ist sehr groß, der Einfluß auf die globale Klimaänderung ist aber insgesamt eher gering.

Studien wie in Abbildung 11 zeigen:

- Mit der weiteren Verbrennung von Kohle, Gas und Öl steigt die Konzentration des atmosphärischen CO_2 weiter an. Da heute die kommerziellen fossilen Energieträger über 80% des Weltenergiebedarfs decken, ist eine signifikante Zunahme des atmosphärischen CO_2 in Zukunft mit Sicherheit zu erwarten.
- Daß demnächst das CO_2 -Äquivalent der anthropogenen Treibhausgase dem vorindustriellen »normalen« CO_2 -Gehalt entsprechen wird, ist nur zu vermeiden, indem die CO_2 -Emissionen drastisch ein geschränkt werden.
- CO_2 wird schließlich den Treibhauseffekt dominieren, wenn die Produktion der FCKW eingestellt ist und die Methanquellen so weit geschlossen werden, daß die Senken überwiegen.

- Produktionssteigerung, Emissionsenkung - Globale Randbedingungen

Der Gesichtspunkt »Klimaschutz« erfordert, daß die CO₂-Emissionen (und die anderer Treibhausgase) sofort umfassend gesenkt werden müssen. Immer mehr arme Menschen verlangen dagegen ebenso eindeutig nach einem Produktionswachstum zur Sicherung ihrer (minimalen) Lebensgrundlage. In diesem Konflikt muß auf der Basis reflektierter Werte in globaler Abstimmung mit politischen Mitteln eine Entscheidung getroffen werden (Abb. 47).

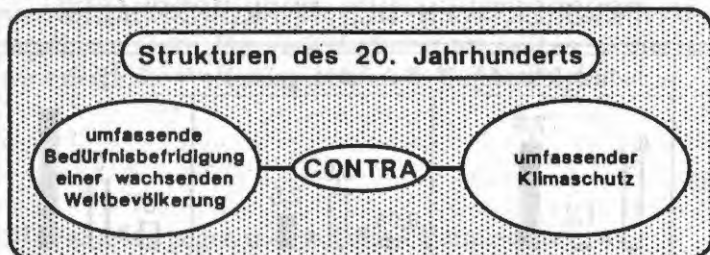


Abb. 47 Klimaschutz erfordert reflektierte Bewertungsmaßstäbe auf der Basis natur- und gesellschaftswissenschaftlicher Erkenntnisse

3.2.1 Der kleine Wohlstand für viel mehr Menschen Weltenergiebedarf

Ende der 80er Jahre nutzten 5 Milliarden Menschen 10 Milliarden kW, der jährliche Bedarf an Primärenergie akkumulierte zu 10 Twa. Die 1,2 Milliarde Menschen in den Industrieländern nahmen eine 10fach größere Energiedienstleistung in Anspruch als die Dreiviertel-Mehrheit in den Entwicklungsländern (Abb. 48).

Welche wesentlichen Faktoren werden den künftigen Energiebedarf der Menschheit bestimmen?

- Die Zahl der Menschen wird weiter zunehmen, trotz abnehmender Wachstumsrate wird mit 9 Milliarden Menschen in der Mitte des kommenden Jahrhunderts gerechnet (falls keine globale Katastrophe die Menschheit dezimiert) [20].

- Der pro-Kopf Energieeinsatz in den Entwicklungsländern muß wie in den letzten Jahren weiter zunehmen. Diese Länder verfügen über genügend eigene Reserven, um diesen Wachstumstrend fortzusetzen.
- Der pro-Kopf-Energieeinsatz in den Industriestaaten kann deutlich gesenkt werden. Für die (alte) Bundesrepublik machte die Enquête Kommission beim 11. Deutschen Bundestag ein Einsparpotential von etwa 40% aus [1, 4].

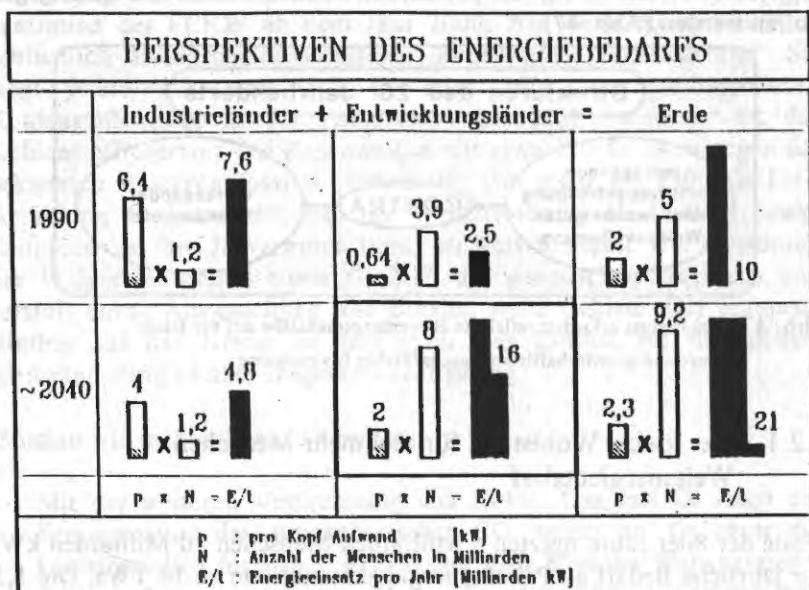


Abb. 48 Der Weltenergiebedarf wird sich aller Voraussicht nach verdoppeln. Die (heutigen) Entwicklungsländer werden durch Bevölkerungswachstum und steigenden pro-Kopf-Einsatz den Weltenergiebedarf bestimmen.

Die untere Zeile in Abbildung 48 beschreibt ein Szenarium für den Weltenergiebedarf unter den folgenden Annahmen:

- Die Industrieländer reduzieren den pro-Kopf-Energieeinsatz um gut ein Drittel auf 4 kW, indem sie ihre technischen Einsparpotentiale nutzen.

- Die Bevölkerungszahl der Industrieländer bleibt unverändert, die Zahl der Menschen in den heutigen Entwicklungsländern verdoppelt sich (gemäß UN 1991 [20]).
- Der Energieeinsatz in den heutigen Entwicklungsländern wächst auf 2 kW pro Kopf an mit einer Rate, die etwas kleiner ist als die von 5% pro Jahr der vergangenen Jahrzehnte; sie erhalten dann Energiedienstleistungen im halben Umfang wie die Menschen der Industrieländer nach Reduktion um gut ein Drittel.

Der Weltenergiebedarf wird sich durch Bevölkerungswachstum und fortgesetzten Zuwachs im pro-Kopf-Aufwand verdoppeln, obwohl die Industrienationen ihren Energiebedarf deutlich senken. Dieses einfache Bild wird durch die Weltenergiekonferenz [26] bestätigt.

3.2.2 Fahrplan gegen die Heizeit - Vermeiden der CO₂-Verdopplung

Als ein Beispiel, wie die gegenläufigen Anforderungen von Klimaschutz und Produktionswachstum in Einklang gebracht werden können, diskutieren wir die erste Phase von Szenarium [a] in Abbildung 44, welches die CO₂-Emissionen auf dem heutigen Niveau einfriert, bei sich verdoppelndem Weltenergiebedarf.

Insgesamt sind unter diesen beiden Randbedingungen 10 TW zusätzlich durch nichtfossile Energieträger zu leisten. An Quellen stehen in den nächsten Jahrzehnten nur Wasser, Sonne, Wind, Biogas und Kernspaltung zur Verfügung. Auch die Ende 1991 wieder etwas spektakuläre Entwicklung der Fusionsforschung läßt - selbst wenn man es denn letztlich wollte - einen kommerziellen Großeinsatz vor Mitte des 21. Jahrhunderts nicht erwarten. Wir teilen die Leistungen nicht-fossiler Energiequellen wie folgt auf (Abb. 49):

- Der Anteil der Wasserkraft wird um ein Drittel erhöht und entspricht dann knapp der Hälfte des technischen Weltpotentials [27]. Ein weiterer Ausbau muß wohl unter lokalen ökologischen Gesichtspunkten sehr kritisch betrachtet werden.

- Der Beitrag der Kernenergie wird nicht geändert, weil erstens die polarisierten Meinungen zur Kernenergie nicht die Klimaschutzdiskussion belasten sollten und weil zweitens der globale Beitrag der Kernenergie angesichts des 10-TW-Ziels auf jeden Fall von untergeordneter Bedeutung ist.
- Biogas wird für ländliche Bereiche einen wichtigen Beitrag leisten können, jedoch global eher unbedeutend sein; sein Anteil wird etwas willkürlich so hoch angesetzt, wie der der ausgebauten Wasserenergie.
- Der in der Bilanz verbleibende Posten von 9 TW muß zwangsläufig von den »Sonne & Wind« Systemen gedeckt werden. Da wir hier globale Anforderungen diskutieren, schließt dies die sogenannte »Wasserstoffwirtschaft« mit ein: in äquatorialen Wüstengebieten wird über Photovoltaik Wasserstoff erzeugt, der in die nördlichen Industriestaaten verkauft wird, so wie es heute mit Erdöl-Brauch ist.

	1990	Mitte 21. Jh.
	in TWa	
<i>Weltenergie</i>	11	21
<i>fossil</i>	9,5	9,5
<i>nicht - fossil</i>	1,5	1,5
<i>z.B. Wasser</i>	0,75	1,0
<i>Sonne & Wind</i>	-	9
<i>Biogas</i>	0,02	0,9
<i>Nuklear</i>	0,6	0,6

Abb. 49 Beispiel für globale Energiepolitik im Spannungsfeld von Klimaschutz und Energiebedarf für immer mehr arme Menschen

Über die Aufteilung der nicht-fossilen Anteile kann und muß diskutiert werden. Jenseits dieses Disputes steht fest: *Doppelter globaler Energiebedarf und konstante CO₂-Emission können nur in Einklang miteinander gebracht werden, wenn die nicht fossilen Energiesysteme in gleichem Umfang Energie liefern, wie es heute die fossilen Energiequellen tun; den regenerativen Quellen kommt hierbei eine herausragende Bedeutung zu.*

Die Maßnahme »Einfrieren der CO₂-Emissionen über 50 Jahre, anschließend -2% pro Jahr« strapaziert das Klima immer noch arg. Sollte der globale Energie bedarf künftig geringer sein als hier unterstellt, so müßte der nicht-fossile Energiepfad dennoch im beschriebenen Umfang beschritten werden, um das Klima weiter zu entlasten (siehe auch 3.4).

In unserem Bild wird künftig eine Mehrheit der Menschen die meiste Energie nutzen; heute beansprucht noch eine Minderheit von 23% der Menschen 75% der Energie. In unserem Bild wird bald die Mehrheit das Klima der Erde bestimmen. Dies hat für die Industriestaaten eine tiefgreifende Konsequenz.

3.3 Von 1 auf 1/3 in 50 Jahren - Die Pflicht der Industrieländer

Aus den vorherigen Überlegungen folgt, welche Ration an fossiler Energie den Industriestaaten künftig zustehen wird. Wir unterstellen, daß in diesen Ländern

- (auf der Basis 1987) der CO₂-Emission durch technische Maßnahmen überflüssig wird,
- der verbleibende 2/3-Rest zur Hälfte durch nichtfossile Energiesysteme im Einklang mit der globalen 1:1-Aufteilung gedeckt wird.

Innerhalb von 50 Jahren müssen die Industriestaaten ihren Einsatz fossiler Brennstoffe auf 1/3 der heutigen Mengen drosseln (Abb. 50).

Selbst wenn die Industrieländer ihr CO₂-Minderungspotential nicht nutzen wollten, müßten sie ihren CO₂-Ausstoß gemäß der 1:1-Aufteilung halbieren was schlechterdings unmöglich ist, ohne die Minderungspotentiale zu nutzen.

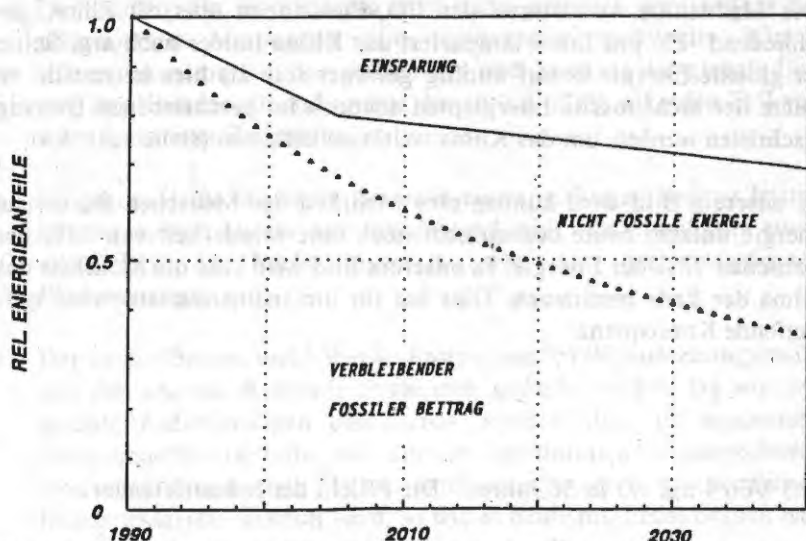


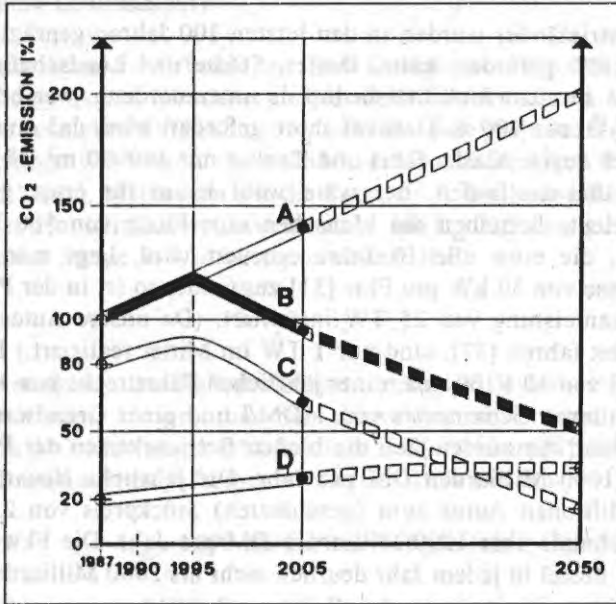
Abb. 50 Erforderliche Minderung des CO_2 -Austoßes in den Industrieländern. 30% Einsparung ist technisch möglich, die Aufteilung fossil : nicht-fossil erfolgt 1:1 gemäß dem Beispiel in Abb. 49 (aus [27]).

Der einzige Weg, der für die Industriestaaten an der harten Forderung solch beispielloser Minderung vorbeiführen würde, ist keine Alternative: Wollten die Industriestaaten auf ihrer jetzigen Energiestruktur beharren, so wäre eine Abkehr von immer intensiveren globalen CO_2 -Emissionen nur möglich, wenn die Entwicklungsländer ihren Mehrbedarf an Energie vollständig aus nicht-fossilen Quellen decken würden, ein in jeder Hinsicht absurder Gedanke.

3.4 Das Szenarium der Enquête-Kommission

Wir haben das Szenarium [a] in Abbildung 44 als Beispiel gewählt, um die wesentliche Zielorientierung von klimaschonender Energiepolitik aufzuzeigen. Die Enquête-Kommission »Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre« beim 11. Deutschen Bundestag hat die Forderung nach klimaschonender Energiepolitik schärfer formuliert und wünscht eine globale Emissionsminderung für CO_2 auf 50% des 1987er Niveaus bis zum Jahr 2050 (Abb. 17) [1, 4], langfristig auf 30%. Unser Szenarium [a] beschreibt dagegen konstante Emission bis 2040 und anschließende

Reduktion auf 30% bis 2090. Das Enquête-Szenarium führt im Jahr 2090 zu einer atmosphärischen CO₂-Konzentration, die um etwa 35 ppm geringer ist. Angesichts der vielen und großen Unwägbarkeiten, die eine so weit reichende Prognose ganz und gar unmöglich machen, ist ein Unterschied von 35 ppm nicht entscheidend⁹



- A Emissionen wachsen weiter wie bisher
- B Globales Reduktionsziel
- C Emissionen der Industrieländer
- D Emissionen der Entwicklungsländer

Abb. 51 Forderung der Enquête-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" für die Minderung des weltweiten CO₂-Ausstoßes (nach [1]).

⁹ Genau genommen ist für den Teibhauseffekt nicht die Konzentration in der Atmosphäre maßgebend, sondern (für $p \text{ CO}_2 < 1000 \text{ ppm}$) deren Logarithmus. Das sogenannte CO₂-forcing ΔF , die Erhöhung der Strahlungsbilanz im Infraroten, läßt sich gut annähern durch die Beziehung $\Delta F = 6,3 \cdot \ln (p \text{ CO}_2 / 280 \text{ ppm})$ [28], wobei 280 ppm die CO₂-Konzentration zu vorindustrieller Zeit angibt. Der Unterschied zwischen unserem Szenarium [a] und der Enquête-Kommission beläuft sich nach 100 Jahren auf $0,5 \text{ W/m}^2$; zum Vergleich: der bisherige anthropogene Treibhauseffekt beträgt schon $2,2 \text{ W/m}^2$ (mit Wasserdampf-Rückkopplung 6 W/m^2).

3.5 Wer soll das bezahlen? - Die Dimension der Lösung

Wir wollen nun an einem Beispiel verdeutlichen, welche Dimension Klimaschutz im globalen Maßstab besitzt. Wir wählen für unsere Betrachtung das Ziel »globale 9 TW Sonne & Wind in 50 Jahren«

Die Industrieländer wurden in den letzten 100 Jahren geprägt vom Auto. Wer 1890 gefordert hätte, Dörfer, Städte und Landschaften umzubauen, um sie dem Mobilitätsbedürfnis unterzuordnen, wer beschrieben hätte, daß Öl aus 400 m Tiefe off shore gefördert wird, daß eine pipeline auf Stelzen durch Alaska führt und Tanker mit 400000 m³ Öl im Bauch unsere Häfen anlaufen, der wäre wohl kaum für ernst genommen worden. Heute betreiben die Menschen eine Flotte von 500 Millionen Pkw [30], die etwa alle 10 Jahre erneuert wird. Legt man deutsche Verhältnisse von 50 kW pro Pkw [31] zugrunde, so ist in der Pkw-Flotte eine Spitzenleistung von 25 TW installiert. (Da unsere Autos aber nur 2% der Zeit fahren [32], sind nur 1 TW im Mittel realisiert.) Bei einem Verbrauch von 10 l/100 km, einer jährlichen Fahrstrecke von 15000 km, einem mittleren Benzinpreis von 1 DM/l und einer Grundwartung von 300 DM/Jahr summieren sich die bloßen Betriebskosten der Pkw-Flotte auf etwa 1000 Milliarden DM pro Jahr. Die jährliche Neuanschaffung von 50 Millionen Autos zum (geschätzten) Stückpreis von 25000 DM kostet nochmals über 1200 Milliarden DM pro Jahr. Die Pkw-Flotte zu betreiben, kostet in jedem Jahr deutlich mehr als 2000 Milliarden DM.

Das Auto ist ein geeignetes Beispiel, um die technische und wirtschaftliche Potenz der Industrieländer zu verdeutlichen. Dieses Bild macht Mut, weil es zeigt: Wir haben die technische und wirtschaftliche Kraft für wirksamen Klimaschutz.

Das Programm »Sonne & Wind« liefert in seiner 50jährigen Ausbauphase auf $P_{\text{end}} = 9 \text{ TW}$ insgesamt $E = 225 \text{ TWh}$. Wir schätzen die jährlichen Investitionskosten für Windenergie I_w und Sonnenenergie I_s auf der Basis von 3 DM/W_{peak} für Windenergie¹⁰ und (2,5 bis 10) DM/W_{peak} für äquatornahe Photovoltaik¹¹ zu

¹⁰Ende 1991 werden Windenergiekonverter mit optimalem Erntefaktor (100 kW-Klasse) zu 3 DM/kW_{peak} angeboten; Die Enquête-Kommission nennt Preise von 0,1 DM/kW [33], die zu einem um 25 % höheren I_w führen.

$I_w = 1000$ Milliarden DM pro Jahr,

$I_s = 1200$ bis 5000 Milliarden DM pro Jahr.

(linearer Ausbau; Sonne : Wind = 2:1; Sonne: 2800 h/a, Wind: 2200 h/a; 20 Jahre Lebensdauer)

Im Vergleich zu fossil bereitgestellter Energie sind die Umweltkosten U_{ex} von Sonnen- und Windenergie (vermutlich) sehr gering. Diese auch als extern bezeichneten Kosten U_{ex} werden heute nicht im Energiepreis berücksichtigt. Um eine Vergleichbarkeit mit der heutigen Preisgestaltung zu erhalten, bestimmen wir die Kosten¹² K des Sonne & Wind Programms, indem wir fiktive Umweltkosten für U_{ex} 225 Twa gutschreiben, die durch das Sonne & Wind Programm entfallen:

$$K = I_w + I_s - U_{ex}$$

Die sehr stark von der Kalkulationsart abhängigen externen Energiekosten U_{ex} schätzen wir grob aus den Umweltkosten der alten Bundesrepublik von 100 Milliarden DM pro Jahr nach Wicke [35] und dem damaligen Primärenergieaufkommen von 0,36 Twa pro Jahr:

$$U_{ex} = 1200 \text{ Milliarden DM pro Jahr.}$$

Für das Programm »9 TW Sonne & Wind« ergeben sich somit jährliche Kosten von $K = 1000$ bis 5000 Milliarden DM pro Jahr. Es kostet in etwa so viel wie der Betrieb der Automobilflotte.

Von den Kosten K ist fairerweise abzuziehen, was uns die erwirtschaftete Energiedienstleistung wert ist. Wenn der »Nutzen« eines Systems sei-

¹¹Dieser Zahlenwert ist prognostisch unter der Annahme einer auf MW bis GW Skala ausgebauten Photovoltaik in der Region des Wendekreises. Einen Überblick über die Entwicklung der Photovoltaikkosten gibt das Studienprogramm der Enquête-Kommission [34]. Für äquatoriale Standorte wird sogar $K = 1 \text{ DM/W}_{\text{peak}}$ angegeben [34a]. Zur Zeit ist Photovoltaik noch etwa eine Größenordnung teurer.

¹²Zu unterscheiden ist zwischen Kosten entsprechend obiger Definition und Finanzierungsbedarf. Die Sonne & Wind Programm fiktiven externen Kosten U_{ex} müssen tariffrei finanziert werden, so wie heute die Umweltkosten tariffrei finanziert sind. Alternativ ist ein Steuersystem denkbar [36].

nen »Kosten« entspricht, so »rechnet es sich« und der Markt kann das System aufnehmen. In unserer Mehrzahl ist uns das Autofahren heute offenbar seinen Preis wert, während ein mittelalterlicher Mönch wohl ausschließlich die Kosten dieses »nutz«losen Geräts gesehen hätte.

Den Wert, den klimaschonende Energietechnik zu künftig haben wird, kann man heute schwerlich einschätzen. Hinweise auf den Wert, den Energie schon heute besitzt¹³, erhält man aus den Grenzfällen W_{tief} für Energie aus Rohöl (30 \$ pro Barrel \Rightarrow 0,03 DM/kWh) und W_{hoch} für Energie aus Kraftwerken (0,10 DM/kWh). Übertragen auf das »9 TW Sonne & Wind« Programm folgt

$$W_{\text{tief}} = 1200 \text{ Milliarden DM pro Jahr,}$$

$$W_{\text{hoch}} = 4000 \text{ Milliarden DM pro Jahr.}$$

Die oben abgeschätzten Kosten $K = 1000$ bis 5000 Milliarden DM pro Jahr liegen in diesem Bereich. *Aus der Basis von dem, was wir heute wissen, ist die Finanzierbarkeit des Programms »9 TW Sonne & Wind in 50 Jahren« nicht auszuschließen!*

Neben den großen Unsicherheiten in diesen Schätzungen kristallisieren sich zwei für klimaschonende Energiepolitik zentrale Fragen heraus:

- Wie groß sind die tatsächlichen Umweltkosten schon heute, die in einem ökologischen Echtpreis dem Energienutzer zusätzlich berechnet werden müssen?¹⁴
- Welche Verteuerung darf der Energiepreis darüber hinaus zum Erhalt des Lebensraums Erde erfahren?

¹³Der Endnutzer zahlt zusätzlich auch für Aufbereitung, Verteilung, Kapitaleinsatz. Beispiel Heizöl: Rohenergiewert 3 Pf/kWh; Verkaufswert 5 Pf/kWh (50 Pf/l).

¹⁴Im Beschluß der Bundesregierung zur Minderung der CO₂-Emissionen steht daher auch die Einbeziehung externer Kosten in den Energiepreis an der ersten Stelle der Maßnahmen [2].

4 Jetzt handeln - Erste Schritte in die richtige Richtung

Die Industriestaaten müssen bis Mitte des nächsten Jahrhunderts ihren CO₂-Ausstoß um mindestens 70% vermindern. Bevor die ersten Schritte auf dieses Ziel zu getan sind, ist es belanglos, ob letztlich die globale Reduktion auf ein Drittel ausreicht, den Pegel des atmosphärischen CO₂ zu stabilisieren. Wie der Weg von der Ausgangsposition 1991 zu diesem Ziel im Detail verläuft, das wird die Endkonzentration nur um einige zehn ppm beeinflussen. *Werden jedoch alle Vorräte an fossilen Energieträgern verbrannt, dann wird die Menschheit den CO₂-Pegel der Atmosphäre um mehr als 1000 ppm anheben [38].*

Es kommt nun entscheidend darauf an, daß die ersten Schritte zügig unternommen werden. Sie müssen

- stabilisierend sein, (fast) unabhängig von dem, was die Menschen künftig dazulernen (Energietechnik, Klimamodelle, Bevölkerungsplanung.),
- Korrekturen ermöglichen und Abstecker in die falsche Richtung einkalkulieren,
- (wirtschaftliche) Destabilisierung vermeiden.

Solche ersten Schritte sind:

1. Der Beschluß der Bundesregierung, die CO₂-Emissionen um 25% zu reduzieren, muß umgesetzt werden; alle Industrieländer müssen folgen. (Ist Ihr Abgeordneter informiert? Was unternimmt er? Was tun Sie?)
2. Die Potentiale von rationeller Energienutzung sowie von Photovoltaik und Wasserstofftechnik, die den Abschätzungen in Abschnitt 3.5 zugrunde liegen, müssen ausgelotet werden. Auch sehr teure »Pannen« dürfen die Erprobung ebensowenig in Frage stellen, wie ein Starfighter-Absturz das Konzept der Luftverteidigung und ein funktionsunfähiger Satellit die Raumfahrt.
3. Zusätzlich zur beschlossenen CO₂-Minderung, die als »Sparziel« wenig Dynamik und Attraktivität besitzt, schlagen wir ein dem Apollo-Programm vergleichbares Programm »1 GW Solarstrom bis 1999« vor. Im EG-Raum sind auf Sizilien und in Südspanien geeignete Standorte zu finden. Ein »Solarpfennig« von 1 Pf/kWh analog

zum Kohlepfennig eröffnet bis 1999 einen deutschen Finanzierungsanteil von 50 Milliarden DM. Das Geld kommt der hiesigen Wirtschaft zugute und hilft ihr, die vorhandene und künftige dringend erforderliche Dynamik auf neue Ziele auszurichten. Die Finanzierung unabhängig vom Staatshaushalt beeinträchtigt nicht die Forschungspolitik.

Bis der CO₂-Ausstoß in den Industrieländern um 25% gesenkt ist, die FCKW vollständig aus der Produktion genommen sind¹⁵ und die ersten Erfahrungen mit Solar- und Wasserstofftechnologie auf der Gigawatt-Skala gemacht sind, wird das Endziel einer klimaschonenden Energiepolitik deutlich erkennbar sein. Nachfolgende Schritte können dann auf einer soliden Basis von wissenschaftlicher, technologischer und ökonomischer Kenntnis beschlossen werden. Zur Vorbereitung von Folgemaßnahmen ist erforderlich:

- Eine ökologische Preisgestaltung muß in überschaubarem Rahmen erprobt werden; nicht politische Glaubensbekenntnisse, sondern Effizienznachweise (wieviel wurde gemindert?) bestimmen die Kriterien.
- Klimaschutz muß in eine erneuerte Weltwirtschaftsordnung integriert werden.
- Die Dimension der Aufgabe darf nicht verschwiegen werden. Es geht nicht um kleine Korrekturen, sondern mittelfristig ist »eine weltweite Veränderung der Politik erforderlich, bevor sich die Probleme weiter verschlimmern und die Möglichkeiten für wirkungsvolles Handeln immer stärker eingeschränkt werden. Es muß eine neue Ära der globalen Zusammenarbeit und der gegenseitigen Verpflichtung beginnen, wie sie in der Geschichte ohne Beispiel ist.« [39]

¹⁵Die immer drängender werdende Problematik um FCKW gehört nicht zur Energiepolitik und wurde daher hier ausgeklammert. Dennoch muß die Forderung nach vollständiger Einstellung der FCKW-Produktion hier nachdrücklich erhoben werden.

5 Schutz der Erdatmosphäre - Eine Herausforderung an die Bildung

Der Mensch verändert die Zusammensetzung der Atmosphäre. Das Klima antwortet auf diesen Eingriff mit Verzögerung. Durch Kombination von Modellen, die anthropogene Emissionen, Stoffkreisläufe und Klima beschreiben, entstehen Szenarien der Klimaänderung (Abb. 52). Aus dieser akademischen Menükarte muß eine Strategie zum Klimaschutz ausgewählt werden, die einen Kompromiß zwischen den gegenläufigen Forderungen nach Emissionssenkung zum Klimaschutz und Produktionszuwachs als Lebensgrundlage für immer mehr Menschen darstellt. Aus einer solchen Strategie müssen *gesellschaftspolitische und technische Maßnahmen abgeleitet und umgesetzt werden*.

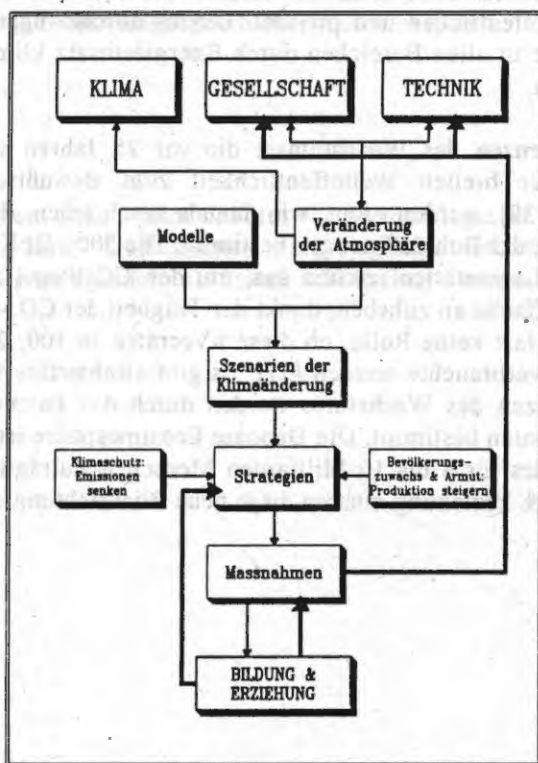


Abb. 52 Bildung & Erziehung müssen wesentliche Beiträge zum Schutz der Erdatmosphäre leisten.

Den Bildungs- und Erziehungsinstitutionen kommt eine entscheidende Bedeutung bei der Formulierung und Umsetzung von wirksamen Klimaschutzmaßnahmen zu:

- Die Strategien müssen in bewährten demokratischen Strukturen vereinbart werden. Dazu müssen die Menschen, gerade auch als Wähler, informiert sein, um was es geht und über eine Basis reflektierter Werte verfügen, auf der eine quantifizierte Entscheidung zugunsten von Klimaschutzmaßnahmen erfolgt.
- Die Umsetzung der Maßnahmen erfordert vielfältige Kenntnisse in den Industrieländern, vor allem im Umgang mit Technik bzw. Vermeidung überflüssigen oder sinnlosen Technikeinsatzes. Die Informationen »wie man es macht« müssen fast alle Bereiche unseres öffentlichen und privaten Lebens durchdringen¹⁶, weil wir uns heute in allen Bereichen durch Energieeinsatz klimaschädigend verhalten.
- »Die Grenzen des Wachstums«, die vor 25 Jahren vom Club of Rome der breiten Weltöffentlichkeit zum Bewußtsein gebracht wurden [39], werden nicht, wie damals beschrieben, durch die Begrenzung der Rohstoffmengen bestimmt. Die 5000 Gt Kohlenstoff in fossilen Lagerstätten reichen aus, um den CO₂-Pegel auf mehr als das Fünffache an zuheben; dankt der Trägheit der CO₂-Senke Ozean spielt es fast keine Rolle, ob diese »Vorräte« in 100, 200 oder 500 Jahren »verbraucht« werden [37]. Es gibt »Rohstoffe« im Übermaß, die Grenzen des Wachstums werden durch das Fassungsvermögen der Deponien bestimmt. Die Deponie Erdatmosphäre ist bald bis zur Grenze des für 8 bis 10 Milliarden Menschen Zutraglichen gefüllt. Bildung & Erziehung müssen diese neue Blickrichtung vermitteln.

¹⁶Siehe z.B. "50 Punkte für die heile Welt" in [40]

Epilog

Mensch Maier, seien Sie doch ehrlich. Glauben Sie im Ernst, daß Sie, 40 Jahre alt, Haus und Grund weit weg von der Küste, also, daß Sie eine Klimaänderung in den nächsten Jahren stören wird? Wissen Sie denn nicht, daß Klimawirkungsforschung eine Landkarte ist, in der man vor weißen Flecken nicht erkennt, wo oben und unten ist? Und wenn schon, so richtig dramatisch wird es andere treffen, anderswo, in einem anderen Jahrhundert. Wir sind doch eine wirtschaftlich starke Nation, und wenn's denn so weit ist, also Maier, dann fällt denen schon was ein.

Die Kontrollampe leuchtet. Intensiv lenke ich das Auto auf die Wiese, und freue mich, mit einer verbogenen Felge davongekommen zu sein.

Die Psychologen und Pädagogen haben noch viel zu tun.

Dank

Ich danke dem Max-Planck-Institut für Meteorologie in Hamburg für Arbeitsatmosphäre, Diskussionen und jegliche Unterstützung, um »klimaschonendes Handeln als Inhalt schulischen Lernens« zu ermöglichen.

Praktische — Arbeitsmöglichkeiten — zum Thema " Erdatmosphäre "

Wetter und Klima in der Freien Jugendarbeit

Martina Claire Schüler

Einleitung

Im Herbst 1991 wurde vom AUKAMM-NATURERLEBNISTAL (Ökologiezentrum der Landeshauptstadt Wiesbaden) und dem Gemeinschaftszentrum Tattersall ein knapp viertägiges Ferienprogramm mit dem Titel "Von Donnergott bis Wetterhexe" angeboten. Das Anliegen war, Jugendliche außerhalb des Schulunterrichts durch Themen und Aktivitäten rund um Wetter und Klima in Wissenschaft, Kultur und Mythos anzusprechen.

Wir möchten unsere Erfahrung unter dem Motto "Aus der Praxis für die Praxis" möglichst konkret weitergeben, um Nachahmer zu finden und nachhaltigen Austausch anzuregen (Adresse s. unten).

Zwei Gründe waren für die Entwicklung der Projektwoche maßgeblich: Zum einen wird es von Fachleuten aus Pädagogik und Sozialarbeit als schwierig eingeschätzt, Jugendliche im Alter zwischen 12 und 16 Jahren für Umweltthemen zu interessieren, zum anderen erfordert die Massierung von Klima-Schreckensmeldungen gerade eine offene (und deshalb möglichst nicht von vorn herein negativ besetzte) Auseinandersetzung mit dem Thema. Die ersten Ideen hierzu wurden im März 1991 auf dem Kongreß "Umgehen mit der Endzeitstimmung" gemeinsam mit Ute Wolf (Kaiserslautern) gesammelt. Die Projektwoche wurde in Zusammenarbeit mit dem Jugendamt geplant und in einem Kinder- und Jugendzentrum der Wiesbadener Innenstadt durchgeführt.

Projektbeschreibung

Die unmittelbaren Ziele der einzelnen Angebote waren, Informationen über das Wettergeschehen zu vermitteln, die Faszination durch Wetterphänomene zu verstärken und bewußtzumachen sowie auch die Bedeutung des Wetters für unsere Kultur zu verinnerlichen. Die aktuelle Klimaentwicklung sollte nicht durch die Betreuer problematisiert werden; allerdings sollten die durch Teilnehmer evt. geäußerten Meinungen und Ängste aufgegriffen und in den flexiblen Ablauf der Projektwoche integriert werden.

Um die Konzentration der Teilnehmer auf das zentrale Thema zu fördern, wurde so weit wie möglich eine entsprechende Atmosphäre geschaffen, z.B. durch die Dekoration mit großen Sonne, Mond und Wolken. An die Decke des zentralen Raumes wurden Regenschirme dicht nebeneinander gehängt. Schneeflocken wurden durch Wattebällchen, die aufgefädelt an der Decke hingen, ersetzt. Auch informative Dekorationsobjekte wie Schulwandkarten, Plakate, Ausstellungen, Wettersatelliten-Aufnahmen und Bilder der Werbung zu Wetter-/Klima-Themen sowie Büchertisch und Ausstellung von technischen Geräten - der Phantasie sind keine Grenzen gesetzt - konnten das Interesse am Projektthema verstärken. Die Menüzusammenstellung war ebenfalls am Thema orientiert; so gab es z.B. anstelle Parmesankäse nun Schneegestöber. Eine Pinnwand stand für die zu Hause gesammelten Zeitungsausschnitte zur Verfügung.

Die erlebnis- und handlungsorientierten Angebote konnten frei gewählt werden. Sie waren unterschiedlich zeitintensiv und fanden z.T. parallel, z.T. nacheinander statt. Zu Beginn des Projekts haben sich die Teilnehmer je nach Interessen in eine Wochen-Matrix eingetragen. Es entstanden Gruppen zwischen drei und sechs Teilnehmern. Den Themen wurden Gruppennamen zugeordnet (s.u., jeweils in Klammern). In einer Kennenlern-Phase am ersten Tag konnte sich jeder einen oder mehrere vorbereitete Buttons entsprechend der gewählten Gruppe(n) anfertigen.

Teilnehmer

22 Jugendliche zwischen 12 und 16 Jahren aus allen Schultypen

Zeit

1 halber Tag + 3 volle Tage (10 - 18 Uhr) in den Herbstferien

Raum

5 Räume (Werkstatt, Pressebüro, Wetterlabor, Bastelecke, Discothek)

Betreuung

6 Kräfte: 3 Vollzeit-, 3 Honorarkräfte (zwei Sozialarbeiter, Dipl.-Biologin, Biologielehrerin, zwei Dipl.-Designerinnen) und zwei Küchenfrauen stundenweise

Verpflegung

Mittagessen wurde an drei Tagen angeboten, zusätzlich Abendessen am letzten Tag

Kosten

für Honorare, Busfahrt und Material wurden vom Jugendamt getragen. Gebühr (incl. Essen) pro Teilnehmer: DM 20,- für gesamte Projektwoche

Rahmenbedingungen der Projektwoche "Von Donnertag bis Wetterhexe"

Wetterdaten messen (Wetterfrösche)

An zwei Vergleichsstellen wurden von den "Wetterfröschen" dreimal täglich die Werte von Luftdruck, -feuchte, Windgeschwindigkeit, Mini-Max-Temperatur, Bewölkungsbruchteile, Niederschlagsmenge notiert und durch eine subjektive Wetterbeschreibung ergänzt. Die Arbeitshypothese lautete: "Im Kurpark herrscht ein anderes Wetter als am Jugendzentrum". Die Bedeutung der verschiedenen Parameter für Wetter und Klima wurde durch den Umgang mit den Geräten und die Besprechung der unterschiedlichen Ergebnisse vermittelt. Der Umgang mit den technischen Meßgeräten war so faszinierend, daß trotz der häufigen Wiederholung des Meßdurchgangs sich immer wieder eine Gruppe dafür zusammenfand.

Wetteramt Offenbach

Das Wetteramt in Offenbach wurde gemeinsam besucht. Es wurde ein Vortrag mit Demonstration von einzelnen Geräten geboten. Erdaufnahmen von Wettersatelliten und die exklusive Vorhersage wurde von den "Wetterfröschen" an den darauf folgenden Tagen anhand der selbst ermittelten Daten überprüft.

Drachen bauen (Drachen)

Es wurde ein Delta-Kastendrachen gebaut. Die Flugtauglichkeit konnte leider nicht wie geplant auf freiem Feld ausprobiert werden, denn die Windgeschwindigkeit am in Frage kommenden Tag stieg bis auf Stärke 7 (Beaufort).

Sonnenuhren und Wetterhäuschen (Sonnenuhr)

Bau von kleinen Objekten zum mit nach Hause nehmen. Sehr praktische Literatur s. Verzeichnis.

Regenmachen wie Indianer (Indianer)

Der Ausflug in eine andere Kultur begann mit einem Mythos der Zuni-Indianer über einen Riesen, der Wolken verschlingt...

In einer anderen Klimazone können einzelne für uns selbstverständliche Wettererscheinungen eine ganz andere Bedeutung haben, die sich z.B. in religiösen Riten niederschlägt. Beispiel dafür ist ein indianischer Regentanz, der zu indianischer Musik einstudiert wird. Als Abschluß wurde tatsächlich - zumindest akustisch - Regen gemacht. Mit einer größeren Gruppe und einem "Dirigenten" kann Fingerschnippen, Klatschen, Stampfen etc. zu einem herannahenden und wieder abflauenden Gewitterregen werden.

Wettergötter-Theater (Mime)

Figuren aus der germanischen, römischen und griechischen Götterwelt wurden nachempfunden und Kostüme gebastelt. Ziel war, eine kurze Handlung einzustudieren und am Abschlußabend vorzuführen. Eine weitere Idee wurde von einem Jugendlichen entwickelt und umgesetzt: Er schrieb einen eigenen Fernsehbericht als Persiflage zum ZDF-Wetterbericht. Es waren Gags eingebaut wie z.B., daß sein Manuskript vom

Tisch geweht wird, während er von aufkommenden Herbststürmen spricht.

Reporterteam (Reporter)

Diese Gruppe hat als einzige über den gesamten Zeitraum in gleicher Besetzung bestanden. Die Reporter nahmen indirekt an allen anderen Gruppenaktivitäten teil, denn sie dokumentierten das gesamte Projekt durch Fotos, Interviews und Berichte. Außerdem wurden Passanten zum Thema "Bauernregeln", "wettergerechte Bekleidung" etc. interviewt. Dazu standen der Gruppe Cassettenrecorder und Fotoapparat zur Verfügung.

Abschlußabend

Als Abschluß war eine Wetter-Disco mit von den "Mimen" getextetem Wetter-Rap, Nebelmaschine und Popmusik mit Wetterthemen (gibt es reichlich) geplant. Um eine ansehnliche Gruppengröße zu haben, wurde dazu auch das Stamm-Publikum des Zentrums eingeladen.

Diskussion und Kritik

Angefangen von der Nachfrage für die Projektwoche bis zur Umsetzung der Gruppenarbeit war die Projektwoche "Von Donnergott bis Wetterhexe" ein überraschender Erfolg. Die gute Zusammenarbeit mit der Lokalpresse hat auch bei diesem Projekt Früchte getragen: Ein größerer Artikel mit Foto bestätigte den Jugendlichen die Relevanz ihrer Aktivitäten.

Im Detail betrachtet gab es allerdings relativ große Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen, da sich meist Jugendliche mit ähnlichen Vorbedingungen (Schultyp, Interessen, Alter) zusammenfanden. Die Spanne lag von interessiert und konzentriert bis destruktiv und unselbständig.

Es sind nicht alle Erwartungen in Erfüllung gegangen. Dabei waren einige Probleme durch den Veranstaltungsort bedingt. Die übliche Funktion des Jugendzentrums in der Freizeitgestaltung fördert bei dem Stamm-Publikum eine Konsumenten-Haltung, die sich als Handicap erwies. Auch gab es Reibereien zwischen den zentrumsfremden Teilnehmern

und denen, die sich als "Hausherren" fühlten. Der Vorteil wiederum war, daß eine sonst für Umweltthemen kaum interessierte Zielgruppe angesprochen werden konnte. Dies wurde insbesondere von den Sozialarbeitern des Jugendzentrums betont; von ihnen wurden auch die kleinen Erfolge bei den schwierigeren Teilnehmern als ungewöhnlich und sehr zufriedenstellend bewertet.

Die Gelegenheit, sich über mitgebrachte Zeitungsausschnitte auf die Klimaproblematik einzulassen, wurde nicht ergriffen. Ein Zusammenhang zwischen z.B. den Beobachtungen der "Wetterfrösche" und den Medienmeldungen wurde im allgemeinen nicht hergestellt. Vermutlich war diese Erwartung in Anbetracht der Ferienstimmung und des kurzen Zeitraums von vornherein unrealistisch. In Bezug auf die deutlich erkennbare Begeisterung zu verschiedenen Gruppen-Aktivitäten stellt sich die Frage der Nachhaltigkeit des Interesses.

Zusammenfassend darf man davon ausgehen, daß sich das Wetter, in dieser handlungsorientierten Art und Weise für Kinder und Jugendliche aufbereitet, sehr gut als Einstieg in den abstrakten Themenkomplex "Klimaänderungen und deren Ursachen" eignet.

Literatur/Hilfen/Musik

ATZEMA, R. & JONES, M. (1990): Sonnenuhren selberbauen, 92 S. und 16 Modellbögen. Hugendubel, München.

REDBONE (1973): "Wovoka" und Clouds in my Sunshine.
In: Wovoka. Epic. CBS Records Inc., New York.

SÖNNIG, W. & KEIDEL C. G. (1990): Wolkenbilder, Wettervorhersage. BLV Naturführer 814, 127 S. München.

SUTNER, R. & ROHRER, C. (1982): Wetter. Bausteine für das Werken. 179 S. Schweizerischer Verein für Handarbeit und Schulreform, Erzenbergstr. 54, CH-4410 Liestal.

Der Delta-Kastendrachen: Die Bauanleitung kann mit frankiertem (Porto bis 50g) DIN A5-Umschlag angefordert werden.

Kohlendioxid in unserer Atmosphäre

Chemische Experimente zum Vorkommen und zur Bedeutung

Barbara Zimmermeyer

Die folgenden Versuche sollen veranschaulichen:

- in welchem natürlichen Zusammenhängen CO_2 auf der Erde auf tritt,
- an welchen Stellen eine vermehrte Produktion von CO_2 zu ver zeichnen ist und zum Problem werden kann.

Die Versuche sind dazu gedacht, grundlegende Sachverhalte, die i. d. R. bekannt sind, in Erinnerung zu rufen, nebeneinanderzustellen und damit (erneut) deutlich zu machen. Sie könnten - evt. im Anschluß an eine Analyse energetischer Zusammenhänge - am Anfang einer Beschäftigung mit dem Thema "Treibhauseffekt" stehen.

I. CO_2 im natürlichen Gleichgewicht

Versuch 1: Vorstellung und Einführung eines Nachweises für CO_2

Reaktion	mit	Kalkwasser	($\text{Ca}(\text{OH})_2$)
Beispiel:	CO_2	im	Mineralwasser

Eine zu 2/3 gefüllte, zimmerwarme Mineralwasserflasche wird mit einem durchbohrten Stopfen + Glasrohr versehen. Beim Schütteln wird das aufsteigende Gas in ein Becherglas mit Kalk- oder Barytwasser geleitet. Bei Anwesenheit von CO_2 entsteht ein weißer Niederschlag von Calciumcarbonat (CaCO_3).

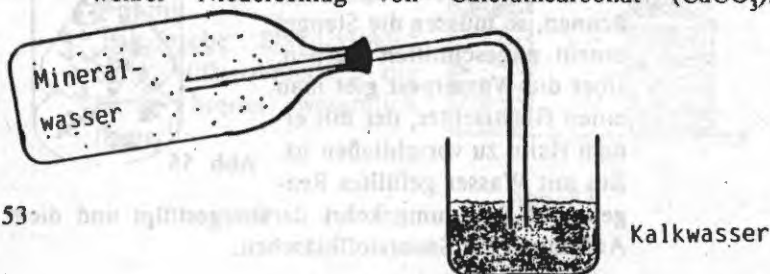
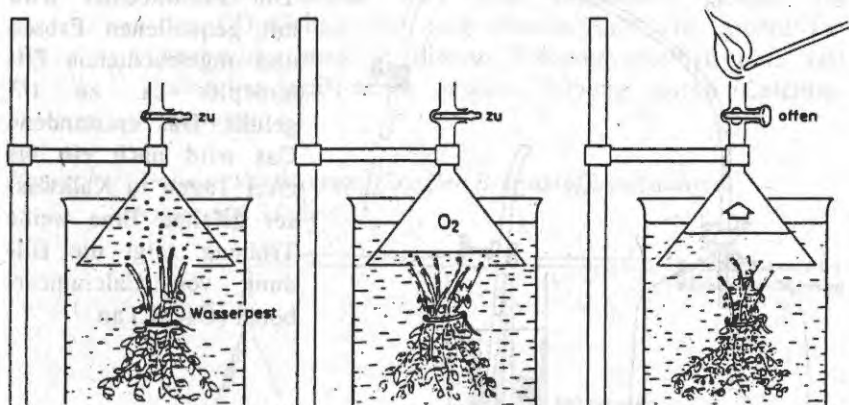


Abb. 53

Der Sauerstoff wird mit der Glimmspanprobe nachgewiesen.



Der Sauerstoffnachweis mit der Glimmspanprobe.

Abb. 56

Versuch 4: Pflanzen verbrauchen Sauerstoff und produzieren CO_2 (Dissimilation)

Ein Standzylinder wird mit nicht grünen Pflanzen teilen, wie gequollenen Bohnen, Erbsen, Getreide, Blüten, Pilzen u.ä. und mit angefeuchtetem Filterpapier gefüllt.

Nachweis des entstandenen CO_2 : brennende Kerze erlischt.

Blindprobe: Standzylinder ohne Pflanzenteile: die Kerze brennt wesentlich länger.

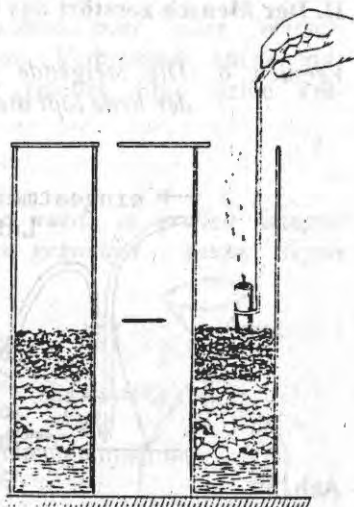
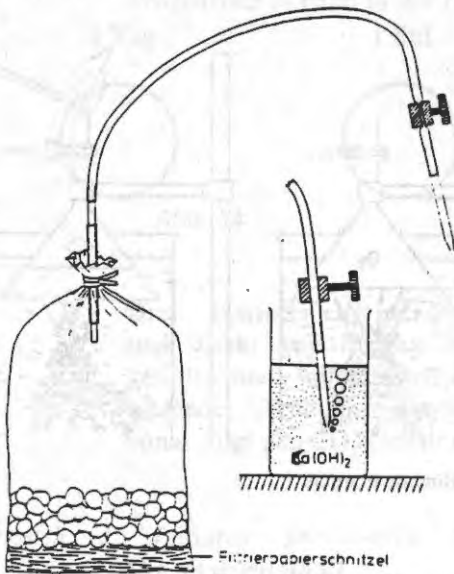


Abb. 57

Versuch 5: CO_2 -Produktion bei der Atmung



Ein Plastikbeutel wird mit gequollenen Erbsen und angefeuchtetem Filterpapier ca. zu 1/3 gefüllt. Das entstandene Gas wird nach ein bis zwei Tagen in Kalkwasser geleitet. Eine weiße Trübung zeigt die Bildung von Calciumcarbonat (CaCO_3) an.

Abb. 58

II. Der Mensch zerstört das CO_2 -Gleichgewicht auf der Erde

Versuch 6: Die steigende Anzahl von Menschen und Tieren auf der Erde läßt die CO_2 -Konzentration ansteigen

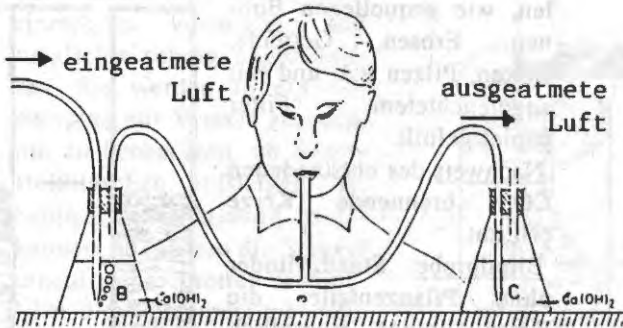


Abb. 59

Der Versuch wird entsprechend der Abbildung aufgebaut. Die Versuchsperson saugt durch ein Mund-

stück die Luft durch einen Erlenmeyerkolben an und bläst sie durch den anderen wieder heraus. Beide Erlenmeyerkolben sind mit Kalkwasser gefüllt. Da der CO_2 -Gehalt der ausgeatmeten Luft viel größer ist, beobachtet man in diesem Erlenmeyerkolben eine viel schneller auftretende weiße Trübung durch Calciumcarbonat.

Versuch 7: Bei der Verfeuerung fossiler Brennstoffe entsteht in steigendem Maße CO_2 .

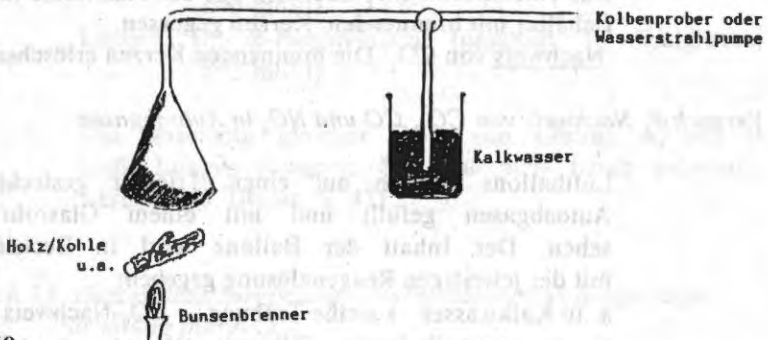


Abb. 60

Mit Hilfe eines Kolbenprobers oder einer Wasserstrahlpumpe wird das beim Verbrennen entstehende Gas durch das Kalkwasser geleitet. Eine weiße Trübung zeigt CO_2 an.

Versuch 8: Im Laufe der Erdgeschichte wurde in großen Mengen CO_2 in Gestein und Gebirge gebunden - saurer Regen setzt es frei.

In der säurefesten, durchsichtigen Plastiktüten wird konz. Salzsäure auf Kalkstein gegossen. Bei der Reaktion wird der Kalkstein zersetzt, und es entwickelt sich CO_2 .

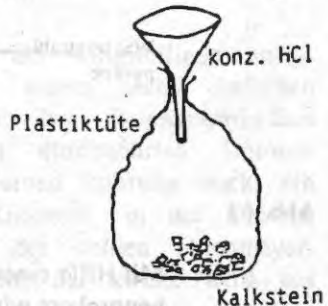


Abb. 61

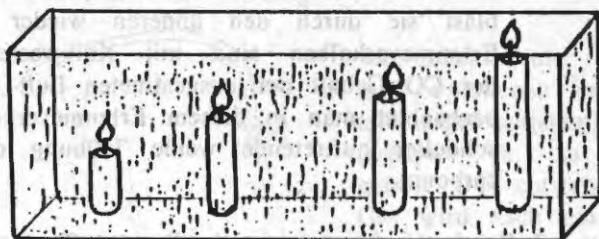


Abb. 62

Das entstandene CO_2 -Gas wird aus der Plastiktüte in einen Behälter mit brennenden Kerzen gegossen.

Nachweis von CO_2 : Die brennenden Kerzen erlöschen

Versuch 9: Nachweis von CO_2 , CO und NO_x in Autoabgasen

Luftballons werden auf einen Trichter gesteckt, mit Autoabgasen gefüllt und mit einem Glasrohr versehen. Der Inhalt der Ballons wird in Bechergläser mit der jeweiligen Reagenzlösung gegeben:

- a. in Kalkwasser \rightarrow weiße Trübung - CO_2 -Nachweis
- b. in ammoniakalische Silbernitratlösung \rightarrow schwarze Trübung - CO-Nachweis
- c. in Lunges Reagenz \rightarrow Torffärbung - NO_x -Nachweis

Versuch 10: Nachweis von CO_2 , CO und NO_x im Zigarettenrauch

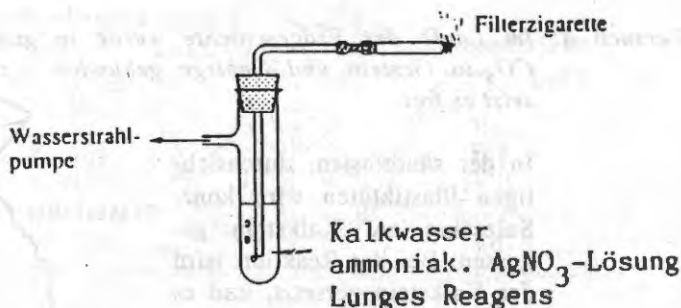


Abb. 63

Mit Hilfe einer Wasserstrahlpumpe oder eines Kolbenprobers wird der Zigarettenrauch durch die Reagenzlösungen geleitet.

Reagenz-Lösungen:

Ammoniakalische Silbernitratlösung:

Zu 5 ml 5% Silbernitratlösung gibt man aus einer Tropfpipette gerade so viel konz. Ammoniaklösung, daß sich der primär gebildete braune Niederschlag von Silberhydroxid auflöst. (s. Blume, S. 82)

Lunges Reagenz:

Lösung A: Sulfanilsäure (1% in Essigsäure,
 $c=5 \text{ mol/l}$)

Lösung B: α -Naphthylamin (gesättigt in Essigsäure,
 $c=5 \text{ mol/l}$)

Die Mischung gleicher Teile von Lösung A und B heißt Lunges Reagenz. Sie muß stets frisch zubereitet werden. (s. Blume, S. 47)

Versuch 12: Demonstrationsversuch - Wärmeabsorption langwelliger Strahlung durch CO_2

Kohlenstoffdioxidgas der Atmosphäre reflektiert einen Teil der von der Erde abgestrahlten langwelligigen Infrarotstrahlung. Diese Erscheinung, die als "Treibhauseffekt" bezeichnet wird, kann, da der CO_2 -Anteil der Atmosphäre vor allem durch das massierte Verbrennen fossiler Brennstoffe ständig wächst, zu einer globalen Erwärmung mit gefährlichen ökologischen Folgen führen.

Dieses Absorptionsvermögen der langwelligigen Infrarotwärmestrahlung kann mit einem recht einfachen Versuch demonstriert werden. Zwei Erlenmeyerkolben werden mit einem doppelt durchbohrten Gummistopfen verschlossen. In der einen Bohrung steckt ein bis zum Boden reichendes Glasrohr, in der anderen ein Glasthermometer. Einer der beiden Erlenmeyerkolben bleibt mit Luft gefüllt, der zweite wird aus

Versuch 11:

Freisetzung von CO_2 aus Bodenproben

Ausgangsmaterial war Waldboden aus der Streuschicht und ganz reiner Sand. Zur Entnahme des Waldbodens wurde nur die oberste Laubschicht entfernt.

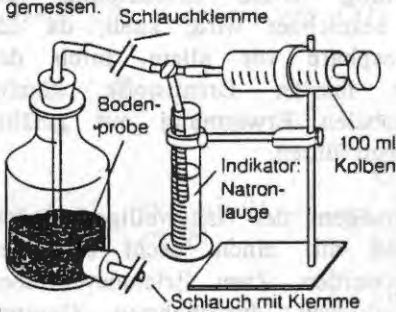
Die untere Öffnung der Flasche wird mit einem Stopfen verschlossen, in den ein Glasrohr eingelassen ist. Das Glasrohr wird außen mit Schlauchstück und Schlauchklemme geschlossen.

Die Bodenproben werden von oben etwa 15 cm hoch eingefüllt. Die obere Öffnung der Flasche wird genau so verschlossen wie die untere, wobei das verwendete Glasrohr bis kurz über die Oberfläche der Bodenprobe reicht.

Jeweils nach 24 h wird durch das Glasrohr der oberen Öffnung Luft entnommen und mit Dräger-Gasprüfröhrchen auf CO_2 -Anreicherung gemessen.

Ergebnisse

Es wurden 5–6 % CO_2 über dem Waldboden bzw. 0,035 % (= 350 ppm) über dem Sand gemessen.



Kommentar: Die CO_2 -Anreicherung ist so groß, daß sie ohne weiteres mit Indikatorlösung (NaOH + Phenolphthalein) nachgewiesen werden kann.

Dazu wird die Luft aus der Absetzflasche mit einem 100 ml-Kolbenprober angesaugt und über einen Dreiweghahn in einen 100 ml-Meßzylinder mit Indikatorlösung geleitet. Der in den Meßzylinder hängende Schlauch muß bis an dessen Grund reichen, damit die eingeleitete Luft einen langen Weg hat. Bei der Erprobung war die Indikatorlösung von 200–300 ml Luft über dem Waldboden entfärbt. Bei der Probe aus der Flasche mit dem Sand ergab sich keine Veränderung.

Hier läßt sich auch quantitativ ansetzen. 1 ml 1/10 Normalnatronlauge enthält 4 mg NaOH und vermag 4,4 mg CO_2 zu binden. Aus dem Gewicht der Bodenprobe und dem Raum in der Flasche über der Bodenprobe läßt sich die CO_2 -Bildung pro Menge und Zeiteinheit errechnen.

Für die Luftentnahme durch die obere Flaschenöffnung muß die Schlauchklemme an der unteren Flaschenöffnung immer entfernt werden, damit in der Flasche kein Unterdruck entsteht. Nachgesaugte Luft streicht dann durch die Bodenprobe.

Der Versuchsaufbau mit der Flasche liefert eindeutigere Ergebnisse. Das Experiment wird durch den Verzicht auf Gasprüfröhrchen kostengünstiger. Temperaturvariationen sind leichter möglich. Die Auswirkungen grüner Pflanzen auf die CO_2 -Konzentration läßt sich allerdings in der Flasche nicht nachweisen.

Quelle: UB 162/15, Jahrg./Februar 1991

Abb. 64

einem CO_2 -Gasspender mit CO_2 gefüllt. Beide Erlenmeyerkolben werden gleichzeitig mit einer Infrarotlampe bestrahlt. Die Aufheizung wird an den Thermometern abgelesen, wobei die Temperatur in dem mit CO_2 gefüllten Kolben jeweils um etwa 2 bis 4°C höher liegt.

Material: 2 Erlenmeyerkolben 500 cm^3
2 doppelt durchbohrte Gummistopfen
2 Glasrohre 15 cm lang
2 Glasthermometer
Rotlichtlampe
 CO_2 -Gasspender (z.B. Tetra CO_2 -Depot als Spraybehälter für CO_2 -Anreicherung von Aquarien, Tetra-Werke, D-4520 Melle)

(s. D. Bohlmann, S. 51)

Versuch 13: Modellversuch - Treibhauspotential verschiedener Gase

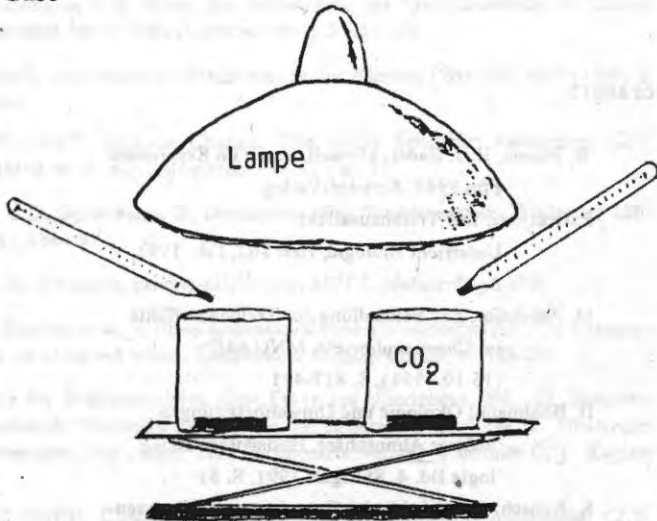


Abb. 65

Zwei gleiche Bechergläser (11) werden nebeneinander gestellt und von oben mit einer möglichst starken

Lampe so gleichmäßig wie möglich ausgeleuchtet. Auf dem Boden beider Bechergläser befinden sich runde Metallplatten. Die Temperatur in den Bechergläsern wird in der Mitte rd. 2 cm über dem Boden mit eingespannten Thermoelementen gemessen. Man kann die Temperaturdifferenz zwischen beiden Bechergläsern direkt aufzeigen, wenn man die Thermoelemente gegeneinander auf ein Meßgerät schaltet. Wird die Lampe eingeschaltet, so ist nach wenigen Minuten die Temperatur in den Bechergläsern konstant. Nun wird über ein abgewinkeltes Glasrohr in das Becherglas vorsichtig ein Gas mit Treibhauseffekt (z.B. CO_2) eingeleitet. Das andere Becherglas wird dabei mit einer Glasplatte abgedeckt. Nachdem genügend CO_2 eingeleitet wurde (nach ca. 30 sec.), entfernt man Einleitungsrohr und Glasplatte. In kurzer Zeit beobachtet man einen Temperaturanstieg von ca. 10°C .

(s. Adelheim, S. 419 ff)

Literatur:

- R. Blume, H. J. Bader: Umweltchemie im Experiment
Ffm 1989, Scriptor-Verlag
- P. Drutjons: Der Treibhauseffekt
Unterricht Biologie, Heft 162, Feb. 1991,
S. 42
- M. Adelheim: Zur Behandlung des Treibhauseffekts
im Chemieunterricht, MNU 44/7
(15.10.1991), S. 417-421
- D. Böhlmann: Ökologie und Umweltbelastungen
unserer Atmosphäre, Basiswissen Bio-
logie Bd. 4, Stuttgart 1991, S. 51
- K. Kunsch: Autotrophie der Organismen, Basiswissen
Biologie Bd. 3, Stuttgart 1989, S. 19
- K. Kuhn, W. Probst: Biologisches Grundpraktikum,
Bd. 1, Stuttgart 1983, S. 320

Literatur

- [1] Schutz der Erdatmosphäre, Eine Frage des Überlebens, Bd. I-III, Enquête-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" des 11. Deutschen Bundestages Hrsg., Bonn 1990 (Economica Verlag)
- [2] Beschluß der Bundesregierung vom 7. Nov. 1990 zur Reduzierung der CO_2 -Emissionen in der Bundesrepublik Deutschland bis zum Jahr 2005
- [3] K. Heinloth, Bedrohliche Klimaveränderungen erfordern weltweit eine vernünftige Energienutzung, MNU 6/43 (Sept. 1990) S. 323-331
- [4] K. Heinloth, Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre, Phys. Bl. 46/12 (1990) S. 487-489
- [5] Schutz der Erdatmosphäre, eine Herausforderung an die Bildung, Zur Umsetzung der Empfehlungen der Enquête-Kommission, Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft Hrsg., Bonn 1990 (Economica Verlag)
- [6] H. Heise, Das CO_2 -Problem und der Glashauseffekt aus physikalischer Sicht, MNU 6/37 (1984) S. 347-354
- [7] I. Schulze, Modellversuch zum Treibhauseffekt, MNU 2/44 (März 1991) S. 89-93
- [8] M. Adelhelm, E.G. Höhn, Zur Behandlung des Treibhauseffekts im Chemieunterricht, MNU 7/44 (Oktober 1991) S. 417-421
- [9] H. Graßl, Anthropogene Beeinflussung des Klimas, Phys. Bl. 45/7 (1989) S. 199-206
- [10] WMO/UNEP, Climate Change, The IPCC Scientific Assessment (J.T. Houghton et al. eds.) Cambridge 1990, Fig. 11
- [11] nach C.D. Schönwiese, B. Dieckmann, Der Treibhauseffekt, Stuttgart 1987 (DVA) Abb. 9
- [12] nach M. Heimann, private Mitteilung, MPI f. Meteorologie 1991
- [13] C.D. Keeling et al., A three-dimensional model of atmospheric CO_2 -transport based on observed winds, Geophysical Monograph 55, p. 165-236
- [14] Schutz der Erdatmosphäre, Eine Frage des Überlebens, Bd. III, Enquête-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" des 11. Deutschen Bundestages Hrsg., Bonn 1990 (Economica Verlag) Abschnitt C, 1. Kapitel 3.2.2
- [15] WMO/UNEP, Climate Change, The IPCC Scientific Assessment (J.T. Houghton et al. eds.) Cambridge 1990, Fig. 6

- [16] U. Cubasch et al., Time-dependent greenhouse warming computations with a coupled ocean-atmosphere model, MPI f. Meteorologie, Report No. 67, Juli 1991; siehe auch U. Cubasch: Das Klima der nächsten 100 Jahre: Szenarierechnungen mit dem Hamburger gekoppelten globalen Ozean-Atmosphäre Modell, Phys. Bl., Febr. 1992
- [17] BP Statistical Review of World Energy, June 1991
- [18] Energie und Klima, Studienprogramm, Enquête-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" des 11. Deutschen Bundestages Hrsg., Bd. 8, Bonn 1990 (Economica Verlag), S. 350-351
- [19] V. Ramanathan, B.R. Bartestrom, E.F. Harrison, Climate and the Earth's radiation budget, Phys. Today May 1989 p. 22-32
- [20] Population Issue Briefing Kid, United Nations Population Fund, New York 1991
- [21] S. Hoppenau, Future Concentrations of Atmospheric Greenhouse-Gases CO_2 , CFC and CH_4 - An assessment on the educational level, erscheint im Am. J. Phys. Sommer 1992
- [22] WMO/UNEP, Climate Change, The IPCC Scientific Assessment (J.T. Houghton et al. eds.) Cambridge 1990, Tab. 1
- [23] WMO/UNEP, Climate Change, The IPCC Scientific Assessment (J.T. Houghton et al. eds.) Cambridge 1990, p. xxxiii, Schutz der Erdatmosphäre, Eine Frage des Überlebens, Bd. III, Abschnitt C, 1. Kapitel, 1.4.2
- [24] BP Statistical Review of World Energy, June 1990
- [25] Globus 8710, Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen
- [26] J.R. Fritsch, Future Stresses for Energy Sources - World Energy Conf. Cannes 1989, London 1986 und Global Energy, Perspectives 2000-2020 - World Energy Conf. Montreal 1989, London 1989
- [27] W. Achilles, P. Drutjons, K. Henning, S. Hoppenau, Schutz der Erdatmosphäre durch globales Denken und lokales Handeln, MPI f. Meteorologie, Januar 1991
- [28] WMO/UNEP, Climate Change, The IPCC Scientific Assessment (J.T. Houghton et al. eds.) Cambridge 1990, p. 52
- [29] Schutz der Erdatmosphäre, Eine Frage des Überlebens, Bd. I, 3. Kapitel, 2.3.2
- [30] D.L. Bleviss, P. Walzer, Energie für Kraftfahrzeuge, Spekt. d. Wiss. 11/1990 S. 94-104

- [31] Energie und Klima, Studienprogramm, Bd. 7, S. 581
- [32] Energie und Klima, Studienprogramm, Bd. 7, S. 704
- [33] Schutz der Erdatmosphäre, Eine Frage des Überlebens, Bd. III, Abschnitt E, Kapitel 4.2.7
- [34] Energie und Klima, Studienprogramm, Bd. 3
- [34a] Energie und Klima, Studienprogramm, Bd. 3, S. 675
- [35] L. Wicke, Die ökologischen Milliarden. Das kostet die zerstörte Umwelt - so können wir sie retten, München 1986
- [36] E.U. von Weizsäcker, Erdpolitik, Ökologische Realpolitik an der Schwelle zum Jahrhundert der Umwelt, Darmstadt 1989 (Wiss. Buchges.)
- [37] E. Maier-Reimer, K. Hasselmann, Transport and storage of CO_2 in the ocean - an inorganic ocean-circulation carbon cycle model, *Clim. Dyn.* 2 (1987) p. 63-90
- [38] Global 2000, Der Bericht an den Präsidenten, Council of Environmental Quality Hrsg., 1980; zitiert nach der deutschen Übersetzung bei Zweitausendeins, S. 20-21
- [39] D. Meadows, D. Meadows, E. Zahn, P. Milling, Die Grenzen des Wachstums - Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit, dt. Ausgabe 1973, Reinbek (rowolth)
- [40] H. Graßl, R. Klingholz, Wir Klimamacher, Frankfurt 1990 (S. Fischer Verlag)

Teilnehmerliste

Leitung:

Dr. Diemann, Hermann, Biologie-Zentrum-Bustedt, Hiddenhausen

Referenten:

Prof. Dr. Ernst Ulrich v. Weizsäcker, Wuppertal-Institut für Klima, Umwelt, Energie, Wuppertal

Prof. Dr. Hartmut Graßl, Max-Planck-Institut für Meteorologie, Hamburg

Prof. Dr. Wolfgang Engelhardt, Deutscher Naturschutzring, Bonn

Prof. Dr. Klaus Traube, Bremer Institut für kommunale Energiewirtschaft und -politik

Dr. Joachim Esser, Gesellschaft für technische Zusammenarbeit

Dr. Ulrich Höpfner, Institut für Energie- und Umweltforschung, Heidelberg

Dr. Stefan Hoppenau, Max-Planck-Institut für Meteorologie, Hamburg

Holm Benning, Schulumweltzentrum Halle-Franzigmark, Halle/S.

Berndt Kriete, Elektrizitätswerk Minden-Ravensberg, Herford

Martina Claire Schüler, Aukamm-Erlebnistal, Wiesbaden

Barbara Zimmermeyer, Biologie-Zentrum-Bustedt, Hiddenhausen

Moderatoren:

Martina Fleckenstein, Landesbund für Vogelschutz, Hilpoltstein

Jürgen Forkel, Naturschutzzentrum Düsseldorf

Fritz Heidorn, Ökologiestation Bremen

Eckhard Möller, Biologie-Zentrum-Bustedt, Hiddenhausen

Eberhard Reese, Schulbiologiezentrum Hannover

Redakteure:

Dr. Angela Franz-Balsen, Köln
Renate Grothe, Hannover
Detlev Kutz, Köln
Tino Schlagintweit, Oberschleißheim
Stefan Wehmeier, Münster

Teilnehmer:

Ahlert, Heinz, Ahornstr. 5, 4901 Hiddenhausen
Andres, Detlev, Meierkamp 19, 4930 Detmold
Arnhold, Wieland, Am Klusberg 15, 4973 Vlotho

Bahrs, Uwe, Richard-Wagner-Str. 25, 6729 Wörth
Belz, Gerd, Bergstr. 6, 4924 Barntrop
Bieberstein, Gabi, VHS Kreis Herford, Münsterkirchplatz 1, 4900 Herford

Bökehof-Reckelkamm, Annette, Steinweg 46, 4937 Lage-Billinghausen
Braun, Ulrich, Am Bahneinschnitt 66, 4790 Paderborn
Brockmann, Angelika, Sperberweg 5, 4817 Leopoldshöhe
Dr. Bünnemann, Otto, Schulbiologiezentrum Dortmund, Am Rombergpark 49b, 4600 Dortmund 50

Clos, Dagmar, Schloßstr. 1, 6728 GERMERSHEIM
Craney, Fritz-Gunter, Herforder Str. 239, 4901 Hiddenhausen

Diekmann, Heinrich, Im Knick 8, 4992 Espelkamp
Dobbek, Walter, Natur- und Schulbiologiezentrum Leverkusen, Talstr. 4, 5090 Leverkusen 3
Drees, Walter, Kleeweg 6, 4973 Vlotho

Erchen, Harry, Dorfstr. 2 B, O-2061 Groß Gievitze
Ertel, Horst, Liselotte-Hermann-Str. 38/C, O-6902 Jena-Lobeda

Falcone, Franco, c/o Palka, Rosenbergstr. 47b, 7000 Stuttgart 1
Falkenstein, Boris, Wagnerstr. 28, 4000 Düsseldorf 1
Felgenträger, Bernd, Am Alten Sportplatz 15, 4986 Rödinghausen

Grasmäder, Ingeborg, Freiburger Ökostation, Falkenberger Str. 21b,
7800 Freiburg
Grunia, Christine, Heerstr. 37, 4000 Düsseldorf

Haas, Rosita, GRKW, Frankfurter Str. 74, 6093 Flörsheim-Weilbach

Harth, Hermann, Pirolstr. 16, 4937 Lage

Haverbeck, Cornelia, Energie- und Umweltzentrum am Deister, Am
Elmschenbruch, 3257 Springe 3

Heers, Karl-Eberhard, Ökologiestation Bremen, Am Güthpol 9, 2870
Bremen 70

Dr. Henneberg, Karin, Ringstr. 27, 4973 Vlotho

Dr. Herrmann, Rainer, Unabhängiges Institut für Umweltfragen,
Friedrichstr. 165, O-1080 Berlin

Herzog-Friedrich, Sybille, Südhemmerweg 2, 4955 Hille

Hoening, Christoph, An der Wallhecke 14, 4400 Münster

Hoffmann, Martin, Oesterholzstr. 92, 4600 Dortmund 1

Husemeyer, Karl-Gerd, Oberhusener Str. 3, 4990 Lübbecke 5

Ihle, Friederike, Oerlinghauser Str. 9, 4930 Detmold

Inselmann, Hans-Hermann, Hageresch 52, 4800 Bielefeld 15

Irmischer, Rainald, Biologische Station Botanischer Garten, Bosestr. 15,
3500 Kassel

Kachel, Rainer, Narzissenstr. 12, 4973 Vlotho-Exter

Kissling, Heinz, Deutscher Panda-Club e.V., Gruppe Rhein-Main-
Taunus, Hachenburger Str. 15, 6230 Frankfurt 90

Dr. Klausch, Helmut, Külshammerweg 19, 4300 Essen 1

Knolle, Heinz Günther, Am Mühlenbach 1, 4972 Löhne

Koch, Rüdiger, Bohlenstr. 35, 4902 Bad Salzuflen

Dr. Kochanek, Hans-Martin, Natur- und Schulbiologiezentrum,
Leverkusen, Talstr. 4, 5090 Leverkusen 3

Kräuse, Rolf Harald, Schulbiologie-Stelle Lüneburg, Ostpreußenring
125, 2120 Lüneburg

Kriesten, Burkhard, Landsberger Str. 8, 4972 Löhne

Kunz, Monika, Amalienstr. 52, 4600 Dortmund 1

Lackmann, Ulla, Hammerstr. 8, 4600 Dortmund 1

Lang, Heiko Roderich, Sudeweg 51, 4800 Bielefeld 11

Laux, Lukas, Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald, 8352 Grafenau

Ledderbogen, Jörg, Schulbiologiezentrum Hannover, Vinnhorster Weg
2, 3000 Hannover 21

- Lehmann, Martin**, Energie- und Umweltzentrum am Deister,
Elmschenbruch, 3257 Springe 3
- Linder, Wilhelm**, ARGE Umwelterziehung, Hegelgasse 21, A-1010
Wien
- Lindner, Klaus**, Schulbiologiezentrum Chemnitz, Leipziger Str. 147, O-
9081 Chemnitz
- Loewenfeld, Marion**, MobilSpiel e.V., Ökoprojekt, Welsersstr. 15, 8000
München 40
- Lütkemeyer, Willy**, Semmelweg 71 A, 4980 Bünde 17
- Mennenga, Margret**, Ökologiestation Bremen, Am Güthpol 9, 2820
Bremen 70
- Meyer, Friedhelm**, Am Wellnerberg 3, 4930 Detmold
- Meyer-Wessel, Hubert**, BUND Landesverband Niedersachsen,
Goëbenstr. 3a, 3000 Hannover 1
- Mihm, Helga**, Schulbauernhof Ummeln, Umlostr. 54, 4800 Bielefeld 14
- Moster, Werner**, Talstr. 26, 4901 Hiddenhausen
- Müller, Jürgen**, Zum Mergelbruch 15, 4973 Vlotho-Exter
- Nellen, Uta**, Zentrum für Schulbiologie, Hemmingstedter Weg 142, 2000
Hamburg 52
- Niehus, Karl-Heinrich**, Mittelflage 46, 4972 Löhne
- Niemann, Clemens**, Stiftskamp 22, 4900 Herford
- Peitzsch, J.**, Schülerfreizeitzentrum e.V., Kyselhäuser Str. 8, O-4700
Sangerhausen
- Pfeffer, Gesine**, Hauptstr. 1, O-6088 Steinbach-Hallenberg
- Raschkowski, Ulrich**, Naturerkundungsstation (NEST),
Rabenbergschule, Im Holze 40, 3180 Wolfsburg
- Riehemann, Andrea**, Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe,
Ravensberger Str. 6, 4900 Herford
- Ritz, Martin**, Verband Deutscher Schullandheime, Mendelssohnstr. 86,
2000 Hamburg 50
- Rühl, Anette**, Elverdisser Str. 94, 4900 Herford
- Saathoff, Monika**, Heidestr. 51, 4980 Bünde
- Sasse, Reinhard**, Hollenhagen 23a, 4973 Vlotho-Exter
- Dr. Schabacher, Kurt**, Ökologiestation Bremen, Am Güthpol 9, 2820
Bremen 70
- Schlicht, Udo**, Bielsteinstr. 8, 4800 Bielefeld 1

- Schlipper, Ralph**, Wilhelmstr. 34, 7500 Karlsruhe 1
Schmidt-Jodin, Martina, Waldschule Cappenberg, Am Brauereiknapp
19, 4714 Selm-Cappenberg
Schöllhorn, Andreas, Landauerstr. 87, 7000 Stuttgart 31
Schüngel, Bernd, Holtkampstr. 37, 4980 Bünde
Schürken, Helmut, Lohmannskath 46, 4223 Voerde
Schulze, Hans-Jürgen, Schullandheim Sophienhof, O-1300 Eberswalde-
Finow
Dr. Schulze, Inge, Samlandweg 15a, 4800 Bielefeld 17
Schumacher, Hans-Günter, Deutsche Umweltstiftung, Schlachthofstr. 6,
6728 Germersheim
Dr. Stein, Christoph, Naturerkundungsstation (NEST),
Rabenbergschule, Im Holze 40, 3180 Wolfsburg
Sterzenbach, Wolfgang, Pirmasensstr. 33b, 4358 Haltern
Stratmann-Preß, Anne, Schulstr. 13, 4355 Waltrop
Striewski, Gerhard, Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe,
Ravensberger Str. 6, 4900 Herford
Strohmeyer, Ulrike, Brakeler Str. 4, 4790 Paderborn
Strubbe, Karl-Heinz, Wiehenstr. 113, 4980 Bünde
Taube, Sigrid, Kopernikusring 6, O-1302 Eberswalde-Finow
Tegeler, Friedrich W., Marktstr. 7c, 4811 Oerlinghausen
Tenger, Georg, Hammer Str. 240, 4400 Münster
Ulrich, Sigrid, Brandenweg 1, 2800 Bremen 33
Vietmeyer, Petra, Hermannstr. 6, 4902 Bad Salzufen
Vonhören, Anne, Tulpenstr. 1, 4901 Hiddenhausen
Wabra, Ulrich, Zentrum für Umwelt und Kultur Benediktbeuern,
Zeilerweg 2, 8174 Benediktbeuern
Weller, Sigird, Felix-Auerbachstr. 10, O-6902 Jena-Lobeda
Wilhelmy, Gisela, Tannengarten 27, 4955 Hille
Dr. Witte, Ulrich, Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Weiße Breite 5,
4500 Osnabrück
Wittmann, Peter, Nordwall 16, 4358 Haltern
Zamzow, Frank, Boltensternstr. 1, 4000 Düsseldorf 1



Natur pur.

Hartmut Goethe (Hrsg.)

Der Wald im Wandel der Jahreszeiten

Mit wunderschönen Fotos von Peter Behrend. Text Lutz Fährer

Ein sehr liebevoll zusammengestelltes und einfühlsam illustriertes Baumbuch, das Zusammenhänge aufzeigt und zum Weiterdenken anregt.

96 Seiten im Format 24x24 cm. Mit 80 farbigen und 30 schwarz-weißen Fotos, gebunden mit Schutzumschlag
ISBN 3-7822-0385-2

Der Wald zählt zu den bemerkenswertesten Naturschöpfungen unserer Erde. Eine Vielzahl von Pflanzen und Tierarten, die alle für unsere Umwelt von Bedeutung sind, lebt hier einträchtig zusammen. Durch das drohende Baumsterben ist aber der Wald überall auf der Welt in seiner uns vertrauten Erscheinung gegenwärtig sehr gefährdet.

Die unterschiedlichsten Baumarten in allen Altersstufen aber sind es, die für alle Kreaturen den Wald so vertraut und für den Arten- und Klimaschutz so wertvoll machen. Am Beispiel des Sachsenwaldes begleitet der Fotograf Bäume und Waldlandschaften durch die Jahreszeiten.

In eindrucksvoller Form beschreiben die Autoren dieses Buches den Wald im Wandel der vier Jahreszeiten.

Die ganze Schönheit und Vielfalt dieser bemerkenswerten Landschaft wird auf jeder Seite eindrucksvoll in Wort und Bild dargestellt.

Das Anliegen dieses Bildbandes ist aber vor allem, im Betrachter das Bewußtsein für die heute noch vorhandene Schönheit und Vielgestaltigkeit dieser Waldlandschaft wachzurufen, die es zu schützen gilt.

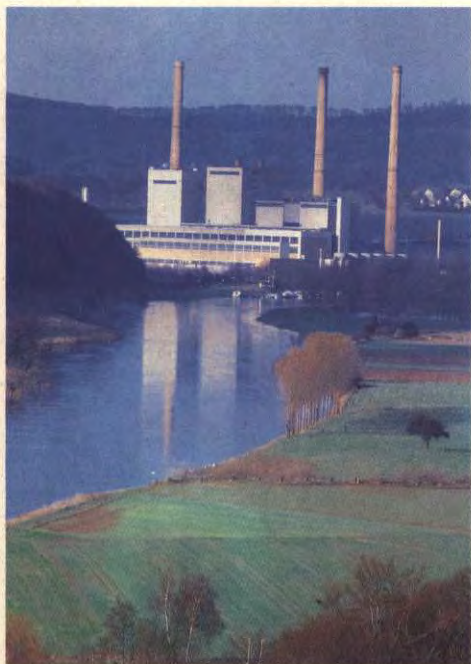
„ Der Prachtband stellt uns den Sachsenwald vor, das größte zusammenhängende Waldgebiet in Schleswig-Holstein. Wir erfahren etwas über seine Geschichte, Lutz Fährer informiert uns über seine forstwirtschaftliche Nutzung, über die Holzverarbeitung, seine Probleme und den Mißbrauch des Waldes. Am eindrucksvollsten aber sind die Fotos von Peter Behrend. Auf seinen Bildern lernt man diesen Wald kennen und wird sehr vertraut mit ihm. Das Buch ist vorbehaltlos zu empfehlen. „

DBP-Telepost

KOEHLER

4900 Herford

Zwei Möglichkeiten der Betrachtung



Wir nutzen Energie aus fossilen Brennstoffen in großen Mengen bei hohem CO₂ Ausstoß.



Raps als Beispiel für nachwachsenden Rohstoff mit ausgeglichener CO₂-Bilanz.

Werden unsere Kinder mit den Erträgen der nachwachsenden Rohstoffe auskommen?

Maximilian-Verlag · Herford · Bonn

ISBN 3-7869-0300-X