

Simonis, Udo E.

Working Paper — Digitized Version

Globale Umweltprobleme: Eine Einführung

WZB Discussion Paper, No. FS II 93-408

Provided in Cooperation with:
WZB Berlin Social Science Center

Suggested Citation: Simonis, Udo E. (1993) : Globale Umweltprobleme: Eine Einführung, WZB Discussion Paper, No. FS II 93-408, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung (WZB), Berlin

This Version is available at:
<https://hdl.handle.net/10419/77625>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

WZB

WISSENSCHAFTSZENTRUM BERLIN
FÜR SOZIALFORSCHUNG

FS II 93-408

GLOBALE UMWELTPROBLEME
EINE EINFÜHRUNG

von
Udo E. Simonis

papers

Forschungsschwerpunkt
Technik
Arbeit
Umwelt

FEB. 1994 Weltwirtschaft
Kiel

109 202 1201

Inhalt

	Seite
I. Globale Umweltprobleme und zukunftsfähige Entwicklung	5
II. Klimakonvention: Verteilungsprobleme eines CO ₂ -Protokolls	25
III. Aktuelle Bibliographie: Globale Umweltprobleme	59
IV. Anhang	73

»This is a story about four people: Everybody, Somebody, Anybody and Nobody. There was an important job to be done and Everybody was asked to do it. Everybody was sure Somebody would do it. Anybody could have done it, but Nobody did it. Somebody got angry about that because it was Everybody's job. Everybody thought Anybody could do it, but Nobody realized that Everybody wouldn't do it. It ended up that Everybody blamed Somebody when actually Nobody asked Anybody.«

Autor unbekannt

I. Globale Umweltprobleme und zukunftsfähige Entwicklung

1. Verantwortung für zukunftsfähige Entwicklung

Im Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung (sogenannter Brundtland-Bericht), der zu einer weltweiten Diskussion des Konzepts der zukunftsfähigen Entwicklung (*sustainable development*) geführt hat, wird dieses Konzept wie folgt beschrieben: »Zukunftsfähige Entwicklung ist ein Prozeß der Veränderung, in dem die Nutzung der Ressourcen, die Struktur der Investitionen, die Art des technischen Fortschritts und die institutionellen Strukturen in Übereinstimmung gebracht werden mit den zukünftigen *und* mit den gegenwärtigen Bedürfnissen.« (World Commission on Environment and Development 1987, S. 9) Dieses Konsistenzkriterium wird von der ökonomischen Realität auf nationaler wie auch auf internationaler Ebene sträflich verletzt.

Zukunftsfähigkeit ist jedoch kein leicht zu definierender Zustand der Harmonie zwischen Ökonomie und Ökologie, sondern vermutlich ein komplizierter und wahrscheinlich schmerzhafter Prozeß des politischen und institutionellen Wandels, in dem Positionen aufgegeben und Privilegien abgebaut werden müssen. Der Brundtland-Bericht fordert daher Umverteilung, Kooperation und Verantwortung für das Ganze ein: »Zukunftsfähige Entwicklung erfordert, daß jene, die wohlhabend sind, einen Lebensstil annehmen, der den ökologischen Gegebenheiten des Planeten angemessen ist.« (ebenda, S. 9) Viele der derzeitigen Bemühungen zur weiteren Steigerung des materiellen Lebensstandards sind auf Dauer nicht durchzuhalten - weder in den reichen noch in den armen Ländern. Zu schnell schmälern sie die Ressourcenbasis, und zu sehr mindern sie die Umweltqualität, von denen eine zukunftsfähige Entwicklung letztlich abhängt. Und so heißt es denn im Brundtland-Bericht zugleich:

»Wir leben in einer Phase der Geschichte der Nationen, die wie keine andere zuvor der internationalen Kooperation und der Verantwortung bedarf.« (ebenda, S. X)

2. Interdependenz von Ökonomie und Ökologie und die Schwäche unserer Institutionen

Die weltweite Umweltdiskussion begann mit dem Erkennen der ökologischen Effekte der Ökonomie. Nunmehr hat das Bewußtwerden der ökonomischen Effekte der Ökologie begonnen:

»In der Vergangenheit haben wir uns mit den Auswirkungen des Wirtschaftswachstums auf die Umwelt befaßt. Wir sind nun gezwungen, uns mit den Auswirkungen der Umweltbelastung ... auf die ökonomischen Erfolgsaussichten zu befassen.« (ebenda, S. 5)

Ökologie und Ökonomie werden jedenfalls immer intensiver miteinander verflochten - lokal, national und global. So haben Luft-, Wasser- und Bodenverschmutzung bereits erhebliche Auswirkungen auf die Funktionsfähigkeit der Ökonomie. Die Verschuldungskrise hat die ökonomische Interdependenz der Nationen deutlich sichtbar gemacht, die Umweltkrise macht deren ökologische Interdependenz deutlich. Gleichzeitig läßt die ungelöste Verschuldungskrise die zunehmende Umweltkrise aber als unlösbar erscheinen ...

Viele Entwicklungsländer stehen unter einem enormen ökonomischen Druck, ihre Ressourcenbasis übermäßig auszubeuten und ihre natürliche Umwelt übermäßig zu belasten. In Afrika ist besonders deutlich zu sehen, wie Ökologie und Ökonomie in nahezu tragischer Weise interagieren - die Ressourcenbasis verschlechtert sich, das Pro-Kopf-Einkommen nimmt ab. In Lateinamerika hat die Verschuldung dazu geführt, daß natürliche Ressourcen nicht zur internen Entwicklung, sondern in großem Umfang zur Begleichung externer Verpflichtungen (Zins und Tilgung) verwendet werden müssen. In Teilen Asiens hat mangelnde ökonomische Produktivität zu einer Überbeanspruchung der ökologischen Basis geführt.

Auf diese Realität der immer enger werdenden Verflechtung von Wirtschaft und Umwelt sind unsere Institutionen - die nationalen wie die internationalen - nicht eingestellt. Sektoral ausgerichtet (auf Landwirtschaft, Industrie, Energie, Handel) oder thematisch spezialisiert (ökonomisch, sozial,

ökologisch), auf fehlerhafter Rechnungslegung basierend (Mißachtung der ökologischen Kosten), mit engen Zielvorgaben versehen und fachlich separiert, haben sie auf die zunehmende ökonomisch-ökologische Interdependenz nur zögernd oder gar nicht reagiert. Eine typische Situation, auf nationaler wie auf internationaler Ebene: die institutionelle Zuständigkeit für den Umweltschutz ist von der für die Wirtschaft weitestgehend getrennt; die Akteure, deren Handeln die Umwelt schädigt, können daher nur schwer in die Verantwortung genommen werden - und selbst der beste Umweltminister bleibt gegenüber dem Wirtschafts-, Verkehrs- oder Landwirtschaftsminister im konkreten Konfliktfall stets der Schwächere.

Insbesondere aber gibt es einen Bedarf nach internationaler Kooperation, nach sinnvoller Handhabung der wachsenden ökonomisch-ökologischen Interdependenz auf globaler Ebene (vgl. Streeten 1989; Kohler-Koch 1989). Die in jüngster Zeit erfolgte Verabschiedung internationaler Konventionen und Protokolle - wie der »30-Prozent-Club«, das »Montrealer Protokoll«, die »Helsinki-Erklärung«, die »Baseler Konvention«, die »Klima-Konvention«, die »Konvention über Biologische Vielfalt« usw. - ist eine notwendige, wenn auch keineswegs hinreichende Konsequenz aus dieser institutionellen Schwäche (vgl. Gehring 1990).

Der Brundtland-Bericht fordert daher zurecht dazu auf, »an die Wurzeln« zu gehen und grundlegende institutionelle Reformen durchzuführen: »Die wichtigen *nationalen*, ökonomischen und sektoralen Institutionen müssen direkt dafür verantwortlich und haftbar gemacht werden, sicherzustellen, daß ihre Politiken, Programme und Budgets Entwicklungen unterstützen, die sowohl ökonomisch als auch ökologisch zukunftsfähig sind ... Die verschiedenen *regionalen* Organisationen müssen mehr tun, die ökologische Komponente in ihre Aktivitäten einzubinden ... Alle wichtigen *internationalen* Institutionen müssen dafür sorgen, daß ihre Programme dem Ziel der zukunftsfähigen Entwicklung verpflichtet sind.« (World Commission on Environment and Development 1987, S. 20) Von der Realisierung dieser Forderungen sind wir, so scheint es, noch weit entfernt - insbesondere, wenn man sich der inter-temporalen, der generationsübergreifenden Reichweite der globalen Umweltprobleme vergewissert.

3. Umweltprobleme von globaler Bedeutung

Es ist wegen der konstatierten ökonomisch-ökologischen Interdependenzen eine grundsätzlich offene Frage, welche der zahlreichen Umweltprobleme globale Bedeutung haben und welche nicht. Angesichts der erreichten und weiter zunehmenden räumlichen Mobilität der Menschen, der physischen Vielfalt von Schadstoffen und des Niveaus der Produktion (Skaleneffekt) wie auch angesichts der vielseitigen Interaktion der verschiedenen Umweltmedien (Luft, Wasser, Boden) kann eine lokale Ursache (eine Vielzahl lokaler Ursachen) globale Effekte auslösen. Das material-intensive, Schadstoffe emittierende, massenhaft verbreitete Auto kann hier als Beispiel dienen. Die Zahl der Umweltprobleme, die wir heute als »global« bezeichnen, kann sich auch mit zunehmender und verbesserter Analytik weiter erhöhen. FCKW-haltige Spraydosen und Kühlaggregate waren hierfür in den achtziger Jahren ein Beispiel.

Globale Umweltprobleme lassen sich dadurch charakterisieren, daß ihre Ursachen direkt oder indirekt menschlichen Aktivitäten zuzuschreiben sind, daß hierdurch Auswirkungen auf die natürlichen Stoffkreisläufe, die aquatischen und terrestrischen Lebensgemeinschaften und auf Wirtschaft und Gesellschaft entstehen, die zu ihrer Bewältigung der internationalen Vereinbarungen bedürfen (Wissenschaftlicher Beirat Globale Umweltveränderungen 1993, S. 12). Dabei kann sich, was Bemühungen um ihre Eindämmung angeht, ein »free-rider-Verhalten« bzw. Non-Kooperation und Handlungsblockade herausbilden. Dennoch ist, wie sich zeigen läßt, die Hauptverantwortlichkeit von Fall zu Fall durchaus bestimmbar, so daß das »Verursacherprinzip« bei globalen Umweltproblemen nicht notwendigerweise außer Kraft gesetzt ist.

So entstammen beispielsweise ca. 80 Prozent des global aufgrund der Energienutzung freigesetzten Kohlendioxids (ca. 20 Milliarden Tonnen CO₂) der Verbrennung fossiler Brennstoffe in der nördlichen Hemisphäre.¹ Die Industrieländer sind also eindeutig die Hauptverursacher des Treibhauseffektes. Aus Wäldern und anderen Komponenten der Biomasse werden rund 5 Milliarden Tonnen CO₂ freigesetzt, von denen wiederum ca. 80 Prozent auf Entwaldung (Brandrodung) in Entwicklungsländern zurückgehen. Nahezu die

¹ Zu diesen und den folgenden Angaben vgl. Enquête-Kommission 1988; Grubb 1989; Commonwealth Group of Experts 1989; Lashof/Tirpak 1990; World Resources 1990, S. 11-31; Rosenberg et al. 1989; IPCC 1991.

gesamte Produktion (nicht der Verbrauch!) von FCKW erfolgt in den Industrieländern; einige Entwicklungsländer (z. B. China und Indien) stehen jedoch vor der Massenproduktion von Autos und Kühlaggregate (Kühlschränke und Klimaanlage), bei denen nach herkömmlicher Technik FCKW zum Einsatz kommen würden.

Internationale Kooperation bei globalen Umweltproblemen wird also zumindest in Form von Finanz- und Technologietransfers erfolgen müssen. Offen aber bleibt die Frage, ob bei der Bewältigung globaler Umweltprobleme *Präventivmaßnahmen* oder *Anpassungsmaßnahmen* überwiegen werden, das heißt, ob wir (unsere Generation) zur Vorsorge bereit und fähig sind oder uns (und die nachfolgenden Generationen) zur Nachsorge verdammen. Die nun anschließend beschriebenen globalen Umweltprobleme lassen beides im Grunde zu, machen letzteres aber eher wahrscheinlich.

4. Treibhausgase und Klimaänderung

Das bisher meistdiskutierte globale Umweltproblem ist die bereits stattfindende Klimaveränderung.² Die steigende Konzentration bestimmter Spurengase in der Atmosphäre in den nächsten Jahrzehnten wird zu einer signifikanten Erhöhung der durchschnittlichen Erdtemperatur führen, woraus weitreichende ökologische, ökonomische, soziale und politische Konsequenzen entstehen werden. Die Wirkung der Gase im Klimasystem wird jedoch wegen langsam ablaufender Akkumulationsprozesse nicht sofort sichtbar. Wenn die künstliche Aufwärmung aber große Ausmaße angenommen hat, ist es für Reduzierungsmaßnahmen zu spät. Hier zeigt sich das Dilemma globaler Umweltprobleme besonders deutlich: teure aber späte Nachsorge (*Anpassung*), mögliche aber verzögerte Vorsorge (*Prävention*).

Die klimawirksamen Spurengase - wie insbesondere Kohlendioxid, Methan, Fluorchlorkohlenwasserstoffe, Stickoxide und flüchtige organische Verbindungen -, die sich in der Atmosphäre anreichern, stören den Wärmehaushalt der Erde, indem sie die Wärmeabstrahlung in den Weltraum zum Teil blockieren (daher: *Treibhauseffekt*). Den größten Anteil (ca. 50 Prozent) an diesem Aufwärmungsprozeß hat das Kohlendioxid (CO₂). Durch (ineffiziente) Verbrennung fossiler Brennstoffe, durch Brandrodung tropischer Wälder

2 Vgl. hierzu Bach 1982; El-Hinnawi/Hashmi 1982; Bolin et al. 1986; Mintzer 1987; Smith/Tirpak 1988; OTA 1988; World Meteorological Organization 1988; IPCC 1991.

usw. werden derzeit pro Sekunde rund 1 000 Tonnen zusätzlichen Kohlendioxids in die Atmosphäre eingeleitet. Stickoxide, die vor allem bei unregelmäßiger Verbrennung in Motoren und Kraftwerken frei werden, bewirken eine Anreicherung von Ozon in den unteren Atmosphäreschichten. Fluorchlorkohlenwasserstoffe, die in Sprays und Kühlaggregaten eingesetzt oder bei der Aufschäumung von Kunststoffen und beim Einsatz als Reinigungsmittel frei werden, tragen mit ca. 14 Prozent zur Aufwärmung der Atmosphäre bei. Beim Verdauungsprozeß der Viehherden, in Reisfeldern, in Deponien usw. entstehen große Mengen an Methan, das mit ca. 18 Prozent zur künstlichen Erwärmung der Atmosphäre beiträgt. Damit sind die wesentlichen Verursachungsfaktoren des zusätzlichen Treibhauseffektes benannt. Was also macht ihre Eindämmung so schwierig oder gar unwahrscheinlich?

Idealiter müßten alle Treibhausgase von einer internationalen Reduzierungsvereinbarung erfaßt werden. Dies aber ist eher unwahrscheinlich. Zu unterschiedlich sind die technischen, ökonomischen, sozialen und politischen Aspekte der Emissionsreduzierung bei den einzelnen Gasen. Während bei einigen die Quellen *und* die Senken gut bekannt sind, ist bei anderen nur das eine *oder* das andere der Fall. Während beim Kohlendioxid die Industrieländer mit ca. 80 Prozent Hauptverursacher sind (hier allen voran die USA mit ihrem höchst ineffizienten Energie- und Transportsystem), sind es beim Methan die Entwicklungsländer (Reisfelder, Rinderherden). Während bei einigen Gasen die Emission gut kontrolliert werden kann, ist es bei anderen nur die Produktion. Während bei einigen ein schneller und kompletter Ausstieg (FCKW) notwendig erscheint, ist bei anderen (CO₂) nur eine stufenweise Reduzierung möglich.

Entsprechend wurde eine Rahmenkonvention (*framework convention*) zum Treibhauseffekt vorbereitet, mit der die Probleme beschrieben, die Handlungsnotwendigkeiten im Prinzip anerkannt, die erforderlichen Forschungs- und Monitoringprogramme auf den Weg gebracht werden sollten. Diese sogenannte Klimakonvention wurde auf der UN-Konferenz über Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro im Juni 1992 verabschiedet. Diese Konvention muß nun durch (mehrere) Protokolle aufgefüllt werden, die konkrete Zielvorgaben und Maßnahmen zur Emissionsreduzierung, zum Schutz der Tropenwälder, zur Einführung regenerativer Energien und anderes mehr enthalten.

Von seiten der Wissenschaft sind mehrere Lösungsvorschläge entwickelt worden, vor allem zum Kohlendioxid, die von der Einführung einer nationa-

len und globalen *Ressourcensteuer* (bzw. *Emissionsabgabe*) über internationale *Quotensysteme* bis zu transnational handelbaren *Emissionszertifikaten* reichen (vgl. Swart et al. 1989; Grubb 1990; Simonis 1990a). Das »Princeton-Protokoll« beispielsweise, ein Musterprotokoll, enthält progressive Zielvorgaben, die über einen Zeitraum von 80 Jahren zu weltweit gleichen Pro-Kopf-Emissionen an CO₂ führen würden!

Dieser Vorschlag hätte (wie andere Vorschläge auch) drastische Änderungen im Wachstumspfad der Industrie- und auch der Entwicklungsländer zur Voraussetzung und zur Folge (*ökologischer Strukturwandel der Wirtschaft* bzw. *Energieeffizienz-Revolution*), von weiterer Emissionszunahme zur Emissionssenkung von 2 bis 3 Prozent pro Jahr. Das heißt, es geht um mehr als nur eine allmähliche Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch; mittel- und langfristig ist aus ökologischen Gründen nur noch ein Wirtschaftswachstum akzeptabel, bei dem Energieverbrauch und Umweltbelastung auch absolut zurückgehen.

Die Bundesrepublik Deutschland emittierte im Jahre 1990 mit rund 1 070 Millionen Tonnen etwa 5 Prozent der energiebedingten CO₂-Emission der Welt; davon entfielen auf die alten Bundesländer 715 Millionen Tonnen. Das bedeutet eine Prof-Kopf-Emission von 12,3 Tonnen, in den neuen Bundesländern gar von 21,2 Tonnen CO₂ (vgl. Günther 1990). Die Bundesregierung strebt für Deutschland eine Reduzierung der energiebedingten CO₂-Emissionen um 25 bis 30 Prozent an, hat hierzu jedoch noch kein überzeugendes Maßnahmenpaket vorgelegt. Die Enquête-Kommission des Bundestages »Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre« hatte in ihrem dritten Bericht vom Oktober 1990 eine Reduzierung von mindestens 30 Prozent vorgeschlagen - und die EG aufgefordert, eine entsprechende Reduzierung von 20 bis 25 Prozent anzustreben. Tatsächlich besteht in der EG derzeit aber wenig Bereitschaft, die CO₂-Emissionen überhaupt zu reduzieren, bestenfalls sie nicht noch weiter steigen zu lassen.

Zur praktischen Umsetzung solch drastischer Emissionsminderungen kommt - neben der im Gespräch befindlichen Energiesteuer und CO₂-Abgabe - eine Reihe von technischen Maßnahmen in Betracht, wie vor allem:

- Reduzierung des Verbrauchs fossiler Brennstoffe durch Erhöhung der Effizienz der Energienutzung, insbesondere bei Transportenergie, Elektrizität, Heizenergie;
- Substitution der emissionsreichen durch emissionsarme Brennstoffe;

- Installation neuer Energiegewinnungstechniken, wie Blockheizkraftwerke, Fernwärme, Fernkühlung, Gasturbinen;
- Substitution fossiler Brennstoffe durch erneuerbare Energien, wie insbesondere Biomasse, Windenergie, Photovoltaik, Wasserstoff;
- technische Nachrüstung bzw. Umrüstung der Kraftwerke auf fossiler Basis (Entschwefelung, Entstickung) und der Motoren (Katalysatoren) usw.

Die Durchführung der genannten Maßnahmen würde eine erhebliche Abschwächung des in Gang befindlichen Treibhauseffektes bewirken. Diese Maßnahmen wären jedoch so rasch wie möglich zu ergreifen. Nach neueren Studien müßten innerhalb der nächsten zehn Jahre die CO₂-Emissionen weltweit um 37 Prozent gesenkt werden, wenn die künstliche Aufwärmung der Erdatmosphäre im Jahre 2100 (!) nicht über 1 bis 2 Grad Celsius im globalen Mittel steigen soll (vgl. Bach 1990).

Während die Ursachen des Treibhauseffektes relativ gut bekannt sind, gibt es über dessen Ausmaß und Auswirkungen noch erhebliche Unsicherheit. Der erwartete tatsächliche Temperaturanstieg von 3 Grad Celsius im globalen Mittel brächte aber wahrscheinlich gravierende Folgen mit sich. Die Winter in den gemäßigten Zonen würden kürzer und wärmer, die Sommer länger und heißer. Die Verdunstungsraten würden zunehmen und im Gefolge davon die Regenfälle. Die Tropen und die gemäßigten Zonen könnten feuchter, die Subtropen trockener werden. In Tundragebieten könnte der gefrorene Boden auftauen, was zu organischer Verrottung und einer weiteren Vermehrung von Treibhausgasen, also zu einer »klimatischen Kettenreaktion« führen würde.

Die Klimaänderung wird somit schon bestehende, regional gravierende Probleme wie Trockenheit, Wüstenausdehnung oder Bodenerosion verschärfen und die nachhaltige ökonomische Entwicklung in vielen Ländern der Welt gefährden. Die Landwirtschaft kann sich weiter in Polrichtung verschieben, die Waldflächen können abnehmen, die Subsistenzlandwirtschaft auf marginalen Böden würde beeinträchtigt, Häufigkeit und Ausmaß von Überschwemmungen können zunehmen. Der höhere CO₂-Gehalt würde einerseits den Pflanzenwuchs fördern, andererseits nähme ihr Nährgehalt ab. Die für den Wasserhaushalt und die menschliche Gesundheit bereits problematische Verwendung synthetischer Dünger und Pestizide könnte weiter forciert werden, um die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten, usw.

Eine weitere, schwerwiegende Konsequenz globaler Aufwärmung wäre das Schmelzen des Eises bzw. die thermische Ausdehnung des Ozeanwassers, mit der Folge einer Erhöhung des Wasserspiegels. Nach den derzeit vorliegenden Berechnungen könnte ein Temperaturanstieg von 3 Grad Celsius den Wasserspiegel der Ozeane um 20 bis 60 Zentimeter anheben - im Falle des Abrutschens großer Stücke polaren Eises ins Meer auch noch höher. Da etwa ein Drittel der Weltbevölkerung in nur 60 Kilometer Entfernung von der Küstenlinie lebt, wären deren Wohn- und Arbeitsverhältnisse möglicherweise massiv betroffen, für einzelne Länder - wie etwa Polynesien, die Seychellen und Teile von Bangladesh - würde sich die Existenzfrage stellen.

Angesichts erheblicher weltweiter Forschungsanstrengungen dürften sich die noch vorhandenen Unsicherheiten (die sich im vorangegangenen Text jeweils in der Verwendung des Konjunktivs niederschlugen) über die Wirkungen der anstehenden Klimaänderung rasch verringern. In Abhängigkeit vom Erfolg oder Mißerfolg der möglichen *Präventivmaßnahmen*, die weiter oben genannt wurden, werden mehr oder weniger umfangreiche *Anpassungsmaßnahmen* erforderlich. Diese Maßnahmen, die technischer, ökonomischer, sozialer und politischer Art sind, haben aller Voraussicht nach eine regional erheblich differenzierte Ausprägung. Es ist daher an der Zeit, Forschungsprogramme über die regionalen Wirkungen der stattfindenden Klimaänderung aufzulegen. In den USA, wo es stark und weniger stark betroffene Regionen geben wird, hat solche Forschung bereits vor einiger Zeit begonnen (vgl. Glantz 1988b).

5. Schädigung oder Zerstörung der stratosphärischen Ozonschicht

Die stratosphärische Ozonschicht fungiert als Filter für die von der Sonne ausgehende ultraviolette Strahlung. Sie trägt auch zur Regulierung der Temperatur in der Atmosphäre bei. Dieser »Ozonschutzschild« wird von langsam aufsteigenden ozonschädigenden Gasen angegriffen, insbesondere - aber nicht nur - von Fluorchlorkohlenwasserstoffen (FCKW), die von der chemischen Industrie in immer größerem Umfang und für verschiedenartige Zwecke produziert worden sind und weiter produziert werden. Die Herstellung dieser Stoffe, nicht deren Verbrauch, erfolgt bisher fast ausschließlich in den Industrieländern und hier jeweils unter quasi-monopolartigen Marktverhältnissen.

Von der Schädigung der stratosphärischen Ozonschicht sind vielfältige Auswirkungen zu erwarten, die weltweit auftreten werden: Zunahme von Sonnenbrand, Schädigung des Sehvermögens, vorzeitige Alterung der Haut, Schwächung des Immunsystems bei Mensch und Tier, steigende Häufigkeit und Ernsthaftigkeit von Hautkrebs usw. Auf die Pflanzen- und Tierwelt hat ultraviolette Strahlung eine Fülle von Auswirkungen (vgl. OTA 1988).

Über die Konzentration der FCKW und anderer ozonschädigender Gase ist das vorhandene Wissen noch unbefriedigend, es wächst aber aufgrund gezielter Forschungsaktivitäten rasch an. Beispielsweise wird von einer Schädigung der Ozonschicht der Stratosphäre um 1 Prozent eine Zunahme der ultravioletten Strahlung auf der Erdoberfläche um 2 Prozent erwartet und eine ähnlich hohe Zunahme von Hautkrebs.

Die Schaffung neuen internationalen Rechts zur Regulierung globaler Umweltprobleme - und seine Anpassung an sich ändernde Gegebenheiten - ist mit einem vergleichsweise langwierigen Prozeß der Konsensbildung verbunden (vgl. Gehring 1990). Aufgrund des Fehlens einer globalen Durchsetzungsinstanz (Weltregierung) muß internationales Recht, wenn es Einfluß auf das nationale ökonomische und politische System entfalten soll, zumindest auf den Konsens der wichtigsten Akteure gegründet sein (*Umweltregime*). Unter diesem Gesichtspunkt sind Geschwindigkeit und Reichweite der Entwicklung eines internationalen Regimes zum Schutz der Ozonschicht als Modellfall zu bezeichnen, als Beispiel intelligenter internationaler Diplomatie. Von einem der federführenden Diplomaten des »Montrealer Protokoll«, Richard E. Benedick, stammt der Satz: »Politics is good decisions on base of inadequate evidence.« (Benedick 1991)

Im Rahmen von nunmehr zehn Jahre währenden, nahezu ununterbrochenen Verhandlungen wurden zwei internationale Verträge, die »Wiener Konvention zum Schutz der Ozonschicht« (1985) und das »Montrealer Protokoll zum Schutz der Ozonschicht« (1987) abgeschlossen sowie eine weitreichende Revision des Protokolls vorgenommen (»Helsinki-Erklärung« [1989], »London Konferenz« [1990]), »Kopenhagen Konferenz« [1992].³ Internationale Umweltregime verbinden für einzelne Problembereiche rechtliche Regelungen mit einem Mechanismus, der diese Regelungen zugleich dynamisiert; in-

3 Vgl. »Montrealer Protokoll über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen«, in Stiftung Entwicklung und Frieden (1989).

sofern dürfte der Prozeß zur Veränderung des Regimes zum Schutz der Ozonschicht noch nicht beendet sein.⁴

Im Jahre 1974 war der Zusammenhang zwischen der Emission von FCKW und der Zerstörung der Ozonschicht erstmals theoretisch begründet worden. Mehrere Länder reagierten schnell und unterbanden im Laufe der siebziger Jahren einseitig die Nutzung von FCKW als Treibmittel in Spraydosen. Doch der Verbrauch von FCKW stieg weltweit so rasch an, daß zu Beginn der achtziger Jahre die erzielten Einsparungen bereits übertroffen wurden. Im Jahre 1981 legte eine Gruppe kleinerer Industrieländer Vorschläge zu einer Konvention vor, die den Gedanken eines dynamischen internationalen Regimes beinhalteten. Es entstand das Konzept einer Zweiteilung des rechtlichen Instrumentariums in einen stabilen, institutionellen Teil (*Rahmenkonvention*) und einen flexiblen, technischen Teil (*Protokoll*). Das im September 1987 angenommene »Montrealer Protokoll« spiegelt wider, bis zu welchem Punkt internationaler Konsens damals erreichbar war. Es forderte die Unterzeichnerstaaten auf, den Verbrauch von FCKW bis zum Jahre 1999 um 50 Prozent gegenüber 1986 zu reduzieren, ließ jedoch zugleich die Übertragung von Produktionen auf andere Staaten zu. Zur zukünftigen Umsetzung des in der Präambel bereits vorgesehenen Ziels des vollständigen Verzichts auf FCKW wurde ein Mechanismus zur Anpassung des Rechts eingeführt (Dynamisierungsklausel). Zunächst für 1990 und dann mindestens alle vier Jahre sah das Protokoll eine Überprüfung der Kontrollmaßnahmen vor, und zwar anhand der zur Verfügung stehenden »wissenschaftlichen, technologischen und ökonomischen Informationen«. Die Konferenz der Protokollstaaten in Helsinki leitete 1989 die geplante Revision ein (vgl. Dokument UNEP: Ozl. Pro. 1/5).

Neben der Verschärfung der Kontrollmaßnahmen war jedoch eine Erweiterung der Vereinbarungen geboten, weil sich bisher nur Industrieländer den Regeln unterworfen hatten, nicht aber die Entwicklungsländer, darunter Brasilien, China und Indien, die über einen potentiell großen Binnenmarkt (für Autos, Kühlschränke, Klimaanlage) verfügen, für die nach herkömmlicher Technik FCKW verwendet werden. Um diesen Ländern den Beitritt zu erleichtern, beschlossen die Vertragsstaaten, einen Mechanismus zur Finanzierung und zum Zugang zu moderner Technologie zu entwickeln. Auf der Kon-

4 Der gesamte Prozeß der Revision des »Montrealer Protokolls« kann hier natürlich nicht nachvollzogen werden; vgl. dazu die Studien von Gehring (1990) und Benedick (1991).

ferenz von London im Jahre 1990, an der nunmehr 60 Vertragsstaaten ein umfangreiches Paket zur Änderung des »Montrealer Protokolls« annahmen, wurde ein multilateraler Fonds eingerichtet, der durch Beiträge der Industrieländer sowie einiger Entwicklungsländer entsprechend dem UN-Beitragschlüssel finanziert wird. Der Fonds hat die Aufgabe, die erhöhten Kosten zu decken, die Entwicklungsländern bei der Umstellung ihrer Produktion auf ozonverträgliche Stoffe und Verfahren entstehen. Bis zum Inkrafttreten der Vertragsänderungen verfügt der Interimfonds für die ersten drei Jahre (1991 bis 1993) über 160 Millionen Dollar, die weiter aufgestockt werden sollen. Dreizehn Industrieländer haben sich darüber hinaus in einer gemeinsamen Erklärung zum endgültigen Ausstieg aus der FCKW-Produktion bis 1997 verpflichtet, die Bundesrepublik Deutschland hat für 1994 die Beendigung der FCKW-Herstellung angekündigt.

Das Thema der Schädigung bzw. der Zerstörung der stratosphärischen Ozonschicht bleibt dennoch ein globales Umweltthema - nicht nur, weil von den Ersatzstoffen ebenfalls Schäden ausgehen, sondern auch wegen der zu erwartenden grundsätzlichen Verifikationsprobleme und Implementationsdefizite internationaler Vereinbarungen. Möglicherweise stellt sich also der traditionelle Konflikt zwischen Vereinbarung und Einhaltung gemeinsamer Umweltstandards, wie wir ihn aus der Diskussion um den Abgaskatalysator für Pkw, die Sicherheit von Kernkraftwerken, die Reinhaltung der Ozeane usw. kennen, in anderer Form erneut. Und schließlich und nicht zuletzt ist durch jeden Krieg mit einer gravierenden Freisetzung ozonschädigender Substanzen zu rechnen.

6. Wälder und biogenetische Vielfalt

Die tropischen Wälder umfassen eine Fläche von rund 1,9 Milliarden Hektar, wovon etwa 1,2 Milliarden Hektar als geschlossene und 700 Millionen Hektar als offene Wälder gelten. Weltweit betrachtet gehen nach neuesten Studien jährlich 20,4 Millionen Hektar tropische Wälder verloren (vgl. World Resources 1990-91, S. 101-120); davon werden etwa 15,4 Millionen Hektar abgeholzt, der größere Teil davon in Amazonien (FAO 1993); das sind weit mehr als die jahrelang zitierte Studie der FAO von 1980 (11,4 Millionen Hektar) besagte. Das Verhältnis von Abholzung bzw. Brandrodung zu Wiederaufforstung liegt weltweit gesehen bei etwa 5:1.

Die Verluste an tropischen Wäldern entstehen aus einer Vielzahl von Gründen⁵: Neben der Abholzung zu Exportzwecken, die auf unzureichenden Konzessionsverträgen oder auf staatlichen Subventionen für Landnutzung beruhen, sind es vor allem die Brandrodung zur Anlage von Plantagen, für Weideland und Ackerbau, aber auch die Errichtung von Industrie- und Energiegewinnungsanlagen (Stauseen) und von Siedlungen - und vielfach auch die Markierung privater Besitzansprüche bzw. die Bodenspekulation sowohl innerhalb als auch außerhalb der Regenwaldgebiete. Hinter diesen Nutzungsansprüchen stehen ein allgemein großer Bevölkerungsdruck und ein im Gefolge von Verschuldungskrisen auftretender diffuser Exportdruck (*ökologischer Zahlungsbilanzeffekt*): Die Notwendigkeit, Deviseneinnahmen zu erzielen, treibt Entwicklungsländer zu einer Übernutzung ihrer Ressourcenbestände. Wenn Maßnahmen zur Regeneration dieser Ressourcen aus ökonomischen Gründen nicht ergriffen werden oder aus ökologischen Gründen nicht ergriffen werden können, führt dies zum Verlust der Nachhaltigkeit der Ressourcennutzung bzw. zu bleibenden Verlusten am »natürlichen Kapitalstock« - ein Grundwiderspruch zu jeder vernünftigen Managementregel.

Der Raubbau an den tropischen Wäldern hat oft auch die Vertreibung oder Vernichtung waldbezogener Lebensgemeinschaften zur Folge - wie insbesondere durch die tragische Geschichte der Indianer Amazoniens belegt ist.

Da in den tropischen Regenwäldern 40 Prozent oder mehr aller Arten der Welt (Tiere und Pflanzen) beheimatet sind, verursacht dieser Raubbau auch ungeahnte, bisher nicht verlässlich schätzbare Verluste an genetischer Vielfalt.

Aufgrund der in den Entwicklungsländern weiterhin rasch anwachsenden Bevölkerung wird die zusätzliche Nachfrage nach landwirtschaftlich genutztem Boden bis zum Jahre 2000 auf 80 Millionen Hektar geschätzt; diese wird, so ist zu befürchten, zum größten Teil in der Rodung (»Konversion«) jetziger Waldflächen bestehen. Da die tropischen Böden wegen der in der Regel nur dünnen Humusschicht für kontinuierlichen Anbau oder intensive Viehwirtschaftung nicht oder nur unter bestimmten Bedingungen geeignet sind, wird Waldkonversion zu großen ökologischen Schäden oder Produktivitätsrückgängen führen - es sei denn, es werden tragfähige Alternativen zu den derzeit vorherrschenden Anbautechniken entwickelt.

5 Vgl. hierzu den diesbezüglichen zweiten Bericht der Enquête-Kommission des 11. Deutschen Bundestages »Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre«.

In einigen Entwicklungsländern (z. B. Indonesien) haben sogenannte Transmigrationsprogramme große ökologische Schäden bewirkt, ohne die ökonomische Nachhaltigkeit der Neubesiedlung zu gewährleisten (vgl. *The Ecologist*, Vol. 15, Nr. 1/2 und Nr. 5/6, 1985). In Asien und Lateinamerika hat die Entwaldung in hochgelegenen Gebieten die Gefahr und Häufigkeit der Überflutung tiefer gelegener Landesteile erhöht, mit teilweise erheblicher Beeinträchtigung der Bodenfruchtbarkeit der Täler und Ebenen. In Indien werden inzwischen jährlich etwa 20 Millionen Hektar überflutet, zumeist als Folge unsachgemäßer Forstwirtschaft.

Diese und andere Probleme der Waldnutzung und Waldzerstörung sind in dem Sinne globaler Natur, als ihre Ursachen in der globalen ökonomisch-ökologischen Interdependenz liegen oder aber ihre Wirkungen global sind und nur durch internationale Kooperation eingedämmt werden können. Die in Rio de Janeiro 1992 verabschiedete sogenannte Wald-Erklärung ist hierzu nur ein allererster Schritt.

7. Boden und Wasser

Nach vorliegenden Schätzungen dehnen sich die Wüstengebiete der Welt jährlich um ca. 6 Millionen Hektar aus. Bis zu zwei Fünftel der Nicht-Wüstengebiete Afrikas, zwei Drittel in Asien und ein Fünftel in Lateinamerika könnten sich nach Ansicht von Experten in Zukunft in Wüsten verwandeln (vgl. *World Resources* 1986). Die Zunahme der Bevölkerung, aber auch der Viehbestände hat die Vegetation beeinträchtigt und damit wiederum die Bodenerosion beschleunigt. Mitte der achtziger Jahre lebten etwa 850 Millionen Menschen in Trockengebieten, 230 Millionen davon waren von der Wüstenausdehnung direkt oder indirekt betroffen.

Die damit einhergehende Störung der ökologischen Systeme beeinträchtigt die ohnehin schwache Wasseraufnahme der Böden zusätzlich, beschleunigt den Wasserabfluß, senkt den Grundwasserspiegel und reduziert die Qualität und den Nährstoffgehalt der Böden. Unter solchen Bedingungen verstärken sich die Effekte längerer Trockenheit, Nahrungsmangel kann sich in Hungersnot verwandeln.

Die systematische Erforschung dieser Prozesse aber hat gezeigt, daß hierbei politische, ökonomische und soziale Faktoren weit bedeutsamer sind als früher angenommen (vgl. *World Resources* 1986, S. 278). Neben Bevöl-

kerungsdichte und Viehbestand ist es vor allem die marktorientierte Landwirtschaft, die die konventionelle Bodennutzung verdrängt, die Tragfähigkeit marginaler Böden überfordert und damit den Verwüstungsprozeß beschleunigt. Nicht nur technische Lösungen wie Aufforstung, veränderte Siedlungsmuster oder künstliche Beregnung sind erforderlich, sondern auch institutionelle Lösungen wie vor allem geeignete Landnutzungsrechte, wenn die Wüstenausdehnung, von der gerade die ärmsten Gebiete der Welt betroffen sind, gestoppt werden soll. Diese Themen müssen bei der für 1994 vorgesehenen Unterzeichnung einer Konvention gegen Wüstenausdehnung (Deserifikation) beachtet werden.

Neben der quantitativen Abnahme gibt es die qualitative Verschlechterung ehemals ertragreicher Böden. In Afrika nördlich des Äquators gelten rund 11 Prozent des gesamten Landes von Wassererosion und 22 Prozent von Winderosion substantiell geschädigt; im Nahen Osten liegen die entsprechenden Werte sogar bei 17 bzw. 35 Prozent. Dieses Problem ist durch ungeeignete Bodennutzung verstärkt worden, insbesondere durch die Substitution von Mischkulturen durch Monokulturen sowie die Vernachlässigung geeigneten Wassermanagements.

Fast alle Länder der Welt haben inzwischen ernste, wenn auch sehr verschiedenartige Wasserprobleme (vgl. Oodit/Simonis 1989; Wissenschaftlicher Beirat Globale Umweltveränderungen 1993). In vielen Fällen ist das quantitative Wasserangebot bereits kritisch (etwa 22 Länder), verursacht durch Dürre, Übernutzung von Wasservorräten und Entwaldung, während die Wassernachfrage aufgrund von künstlicher Bewässerung, Urbanisierung und Industrialisierung sowie rasch anwachsenden individuellen Wasserverbrauchs weiter ansteigt. Weltweit gesehen werden zur Zeit etwa 1 300 Milliarden Kubikmeter Wasser pro Jahr für künstliche Bewässerung verwendet; wegen der damit einhergehenden Verdunstungs- und Transportverluste wird den vorhandenen Wasservorräten jedoch mehr als das Doppelte (nämlich rund 3 000 Milliarden Kubikmeter) entzogen. Die Verbesserung der Bewässerungstechnik (Tropfenberieselung) muß daher höchste Priorität erhalten.

Die Wasserqualität verschlechtert sich weltweit und teils in dramatischer Form. Oberflächenwasser und Grundwasser sind in vielen Ländern mit Nitrat und Pestiziden aus der Landwirtschaft, durch Leckagen aus städtischen und industriellen Wasser- und Abwassersystemen, aus Kläranlagen und Mülldeponien belastet. Die von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) empfohlenen Grenzwerte werden immer häufiger überschritten, die von der EG-Kom-

mission gesetzten Grenzwerte können von Tausenden von Wasserbrunnen in Europa nicht eingehalten werden - die folglich geschlossen werden müßten.

Viele Wissenschaftler sehen in der Wasserproblematik das zentrale Umweltthema der zweiten Hälfte der neunziger Jahre (vgl. Postel 1989; Committee for Development Planning 1989). Klar ist, daß die »Internationale Wasserdekade« der achtziger Jahre ein ziemlicher Fehlschlag war (vgl. WHO 1988) und daß weltweit viel mehr getan werden muß, um die Verschmutzung des Wassers grundsätzlich zu vermeiden bzw. bereits verschmutztes Wasser zu säubern. Auch und gerade bei der Wasserproblematik zeigt sich, daß Vorsorge besser ist als Nachsorge, zumal die Reinigung einmal verschmutzter Grundwasservorräte selbst in den reichsten Ländern der Welt kaum finanzierbar sein dürfte.

Wassermanagement hat auch insofern eine internationale Dimension, als es mehr als 200 grenzüberschreitende Flußeinzugsgebiete und eine große Zahl von Seen und Gewässern mit regionalem Einzugsbereich gibt - aber auch, weil die Ozeane, in die sich schließlich alle Schmutzfrachten ergießen, als »globale Gemeinschaftsgüter« gelten.

Die künstliche Bewässerung hat die landwirtschaftliche Produktivität in Gebieten mit unsicheren oder unzureichenden Regenfällen erheblich erhöht und den Anbau hochertragreicher Sorten möglich gemacht; sie wird in Ländern und Gebieten mit niedrigen Einkommen und Nahrungsmitteldefiziten auch weiter ausgedehnt werden müssen. Auf das Konto unsachgemäßer Bewässerung gehen aber auch Wasserverschwendung, Grundwasserverseuchung und Produktivitätsverluste großen Umfangs. In ähnlicher Weise hat die unkontrollierte Entnahme von Grundwasser viele Wasservorräte in Asien und Afrika reduziert, während in vielen Industrieländern der weiter zunehmende spezifische Wasserverbrauch teils nur noch durch erhebliche Verlängerung der Wassertransportwege zu befriedigen ist.

Neben den Anforderungen an geeignete technische Maßnahmen zur quantitativen und qualitativen Sicherung der Wasservorräte für eine weiter zunehmende Weltbevölkerung - wie Erschließung neuer Quellen, Schaffung integrierter Wasserkreisläufe bei der industriellen Produktion, Verhinderung der Wasserverluste und der Wasserverschmutzung durch Schadstoffe vielfältiger Art - wird es in Zukunft deshalb auch um eine systematische Reduzierung des spezifischen Wasserverbrauchs in Landwirtschaft, Industrie und Haushalt gehen müssen (vgl. Oodit/Simonis 1989; Kocsis 1988). Hierzu sind unter an-

derem institutionelle Innovationen erforderlich - beispielsweise eine aktive Wasserpreispolitik -, die in weiten Teilen der Welt entweder unbekannt sind (Wasser als »öffentliches Gut«) oder auf großen Widerstand stoßen werden. Die Alternative zu solchen Innovationen aber heißt zunehmende Wasserrationierung und Wasserverseuchung - mit allen daraus wiederum entstehenden Konsequenzen.

8. Gefährliche Abfälle

Viele Industrieprodukte und chemische Abfallstoffe sind nicht rezyklierbar, nur schwer abbaubar oder nicht dauerhaft lagerungsfähig. Nicht alle Einrichtungen zur Behandlung solcher Stoffe sind technisch sicher und risikofrei. Aus alten Lagerstätten entweichen toxische Substanzen aufgrund von Leckagen und belasten Böden, Grund- und Oberflächenwasser. Das Mischen von toxischem Müll und Hausmüll hat zu zahllosen Unfällen und Krankheiten geführt, wird aber dennoch in den meisten Ländern weiterhin praktiziert; eine getrennte Sammlung und Behandlung der verschiedenen Abfallarten ist erst in einigen wenigen Ländern üblich geworden (vgl. Fußer 1990). Zahlreiche gefährliche Stoffe, deren Verwendung in Industrieländern verboten wurde, werden weiterhin in die Entwicklungsländer exportiert. Die zunehmend zum Einsatz kommende Verbrennungstechnik (Müllverbrennungsanlagen) mag das Abfallvolumen zwar quantitativ reduzieren, erzeugt ihrerseits aber konzentrierte toxische Abfälle und bei unsachgemäßer Handhabung gefährliche Luftschadstoffe.

Die Entwicklungsländer produzieren, importieren und deponieren toxische Abfälle in immer größerem Umfang. In den meisten dieser Länder fehlt es jedoch nicht nur an Bewußtsein und Information über die Toxizität solcher Stoffe, sondern auch und vor allem an Wissen über deren sichere Handhabung.

Nach Jahrzehnten der mehr oder weniger unkontrollierten (wildem) Deponierung gefährlicher Abfälle haben die meisten Industrieländer, aber erst einige Entwicklungsländer, die Kosten solcher Ignoranz erkannt. Eine Reduzierung der gefährlichen Abfälle an der Quelle ihrer Entstehung, das heißt Abfallvermeidung, ist der einzig verlässliche Weg zur Verbesserung der Situation. Trotz einiger Beispiele der erfolgreichen Einführung relativ sauberer Technologien (sogenannte *low-waste technologies*) und innovativer Maßnah-

men von Unternehmen in Industrie und Handel ist Abfallvermeidung aber weder in den Industrie- noch in den Entwicklungsländern zu einem gesellschaftlichen Projekt avanciert - im Gegenteil: Müllexport wurde zu einem Multimillionen-Geschäft. Das in vielen Entwicklungsländern übliche Abfallrecycling ist angesichts des - mit der eigenen Industrieproduktion und den zunehmenden Importen - sich rasch ändernden Stoffgehalts der Abfälle zu einer insbesondere für ärmere Bevölkerungsgruppen (sogenannte »Müllmenschen«) risikoreichen und gelegentlich gar lebensgefährlichen Tätigkeit geworden.

Der grenzüberschreitende Transport gefährlicher Abfälle hat im letzten Jahrzehnt erheblich zugenommen. Mit der Ausweitung des Warenhandels geht offensichtlich eine »Liberalisierung des Schadstofftransports« einher: gefährliche Abfälle gegen harte Devisen - nach dem Motto »aus dem Weg, aus dem Sinn«. Einige dieser Vorgänge haben allerdings weltweite Aufmerksamkeit und traurige Bekanntheit erlangt - »Fliegende Holländer« moderner Art.

Eine wirksame Kontrolle des Transports gefährlicher Abfälle gilt generell als schwierig; nach erfolgtem Grenzübertritt unterliegen sie oft ganz unterschiedlichen und gelegentlich sich widersprechenden Regulierungen. Die bestehende Exportmöglichkeit reduziert zugleich die (zu schwachen) ökonomischen Anreize zur Abfallvermeidung; sie transferiert das Risiko, ohne auch das Wissen und die Technik zu Behandlung des Risikos zu transferieren.

Angesichts dieser Problematik und der weltweit expandierenden Chemieproduktion ist die relativ rasche - aber keineswegs einmütige - Verabschiedung der »Baseler Konvention über die Kontrolle des grenzüberschreitenden Verkehrs mit Sonderabfällen und ihrer Beseitigung« von 1989 sicherlich zu begrüßen.⁶ Die Schwierigkeit liegt aber in der Durchsetzung des Abkommens auf lokaler und nationaler Ebene. Hierzu müßten effektivere technische und institutionelle Vorkehrungen ergriffen werden, nicht nur, aber vor allem in den Entwicklungsländern, um die latent vorhandene Bereitschaft zur Umgehung von Transportkontrollen zu verringern, das Entstehen gefährlicher Abfälle systematisch zu verringern bzw. eine für Mensch und Umwelt möglichst risikofreie Behandlung weiterhin anfallender Abfälle zu gewährleisten. Der grenzüberschreitende Transport gefährlicher Abfälle und deren Beseitigung bleibt, so scheint es, auch für die nähere Zukunft ein ungelöstes und insofern ein globales Umweltproblem.

6 Dokument UNEP: IG. 80/3, abgedruckt in deutscher Fassung in Stiftung Entwicklung und Frieden (1989, S. 142-172).

9. Veraltete Technologie

In der Vergangenheit konnte man sagen: je mehr Technik, desto mehr Umweltzerstörung. Die Technik stand im Dienste der Wohlstandserhöhung und der Erleichterung der menschlichen Arbeit unter Nutzung des »Füllhorns der Natur«. Die in den vorherigen Abschnitten geschilderten Entwicklungen haben gezeigt, daß die so verstandene und konzipierte Technik entscheidend dazu beigetragen hat, das Füllhorn zu leeren; seine Regenerationskraft wurde überfordert.

Eine neue Generation von Technologie ist daher vonnöten: eine Technologie, die nicht die Arbeitsproduktivität, sondern die Ressourcenproduktivität zu maximieren sucht (vgl. Speth 1988; v. Weizsäcker 1992). Aus einer Kilowattstunde das Fünffache an Energiedienstleistungen herauszuholen verlangt nicht weniger, sondern bessere Technik. Die Wiederverwendung von Metallen und anderen Rohstoffen schont den natürlichen Kapitalstock und verringert die Abfallberge, verlangt aber neue Techniken im Produktdesign, in der Herstellung und in der Nutzung der Güter. Integrierte Verkehrstechnik mit geringerem Landschaftsverbrauch und geringerer Luftverschmutzung ist möglich, wartet aber im Grunde noch auf das Signal zum Einsatz. Ähnliche Entkoppelungsprozesse, wie sie zwischen Energieverbrauch und Endprodukt eingetreten sind (Energieeffizienz), sind auch bei anderen Umweltbelastungsfaktoren in großem Stile möglich. Teilweise geht es hierbei um *De-Materialisierung* der Produktion (vgl. Herman et al. 1989; Schmidt-Bleek 1993), einen strukturellen Wandlungsprozeß, der von einer *Miniaturisierung* der Produkte und Technologien begleitet wird.

Die bisherigen »Dinosaurier-Technologien« (v. Weizsäcker) sollten auch nicht länger in die Entwicklungsländer transferiert werden; dort richten sie nicht weniger, sondern mehr ökologischen Schaden an. Die Fähigkeit zur Absorption umweltschonender Technologie in den Entwicklungsländern ist auch keineswegs so gering, wie vielfach behauptet wird. Hier gilt es, insbesondere für Europäer, manches Vorurteil zu korrigieren. Es gibt nämlich sehr wohl den von der Entwicklungstheorie postulierten »Vorteil des Nachzüglers« (*advantage of the latecomer*); die Computertechnik liefert hierzu ein neues Beispiel. Der Imperativ einer neuen, umweltschonenden Technikgeneration gilt also weltweit.

Eine neue Technikgeneration setzt sich jedoch nicht von selbst durch. Der Markt muß politisch gestützt bzw. gefordert werden. Das Auto, das nur

noch 2 Liter Kraftstoff auf 100 Kilometer Fahrleistung verbraucht, bringt man vermutlich erst dann auf den Markt, wenn es kein Verlustgeschäft mehr ist. Und dieser Zeitpunkt wird erst dann erreicht, wenn die Benzinpreise - künstlich - angehoben werden. Die Abfallvermeidung, die Abwasserreinigung, die Luftreinhaltung, die CO₂-Reduzierung, die Verringerung chlorhaltiger Stoffe, all das und anderes mehr ist in erstaunlich hohem Maße technisch machbar. Aber gemacht wird es erst, wenn der durch den Staat dem Markt gegebene Rahmen es auch verlangt. Diese Rahmensetzung sollte so weit wie möglich international harmonisiert werden. Aber man kann sich, das hat das Beispiel Japan eindrucksvoll gezeigt, auch manchen Alleingang leisten; man kann auch »Vorreiter« sein, wie es bildhaft gut beschrieben wird. Insbesondere die Industrieländer - wir - müßten dazu aber den Entwicklungsländern vorleben, daß Umweltschutz und wirtschaftliche Prosperität sich durchaus vertragen. Dies hat der eingangs zitierte Bericht der Weltkommission mit dem Begriff »sustainable development« eingefordert - und die UN-Konferenz über Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro 1992 hat es als Zukunftsaufgabe angemahnt.

II. Klimakonvention: Verteilungsprobleme eines CO₂-Protokolls

1. Eine Vorbemerkung

Wir werden uns in Zukunft nicht mehr nur mit Wachstums- und Entwicklungsprozessen, sondern zunehmend auch mit Reduzierungs- und Umverteilungsprozessen beschäftigen müssen. Dies gilt nicht zuletzt aber besonders beim globalen Umweltproblem Nummer eins, der durch den »Treibhauseffekt« bewirkten Klimaveränderung. Die Industrieländer waren und sind bisher die Hauptverursacher dieses Problems; die Entwicklungsländer würden unter Einhaltung des Standardentwicklungsweges (»nachholende Entwicklung«) zu Hauptverursachern werden können. Ökologisch gesehen werden sie, darüber besteht kein Zweifel, die Hauptleidtragenden der globalen Klimaveränderung sein. Ökonomisch gesehen hängt die Kosteninzidenz, d.h. die letztendliche Verteilung der Kosten, von einer Reihe von Präventions- und Anpassungsmaßnahmen, von institutionellen und instrumentellen Vorkehrungen und einer klugen globalen Umweltdiplomatie ab. Von einigen dieser Maßnahmen, Vorkehrungen und Diplomatie handelt dieser Teil, der am Beispiel der Klimakonvention die Verteilungsprobleme einer globalen Umweltpolitik beschreibt.

2. Das Klimaproblem - Ein kurzer Überblick

2.1 Der Treibhauseffekt

Das bisher meist diskutierte globale Umweltproblem ist die bereits stattfindende und sich weiter verstärkende Klimaveränderung (Enquête-Kommission 1990; IPCC 1991). Die steigende Konzentration bestimmter Spurengase in der Atmosphäre führt in den nächsten Jahrzehnten zu einer signifikanten Erhöhung der durchschnittlichen Temperatur auf der Erde, woraus weitreichen-

de ökologische, ökonomische, soziale und politische Konsequenzen entstehen werden. Die Wirkungen der Spurengase im Klimasystem werden wegen langsam ablaufender Akkumulationsprozesse jedoch nicht sofort sichtbar. Wenn die künstliche Aufwärmung größere Ausmaße angenommen hat, ist es für Reduzierungsmaßnahmen (*Prävention*) zu spät; Anpassungsmaßnahmen (*Kuration*) größeren Stils werden erforderlich.

Die klimawirksamen Spurengase wie insbesondere Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) und Distickstoffoxid (N₂O), die sich in der Atmosphäre anreichern, stören, wie bereits erwähnt, den Wärmehaushalt der Erde, indem sie die Wärmeabstrahlung in den Welt- raum zum Teil blockieren (zusätzlicher *Treibhauseffekt*). Den größten Anteil an diesem Aufwärmungsprozeß hat das ubiquitär auftretende Kohlendioxid. Stickoxide bewirken eine Anreicherung von Ozon in den unteren Atmosphä- reschichten. FCKW, tragen in größerem Umfang zur Aufwärmung der Atmosphäre bei.

Beim Verdauungsprozeß der Viehherden, in den Reisfeldern und auf Mülldeponien entstehen große Mengen an Methan, das ebenfalls erheblich zur weiteren Aufwärmung der Atmosphäre beiträgt. Die Datenlage über diese wesentlichen Verursachungsfaktoren des Treibhauseffektes ist zuneh- mend besser geworden (IPCC 1991; World Resources 1990-91 und 1992- 93); im folgenden werden dazu einige Beispiele gegeben.

Tabelle 1 zeigt die Konzentration der Treibhausgase in der vorindustriel- len Zeit und Mitte der 1980er Jahre sowie die entsprechenden jährlichen Zu- wachsraten. *Abbildung 1* stellt die prozentualen Anteile der verschiedenen Spurengase am globalen Treibhauseffekt dar.

Die laufenden Treibhausgas-Emissionen sind weltweit ausgesprochen un- gleich verteilt, und der Anteil der einzelnen Länder und Ländergruppen an den historisch in der Atmosphäre akkumulierten Schadstoffen ist höchst un- terschiedlich. Vor allem diese beiden Tatsachen machen den Treibhauseffekt zu einem Nord-Süd-Thema.

Tabelle 1: Übersicht über den Anstieg der Treibhausgase

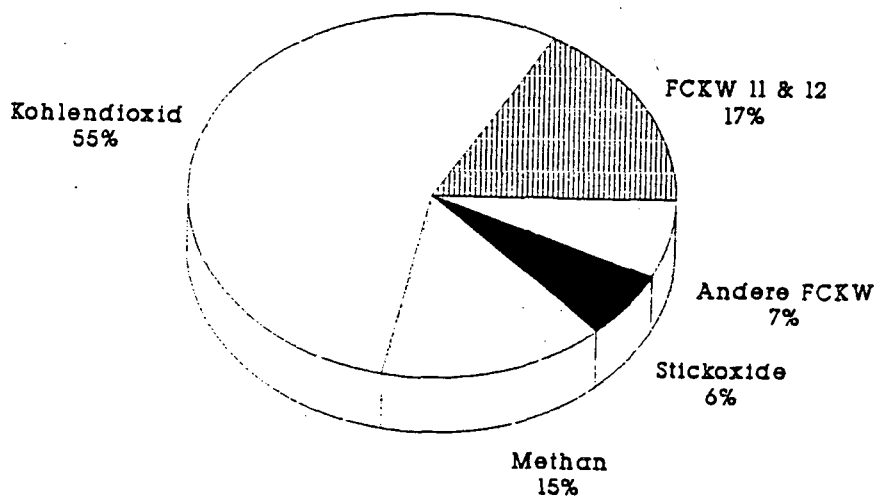
Gase	Konzentration in der Luft		Durchschnittliche derzeitige Wachstumsrate (Prozent)
	vorindustrielle Zeit	1986	
Kohlendioxid	275 ppm	346 ppm	1,4 ppm (0,4)
Methan	0,75 ppm	1,65 ppm	17 ppb (1,0)
FCKW 12	0	400 ppt	19 ppt (5,0)
FCKW 11	0	230 ppt	11 ppt (5,0)
Stickoxide	280 ppb	305 ppb	0,6 ppb (0,2)
Troposphärisches Ozon	nicht bekannt	35 ppb	nicht bekannt

Erklärung:

ppm = Teile pro Million; ppb = Teile pro Milliarde; ppt = Teile pro Billion

Quelle: U. S. Environmental Protection Agency: Potential Effects of Global Climate Change on the United States, hrsg. von Joel B. Smith und Dennis A Tirpak. Washington, D. C. 1988.

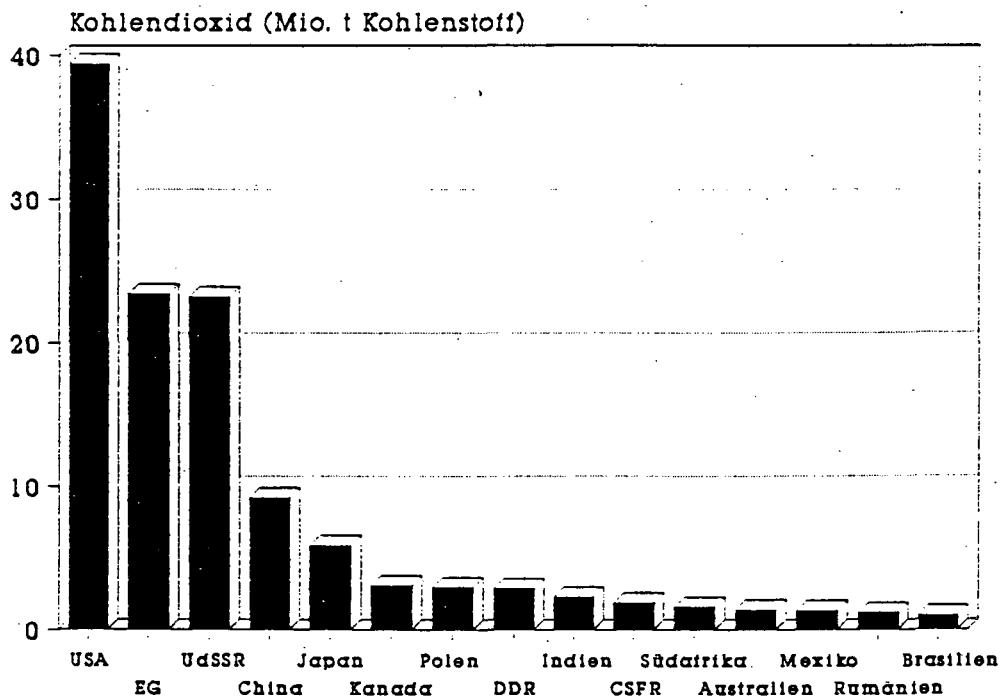
Abbildung 1: Anteil verschiedener Emissionen am Anstieg der Belastung der Atmosphäre, Mitte der 1980er Jahre



Quelle: IPCC, Scientific Assessment, Abbildung 7, S. XX.

Abbildung 2 zeigt die kumulierten Kohlendioxid-Emissionen (CO₂) aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe für die 26 Länder mit den höchsten Emissionswerten in der Zeit 1950 bis 1987.

Abbildung 2: Kumulative Emissionen von Kohlendioxid aus fossilen Brennstoffen in den 26 Ländern mit den höchsten Emissionen, 1950 bis 1987



Quelle: Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory. Oak Ridge, Tennessee, August 1989.

2.2 Der Treibhausgas-Index

Für die Analyse des globalen Klimaproblems und für eine entsprechende Politikformulierung (*globale Klimapolitik*) sind drei Emissionskategorien von besonderer Bedeutung: die absoluten Emissionen, die Pro-Kopf-Emissionen und die Emissionen pro Einheit des Bruttonationalprodukts (BNP).

Tabelle 2 zeigt einen erstmals ermittelten Treibhausgas-Index für 50 Länder, in Form eines Komponenten-Index auf Basis der geschätzten nationalen Netto-Emissionsmengen an Kohlendioxid, Methan und FCKW (*absolute Emissionen*).

Tabelle 3 zeigt den entsprechenden Treibhausgas-Index auf Basis der nationalen Netto-Emissionen pro Kopf der Bevölkerung (*Pro-Kopf-Emissionen*).

Tabelle 2: Der Treibhausgas-Index: Die 50 Länder mit den höchsten Netto-Emissionen, 1987

(Kohlendioxid-Heizäquivalent, in 1 000 Tonnen Kohlenstoff)

Land	Rang	Kohlen- dioxid	Treibhausgase			Insgesamt	Prozent
			Methan	FCKW			
USA	1	540 000	130 000	350 000	1 000 000	17,6	
UdSSR	2	450 000	60 000	180 000	690 000	12,0	
Brasilien	3	560 000	28 000	16 000	610 000	10,5	
China	4	260 000	90 000	32 000	380 000	6,6	
Indien	5	130 000	98 000	700	230 000	3,9	
Japan	6	110 000	12 000	100 000	220 000	3,9	
Bundesrep. Deutschland	7	79 000	8 000	75 000	160 000	2,8	
Großbritannien	8	69 000	14 000	71 000	150 000	2,7	
Indonesien	9	110 000	19 000	9 500	140 000	2,4	
Frankreich	10	41 000	13 000	69 000	120 000	2,1	
Italien	11	45 000	5 800	71 000	120 000	2,1	
Kanada	12	48 000	33 000	36 000	120 000	2,0	
Mexiko	13	49 000	20 000	9 100	78 000	1,4	
Burma	14	68 000	9 000	0	77 000	1,3	
Polen	15	56 000	7 400	13 000	76 000	1,3	
Spanien	16	21 000	4 200	48 000	73 000	1,3	
Kolumbien	17	60 000	4 100	5 200	69 000	1,2	
Thailand	18	48 000	16 000	3 500	67 000	1,2	
Australien	19	28 000	14 000	21 000	63 000	1,1	
Deutsche Dem. Rep.	20	39 000	2 100	20 000	62 000	1,1	
Nigeria	21	32 000	3 100	18 000	53 000	0,9	
Südafrika	22	34 000	7 800	5 800	47 000	0,8	
Elfenbeinküste	23	44 000	550	2 000	47 000	0,8	
Niederlande	24	16 000	8 800	18 000	43 000	0,7	
Saudi Arabien	25	20 000	15 000	6 600	42 000	0,7	
Philippinen	26	34 000	6 700	0	40 000	0,7	
Laos	27	37 000	1 000	0	38 000	0,7	
Vietnam	28	28 000	10 000	0	38 000	0,7	
Tschechoslowakei	29	29 000	2 200	2 700	33 000	0,6	
Iran	30	17 000	6 400	9 000	33 000	0,6	
Argentinien	31	13 000	12 000	5 500	31 000	0,5	
Korea, Rep.	32	21 000	2 900	5 400	29 000	0,5	
Türkei	33	16 000	3 600	9 200	29 000	0,5	
Rumänien	34	25 000	3 100	0	28 000	0,5	
Venezuela	35	19 000	4 700	3 200	27 000	0,5	
Yugoslawien	36	15 000	2 800	8 200	26 000	0,4	
Malaysia	37	22 000	1 400	2 500	26 000	0,4	
Belgien	38	12 000	1 200	12 000	25 000	0,4	
Algerien	39	8 400	12 000	4 100	25 000	0,4	
Peru	40	22 000	870	0	23 000	0,4	
Bangladesh	41	2 300	20 000	0	22 000	0,4	
Ecuador	42	19 000	570	1 700	21 000	0,4	
Griechenland	43	7 000	1 100	12 000	20 000	0,4	
Korea, Dem. Volksrep.	44	18 000	2 300	0	20 000	0,3	
Portugal	45	3 700	1 000	13 000	17 000	0,3	
Ägypten	46	9 000	3 100	5 100	17 000	0,3	
Bulgarien	47	15 000	660	1 600	17 000	0,3	
Österreich	48	6 500	960	9 100	17 000	0,3	
Zaire	49	16 000	790	0	16 000	0,3	
Kamerun	50	16 000	580	0	16 000	0,3	

Quelle: World Resources 1990-91, S. 15. Zur Methodik siehe ebenda, S. 16.

*Tabelle 3: Der Treibhausgas-Index pro Kopf der Bevölkerung:
Die 50 Länder mit den höchsten Pro-Kopf-Emissionen, 1987*

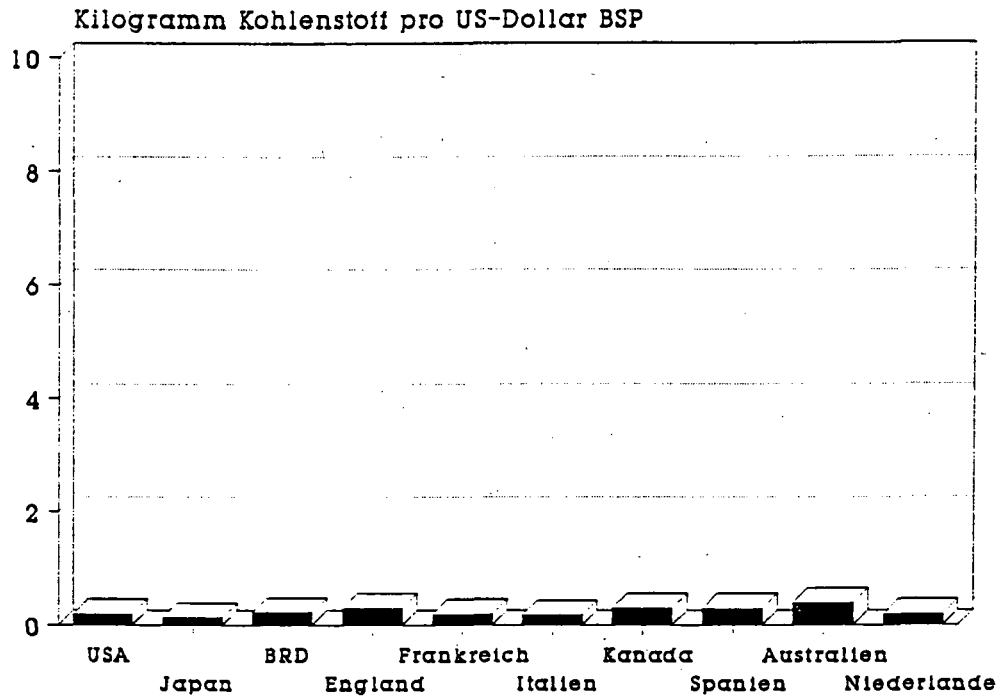
Land	Rang	Tonnen pro Kopf
Laos	1	10,0
Qatar	2	8,8
Vereinigte Arabische Emirate	3	5,8
Bahrain	4	4,9
Kanada	5	4,5
Brasilien	6	4,3
Luxenburg	7	4,3
USA	8	4,2
Elfenbeinküste	9	4,2
Kuwait	10	4,1
Australien	11	3,9
Deutsche Demokratische Republik	12	3,7
Oman	13	3,5
Saudi Arabien	14	3,3
Neuseeland	15	3,2
Niederlande	16	2,9
Dänemark	17	2,8
Costa Rica	18	2,8
Bundesrepublik Deutschland	19	2,7
Großbritannien	20	2,7
Singapur	21	2,7
Finnland	22	2,6
UdSSR	23	2,5
Irland	24	2,5
Belgien	25	2,5
Schweiz	26	2,4
Nicaragua	27	2,4
Kolumbien	28	2,3
Trinidad und Tobago	29	2,3
Frankreich	30	2,2
Österreich	31	2,2
Tschechoslowakei	32	2,1
Israel	33	2,1
Ecuador	34	2,1
Italien	35	2,1
Norwegen	36	2,1
Griechenland	37	2,1
Polen	38	2,0
Burma	39	2,0
Bulgarien	40	1,9
Spanien	41	1,9
Japan	42	1,8
Island	43	1,8
Liberia	44	1,7
Portugal	45	1,7
Schweden	46	1,7
Guinea-Bissau	47	1,6
Malaysia	48	1,6
Kamerun	49	1,6
Venezuela	50	1,5

Quelle: World Resources 1990-91, S. 17.

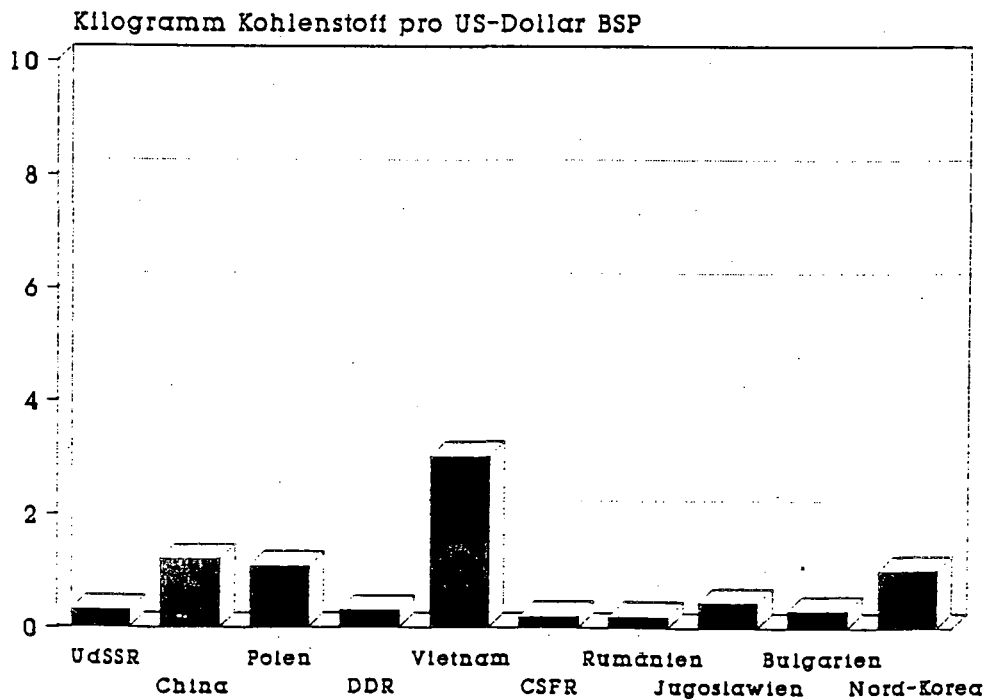
Abbildung 3 schließlich zeigt die Treibhausgas-Emissionen pro Einheit des Bruttosozialprodukts nach drei Ländergruppen (BSP-Emissionen).

Abbildung 3: Treibhausgas-Emissionen pro BSP-Einheit, US-Dollar, 1987

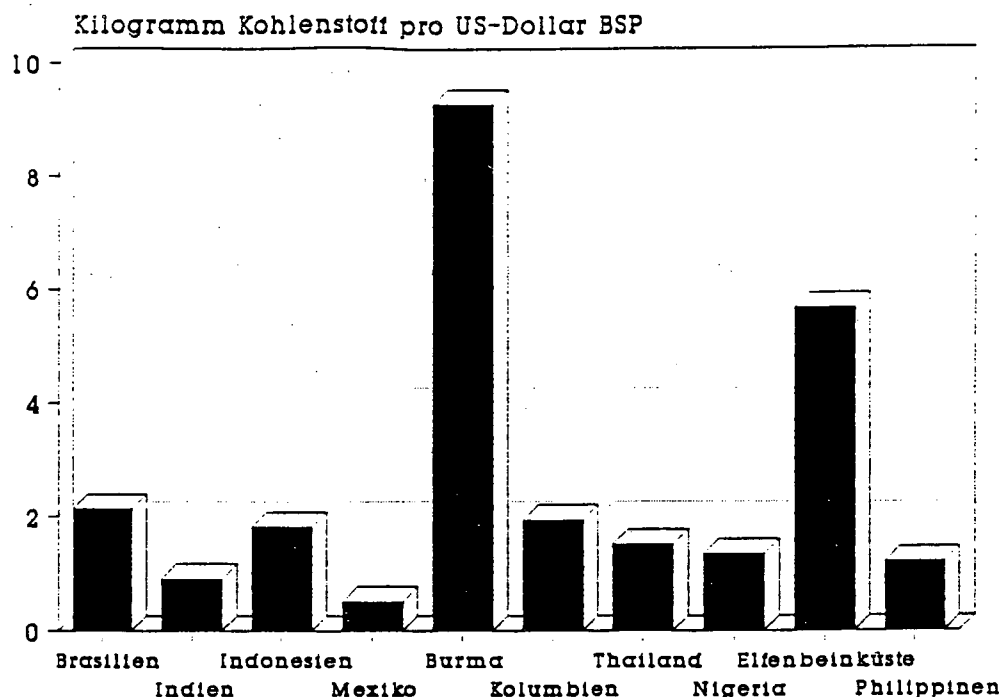
A. OECD-Länder



B. Planwirtschaftsländer



C. Entwicklungsländer



Quelle: World Resources, 1990-91, S. 19.

Diese grundlegenden statistischen Daten (die allerdings nicht unumstritten sind) machen bereits überdeutlich, welche gewaltigen Aufgaben die Reduzierung des Treibhauseffekts bzw. die Anpassung an den Treibhauseffekt für die Welt im allgemeinen, für einzelne Länder und für das Verhältnis zwischen Industrie- und Entwicklungsländern im besonderen stellen.

Idealiter müssten natürlich alle Treibhausgase von einer internationalen Reduzierungsvereinbarung erfaßt werden. Das aber ist, wie bereits erwähnt, eher unwahrscheinlich. Zu unterschiedlich sind die technischen, ökonomischen, sozialen und politischen Aspekte der Emissionsreduzierung bei den einzelnen Gasen. Während beim Kohlendioxid die Industrieländer mit ca. 80 Prozent Hauptverursacher sind, sind es beim Methan die Entwicklungsländer. Während bei einigen Gasen die Emission gut eingefangen werden kann, gelingt das bei anderen nur durch Umstellung der Produktion und der Produktionsverfahren. Während bei einigen ein schneller und kompletter Ausstieg notwendig und möglich erscheint, ist bei anderen nur eine langsame und stufenweise Reduzierung denkbar.

Entsprechend ist eine Rahmenkonvention (*framework convention*) zum Treibhauseffekt vorbereitet worden, die in Rio de Janeiro 1992 von 155 Staaten unterzeichnet wurde. Diese *Klimakonvention* muß nun durch ein oder mehrere *Protokolle* aufgefüllt bzw. umgesetzt werden, die konkrete Zielvorgaben, Maßnahmen und Vorkehrungen zur Emissionsreduzierung (CO₂, CH₄, N₂O) enthalten. Damit beginnt die eigentliche Detailarbeit, das Ringen um die Verteilung der Kosten und Nutzen, den Finanz- und Technologietransfer und den Einsatz geeigneter ökonomischer und regulativer Instrumente.

Es ist unmittelbar einleuchtend, daß die Analyse der Erfolgsbedingungen der globalen Klimakonvention und entsprechender Protokolle über weltweit zu betreibende Maßnahmen zur Eindämmung bzw. Abschwächung der Klimaveränderung ein theoretisch interessantes und empirisch relevantes Betätigungsfeld wissenschaftlicher Forschung ist. Nicht anders aber verhält es sich mit der Klimawirkungsforschung, d.h. mit der Analyse der Wirkungen eingetretener bzw. zukünftig eintretender Klimaveränderungen.

2.3 Klimawirkungen

Während die Ursachen der künstlichen Aufwärmung der Atmosphäre bereits relativ gut bekannt sind, gibt es über deren Auswirkungen noch erhebliche Unsicherheit (vgl. IPCC 1991; World Resources 1990-91). Der für das nächste Jahrhundert erwartete Temperaturanstieg von 3 Grad Celsius im globalen Mittel brächte wahrscheinlich, wie in Teil I skizziert wurde, gravierende ökologische Folgen mit sich.

Die Klimaveränderung würde vor allem schon bestehende regionale Umweltprobleme wie Trockenheit, Wüstenausdehnung oder Bodenerosion verschärfen und die nachhaltige ökonomische Entwicklung in vielen Ländern der Welt gefährden.

Angesichts der weltweiten Forschungsanstrengungen dürfte sich die noch vorhandene Unsicherheit über die Wirkungen einer Klimaveränderung rasch verringern. In Abhängigkeit vom Erfolg oder Mißerfolg der möglichen Präventivmaßnahmen werden, wie bereits erwähnt, mehr oder weniger umfangreiche Anpassungsmaßnahmen erforderlich. Diese Maßnahmen, die technischer, ökonomischer, sozialer und politischer Art sind, haben vermutlich eine regional erheblich differenzierte Ausprägung (Glantz 1989; IPCC

1990c); hierbei können die Entwicklungsländer als potentiell stark Betroffene möglicherweise wichtige Akteure einer globalen Klimapolitik werden (so die Ansicht des »Human Dimensions of Global Environmental Change Programme«).

Worauf kann die anstehende Diskussion um die Umsetzung der globalen Klimakonvention und entsprechender Protokolle aufbauen, was sind die Erfahrungen mit Umweltschutzabkommen unter Beteiligung von Industrie- und Entwicklungsländern?

3. Globale Umweltpolitik und die Entwicklungsländer - Bisherige Erfahrungen

Die Zahl der wirksamen internationalen Umweltschutzabkommen, die über eine begrenzte Region, wie beispielsweise Flußeinzugsgebiete oder über einzelne Projekte, wie Debt-for-Nature-Swaps oder den Tropenwald-Aktionsplan, hinausgehen und an denen Industrieländer *und* Entwicklungsländer beteiligt waren, d.h. von ihrer Struktur her für die zu vereinbarenden Klimaprotokolle besonders relevant sind, ist eher begrenzt. Volkmar Hartje, der diese Frage überprüft hat, nennt nur deren vier (Hartje 1989):

- die Londoner Dumping Konvention (1972)
- die Abkommen zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch Schiffe (1973 und 1978)
- die UN-Seerechtskonferenz (1973 bis 1982)
- die Wiener Konvention zum Schutz der Ozonschicht (1985) und das Montrealer Protokoll (1987).

Diese Abkommen beinhalten innovative Vorkehrungen und Instrumente - und zwar sowohl technischer als auch rechtlicher und ökonomischer, preislicher und mengenmäßiger Art -, die sie für unser Thema interessant machen. Das Montrealer Protokoll (mit den nachfolgenden Revisionen) wird gelegentlich gar als Modellfall eines internationalen Umweltregimes angesehen (Gehring, 1990), als Beispiel intelligenter globaler Umweltdiplomatie (wobei allerdings nicht übersehen werden darf, daß die in die Atmosphäre gelangten FCKW lange Latenzzeiten haben können, also selbst ein sofortiger Produktionsstop keine sofortige Lösung des Problems darstellt).

3.1 Die Londoner Dumping Konvention

Die Londoner Dumping Konvention (1972) regelt die Voraussetzungen für das Einleiten von Abfällen von Schiffen in die Weltmeere. Sie enthält zwar keine Mengengrenzung, teilt die Abfälle aber in zwei zu unterscheidende Gruppen (sogenannte Negativliste) ein: Die *Schwarze Liste* enthält die Stoffe, die mit einem verbindlichen Einleitungsverbot belegt sind, wie unter anderem chlorierte Kohlenwasserstoffe, Quecksilber, Cadmium, hochradioaktive Abfälle. Die *Graue Liste* benennt die Stoffe, für die die Unterzeichnerstaaten eine Einleitungserlaubnis erteilen müssen, wie unter anderem arsen-, blei- und kupferhaltige Abfälle. Die Konvention formuliert allgemeine Kriterien, die für die Festlegung von Immissionsgrenzwerten relevant sind, gibt solche aber nicht verbindlich vor. Die Überwachung der Emissionserlaubnis liegt bei den Unterzeichnerstaaten selbst, internationale Sanktionsmöglichkeiten gibt es nicht.

Die Initiative zu dieser Konvention ging 1971 von den USA aus; sie wurde nach kurzer Verhandlung 1972 beschlossen. Die Entwicklungsländer haben sich allerdings nur am Rande daran beteiligt, und dies wohl aus zwei Gründen (Hartje 1989, S. 54): Das Dumping von Abfällen ins Meer wird ökonomisch dann interessant, wenn es kostengünstiger ist als die Deponierung an Land und/oder wenn eine Beseitigung an Land aus Gründen der Umweltbelastung nicht mehr gestattet ist. Diese Situation ist in den meisten Entwicklungsländern nicht oder noch nicht gegeben. Deshalb kommen bisher alle Abfälle, die nach dieser Konvention im Meer versenkt und auch gemeldet (!) werden, aus den Industrieländern (einschließlich der heiß umstrittenen Verklappung bzw. Verbrennung von Schadstoffen auf See). Ob und in welchem Umfang die Entwicklungsländer von der daraus folgenden (erlaubten) Meeresverschmutzung betroffen sind, ist strittig bzw. nicht bekannt.

3.2 Die Abkommen zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch Schiffe

Auf zwei internationalen Konferenzen, 1973 und 1978, wurden Vereinbarungen getroffen, wie durch technische Maßnahmen die Einleitung von Öl aus Tankern in die Weltmeere verringert werden kann. Eine explizite Mengengrenzung dieser Art der Umweltverschmutzung wurde indes nicht vereinbart.

Bei den technischen Optionen zur Emissionsreduzierung standen damals zwei Maßnahmen mit relativ geringen Kosten für die Schifffahrt, aber mit begrenzter ökologischer Effektivität sowie eine kostenaufwendigere Maßnahme mit erheblich höherer ökologischer Effektivität zur Debatte (Hartje 1989, S. 55). Die erste kostengünstigere Maßnahme - »Load on Top« (LOT) - ist eine Öl-Wasser-Trennung, die während der Fahrt vom Schiff betrieben wird und für dessen Effektivität das getrennte Öl im Hafen entsorgt werden muß, wobei die Kosten für die entsprechenden Entsorgungsanlagen jedoch beträchtlich sind. Die zweite Maßnahme - »Crude-Oil-Washing« (COW) - wird im Entladehafen angewendet, läßt sich leicht überwachen, verlängert aber die Liegezeit des Schiffes erheblich. Die dritte Maßnahme, der Einbau separater Ballasttanks (SBT), versprach wegen der fehlenden Manipulationsmöglichkeit die höchste ökologische Effektivität, hätte die Schiffseigner aber in etwa das Zehnfache der anderen Verfahren gekostet. Das MARPOL-Abkommen von 1973 war dementsprechend ein Kompromiß. Es machte LOT zur Pflicht und schrieb SBT für Neubauten von über 70 000 Bruttoregistertonnen vor.

Auf der Konferenz von 1978 wurden diese Anforderungen verschärft; die Mindestgröße für SBT bei Neubauten wurde auf 20 000 Bruttoregistertonnen gesenkt, und der vorhandene Tankerbestand mußte ab 40 000 Bruttoregistertonnen »nachgerüstet« werden, wobei die Schiffseigner die Wahl zwischen COW und SBT hatten.

Während die Entwicklungsländer 1973 kein besonderes Engagement gezeigt hatten, nicht einmal die von Meeresverschmutzung potentiell betroffenen Küstenstaaten, machten sie sich 1978 stark für das für sie kostengünstigere COW-Verfahren. Diese Konferenz drohte jedoch nicht wegen einer Konfliktlage zwischen Industrie- und Entwicklungsländern, sondern zwischen den USA als Küstenstaat und Norwegen, Schweden und Griechenland als Schifffahrtsstaaten zu scheitern, weil große Teile ihrer Tankerflotten damals ohne Auftrag waren.

Der gefundene Kompromiß berücksichtigte die Interessen der Entwicklungsländer insofern, als die Mindestgröße für die Nachrüstung (über 40 000 Bruttoregistertonnen) es den meisten ihrer Tanker erlaubte, mit LOT weiterzuarbeiten. Die Reduzierungspflichten (»Ausrüstung« bzw. »Nachrüstung«) trafen primär die Industrieländer, wobei die Kostenverteilung sich nach dem Umfang des Schiffsneubaus und der Größe des Tankerbestandes richtete; die Entwicklungsländer waren also von den Emissionsminderungskosten ganz oder weitestgehend ausgenommen.

3.3 Die UN-Seerechtskonferenz

Die zum Abschluß der nahezu zehn Jahre dauernden UN-Seerechtskonferenz 1982 vorgelegte Konvention ist kein Umweltschutzabkommen im eigentlichen Sinne; sie regelt vielmehr nationale und internationale Zuständigkeiten bei der Vergabe von Nutzungsrechten in den Meeren und auf dem Meeresboden (»Meeresbodenregime«). Die Konvention ist nicht in Kraft getreten, weil sie noch nicht von mindestens 60 Ländern ratifiziert worden ist.

Dennoch oder gerade deshalb ist die Seerechtskonferenz für die Umsetzung der globalen Klimakonvention von höchster Relevanz, von der Teilnehmerzahl und deren Interessenstruktur, der Komplexität der Fragen, der ökonomischen Bedeutung her gesehen - aber auch wegen der dabei *nicht* gelösten Verteilungskonflikte (Hartje 1989, S. 56).

Die Konvention sieht ein sogenanntes Parallelsystem vor, in Form einer internationalen Meeresbehörde, die Prospektionsrechte an private (nationale) Meeresbergbau-Unternehmen vergibt, und die nach erfolgreicher Prospektion die Hälfte der Abbaurechte des abbaufähigen Feldes an ein eigenes, multilaterales Unternehmen weiterleitet. Dieses Vergabeverfahren, die Vorgaben über Technologie- und Finanztransfers sowie die befürchtete restriktive Vergabepaxis einer Meeresbodenbehörde haben zu teils massivem Widerstand einiger Industrieländer geführt. Das von diesen Industrieländern (darunter die Bundesrepublik Deutschland) dagegen favorisierte liberale Vergabeverfahren hätte demgegenüber zu Verteilungswirkungen *zuungunsten* der Entwicklungsländer geführt, in deren Einzugsbereich die entsprechenden Metalle gefördert werden: »Die Vorteile des Meeresbergbaus mit einem liberalen Regime wären ... mehrheitlich den Industrieländern zugute gekommen.« (Hartje 1989, S. 57)

Die Wahrnehmung des Meeresbodenregimes als ein Nullsummenspiel hat zu einem letztlich nicht konsensfähigen Konventionstext geführt. Ein Teil der Industrieländer hat die Kooperation verweigert, weil eine nationale Vergabe der Prospektionsrechte für sie günstiger schien - und sie die Macht besaßen, diese Position beizubehalten. Zwar hat sich im nachhinein herausgestellt, daß die ökonomische Bedeutung des Meeresbodenbergbaus überschätzt wurde, entscheidend für den Mißerfolg der UN-Seerechtskonferenz aber waren wohl die Verteilungsfrage und die Möglichkeiten der Minderheit, eigene Interessen auch bei Nicht-Kooperation durchzusetzen. (Dieses Ergebnis steht allerdings im Gegensatz zur Einrichtung der 200 Meilen-Wirtschaftszone, die im Prin-

zip kaum Verteilungskonflikte aufwarf, weil sie die Nationalisierung von potentiellen Ressourcen ermöglichte - also von vornherein nicht als Nullsummenspiel wahrgenommen wurde.)

3.4 Die Wiener Konvention und das Montrealer Protokoll

Im Rahmen von zehn Jahre währenden Verhandlungen sind zwei internationale Verträge - die Wiener Konvention zum Schutz der Ozonschicht (1985) und das Montrealer Protokoll zum Schutz der Ozonschicht (1987) - abgeschlossen sowie weitreichende Revisionen des Protokolls vorgenommen worden (Helsinki-Erklärung, 1989; London Konferenz, 1990; Kopenhagen Konferenz, 1992). Dieses globale Umweltregime verbindet für einzelne Problem-bereiche rechtliche und ökonomische Regelungen mit einem Mechanismus, der diese Regelungen zugleich dynamisiert (vgl. Gehring 1990).

Im Jahre 1974 war der Zusammenhang zwischen der Emission von FCKW und der Zerstörung der Ozonschicht erstmals theoretisch begründet worden (Benedick 1991). Mehrere Länder reagierten schnell und unterbanden im Laufe der siebziger Jahre einseitig die Nutzung von FCKW als Treibmittel in Spraydosen. Doch der Verbrauch von FCKW stieg weltweit so rasch an, daß zu Beginn der achtziger Jahre die erzielten Einsparungen wieder übertroffen wurden. Im Jahre 1981 legte eine Gruppe kleinerer Industrieländer Vorschläge zu einer Konvention vor, die ein dynamisches internationales Regime vorsah. Es entstand das Konzept einer Zweiteilung des Instrumentariums in einen stabilen, institutionellen Teil (*Rahmenkonvention*) und einen flexiblen, technischen Teil (*Protokoll*).

Die Konvention wurde 1985 in Wien unterzeichnet. Das 1987 angenommene Montrealer Protokoll verpflichtete die Unterzeichnerstaaten, den Verbrauch von FCKW bis zum Jahre 1999 um 50 Prozent gegenüber 1986 zu reduzieren, sah jedoch für die Entwicklungsländer eine Ausnahmeregelung vor: Sie wurden angesichts geringen Ausgangsniveaus nicht sofort zur Reduzierung verpflichtet, sondern konnten diese um zehn Jahre verschieben, so daß die Emissionsminderungskosten zunächst nur die Industrieländer trafen; es wurde jedoch eine Produktionsobergrenze von 0,3 Kilogramm pro Einwohner festgelegt, die nicht überschritten werden darf.

Zur Durchsetzung des in der Präambel bereits vorgesehenen Ziels des vollständigen Verzichts auf FCKW wurde ein Mechanismus zur Anpassung

des Rechts eingeführt (*Dynamisierungsklausel*). Zunächst für 1990 und dann mindestens alle vier Jahre sah das Protokoll eine Überprüfung der Kontrollmaßnahmen vor. Die Konferenz der Unterzeichnerstaaten in Helsinki 1989 leitete die geplante Revision ein, die für FCKW einen vollständigen Ausstieg bis zum Jahr 2000, für Halone einen Ausstieg ohne Zieldatum sowie eine schrittweise Regelung für die Reduzierung weiterer ozonschädigender Stoffe vorsieht.

Neben der Dynamisierung stand jedoch eine Erweiterung der Vereinbarungen an, weil sich bisher nur Industrieländer den Regeln unterworfen hatten, nicht aber die Entwicklungsländer, die über einen potentiell großen Binnenmarkt für Autos, Kühlschränke, Klimaanlage verfügen (Benedick 1991). Um diesen Ländern den Beitritt zu erleichtern, beschlossen die Vertragsstaaten einen Mechanismus zur Finanzierung und zum Zugang zu moderner Technologie. Nach der Londoner Konferenz 1990 wurde ein *multilateraler Fonds* eingerichtet, der durch Beiträge der Industrieländer sowie einiger Entwicklungsländer finanziert wird. Dieser Fonds hat die Aufgabe, die erhöhten Kosten zu mildern, die Entwicklungsländern bei der Umstellung ihrer Produktionsstruktur auf nicht-ozonschädigende Stoffe entstehen und den Zugang zu entsprechenden Techniken zu ermöglichen.

3.5 Bisherige Umweltschutzabkommen: Konsequenzen für die globale Klimakonvention

Die Teilnahme von Entwicklungsländern an mehreren internationalen Umweltschutzabkommen zeigt generell ihre Bereitschaft zur Kooperation. (Dies zeigt auch die Baseler Konvention von 1989 über die Kontrolle des grenzüberschreitenden Verkehrs mit Sonderabfällen, von denen Entwicklungsländer potentiell stark betroffen sind.) Diese Kooperation war und ist mit der Absicht verbunden, die Kosten der anstehenden Regulierung ganz oder zeitweise abzuwehren bzw. zu minimieren. Die bisherigen Abkommen hatten insofern nur relativ geringe Bedeutung für die Entwicklungsländer, als sie kaum Pflichten zur Reduzierung von Emissionen übernehmen mußten (Hartje 1989, S. 58). Das Montrealer Protokoll macht hier einen Anfang - allerdings mit aufschiebender Wirkung und abgedeckt durch Informations- und Technologietransfers. Mit der in Rio de Janeiro 1992 unterzeichneten globalen Klimakonvention kommen auf die Entwicklungsländer dagegen potentiell erheb-

liche ökonomische Anpassungen zu - und zwar sowohl in der Produktion als auch in der Technologie.

Theoretisch besehen steht eine relative und/oder absolute Reduzierung *aller* bzw. der *wichtigsten* Treibhausgase an. Hierbei wären grundsätzlich alle erwähnten Mechanismen und Instrumente einsetzbar, wie *Negativlisten, technische Vorschriften, Nutzungsrechte, Reduzierungsraten, Produktionsstop*. Angesichts weiterhin hohen Bevölkerungswachstums und der für das nächste Jahrhundert prognostizierten Verdreifachung der Bevölkerung in den Entwicklungsländern, einerseits, und des ökonomischen Nachholbedarfs (d.h. des erforderlichen Einkommenszuwachses), andererseits, haben relative Begrenzungen (bezogen auf Einwohnerzahl oder Wirtschaftsleistung) *oder* aber absolute Begrenzungen von Treibhausgasen höchst unterschiedliche Konsequenzen für die Entwicklungsländer - und damit für deren Kooperations- oder Konfliktbereitschaft im Prozeß der Umsetzung von Klimakonvention und Klimaprotokollen. Beschränkt man die Betrachtung auf die anteilmäßig wichtigsten Treibhausgase, so geht es bei den anstehenden Verhandlungen zwischen Industrie- und Entwicklungsländern also im wesentlichen um:

- relative oder aber absolute Begrenzung der Kohlendioxid-Emissionen aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe;
- Stop bzw. Trendumkehr bei Kohlendioxid-Emissionen aus biotischen Quellen (Reduzierung der Waldvernichtungsrate bzw. Wiederaufforstung);
- Ausstieg aus dem Verbrauch bzw. Nichtaufnahme der Produktion von Fluorchlorkohlenwasserstoffen (FCKW);
- relative oder aber absolute Begrenzung der Methan-Emissionen (CH₄);
- relative oder aber absolute Begrenzung des Einsatzes von Stickstoffdüngemitteln (N₂O).

Unterstellt man die FCKW-Regulierung (nicht deren Umsetzung!) als im großen und ganzen gelöst, so geht es bei der weiteren Ausgestaltung und Umsetzung der globalen Klimakonvention also vor allem um ein CO₂-, ein CH₄- und ein N₂O-Protokoll bzw. eine Kombination davon. Das *einzige* dieser Treibhausgase, über das bisher ein internationaler Diskurs in Gang gekommen ist (ich abstrahiere jetzt von vielen individuellen Detailvorschlägen zu den anderen Verursachungsfaktoren) und dessen Regulierung bei realistischer Betrachtung noch in diesem Jahrzehnt ansteht, ist das Kohlendioxid (CO₂). Hierauf werde ich mich dementsprechend im folgenden konzentrieren.

4. Globale Klimakonvention - Reduzierungs- und Umverteilungsprozesse

4.1 Theoretische Eingrenzung

Der Diskussionsstand über den Umfang der global erforderlichen Reduzierung der Treibhausgase reflektiert in gewisser Weise den Wissensstand über die Zusammenhänge zwischen Schadstoffemissionen und Temperaturanstieg, den Möglichkeiten zur Substitution oder zum Verzicht auf Produkte und Techniken, die zu diesen Emissionen führen, sowie der Einschätzung und Bewertung der anstehenden Klimawirkungen. Entsprechend groß ist die Bandbreite der Vorstellungen über die notwendigen Emissionsreduzierungen. Dies wiederum darf nicht überraschen, da die ersten Klimamodelle einen durchschnittlichen Temperaturanstieg zwischen 1,5 und 4,5 Grad Celsius (im ungünstigen Fall sogar von 7 Grad Celsius) vorausgesagt hatten. Der Klimaprozeß läuft; die Frage ist, auf welchem Niveau er stabilisiert werden kann und werden soll.

Im Rahmen der FCKW-Regulierung hatte sich eine dreistufige Entwicklung der Forderungen (d.h. des Ziels) ergeben: Einfrieren der Produktion (*freeze*), Reduzierung (*reduction*), Ausstieg (*phasing out*). Zur Erreichung dieses Ziels stand die ordnungsrechtliche Mengenlösung im Mittelpunkt, eine Preislösung (FCKW-Steuer) wurde nicht gesucht; der eingerichtete Fonds ist volumenmäßig bescheiden und dient im wesentlichen dem Informations- und Technologietransfer. In bezug auf die anderen Treibhausgase, insbesondere CO₂, muß dagegen zunächst noch mit dem weiteren Anstieg der Emissionen (*growth*) gerechnet werden; Einfrieren bzw. Reduzierung sind realistisch, Ausstieg ist ausgeschlossen.

Auch für die globale Umweltpolitik sind, was die Anreiz- bzw. Sanktionsmechanismen angeht, grundsätzlich Preis- oder aber Mengenlösungen die beiden »idealen« Ausprägungen (Bonus 1991). Am Anfang jeder Umweltpolitik steht ein Markteingriff: Entweder werden Preise von Umweltnutzungen fixiert, und es wird dem Markt überlassen, wieviele Emissionen sich bei solchen Festpreisen noch rechnen (*Preislösung*). Oder es werden die insgesamt zulässigen Emissionsmengen kontingentiert, und es wird dem Markt überlassen, welche Preise von Umweltnutzungen sich unter diesen Umständen herausbilden (*Mengenlösung*). Beide Lösungen sind symmetrisch zueinander, jedoch nicht äquivalent. Ein Parameter, Preis oder Menge, wird je-

weils fixiert, der andere dem Markt überlassen. Die Frage ist, welcher dieser Parameter bei welchem Umweltproblem zweckmäßigerweise zu fixieren ist.

Die Kernfrage bei der Preislösung ist die richtige Höhe des zu fixierenden Preises (*Umweltabgaben*). Die Kernfrage bei der Mengenlösung ist, daß mit der Festlegung von Höchstmengen (*Kontingentierung*) konzediert wird, daß Emissionen in bestimmter Höhe erlaubt sind; diese können aber höher liegen als die Absorptionskapazität des ökologischen Systems (in unserem Falle: des Klimasystems). Sowohl Preis- als auch Mengenlösungen können also ihr eigentliches Ziel (Erhalt, Stabilisierung oder Wiederherstellung der Funktionsweise des ökologischen Systems) verfehlen.

Vermutlich werden zur Umsetzung der vereinbarten Klimakonvention im Laufe der anstehenden (langjährigen) Verhandlungen sowohl Mengen- als auch Preislösungen eingebracht werden. Bisher stehen Mengenlösungen eindeutig im Vordergrund, während die Diskussion um konkrete Preislösungen (*Globale Ressourcensteuer; nationale CO₂-Steuer* usw.) im Grunde erst begonnen hat.

Zudem gilt anzumerken, daß bei den Mengenlösungen ordnungspolitische Vorstellungen (*Reduktionspflichten*) überwiegen. Marktwirtschaftliche Vorstellungen (*Zertifikate*) sind aber angedacht, wonach ökologische Rahmenwerte (zum Beispiel: bestimmter Temperaturanstieg) in regional oder national differenzierte Emissionskontingente umgesetzt würden (vgl. Tietenberg 1985). Diese Kontingente würden sodann in Zertifikate gestückelt, die den Inhaber (Land, Ländergruppe) jeweils zur (jährlichen) Emission einer bestimmten Menge eines bestimmten Schadstoffes (hier: CO₂) berechtigten. Die Zertifikate könnten regional oder global übertragbar (*Börse*) sein; sie würden ausgetauscht und erreichten am Markt entsprechende Knappheitspreise (Einnahmen, die für die Substitution von emissionsreichen gegen emissionsarme Produkte und Techniken verwendet werden könnten). Die zertifizierten Mengen addierten sich gerade zu den ökologischen Rahmenwerten (*globales Emissions-Limit*), so daß diese eingehalten würden. Gehandelte Zertifikate entsprächen im konkreten Falle einer Kompensation für partiellen Produktions- bzw. Nutzungsverzicht.

Ein besonderes Problem hinsichtlich der Ausgestaltung der Klimakonvention ist die Unsicherheit des Ursache-Wirkungs-Zusammenhangs zwischen Emissionsmengen und Klimaeinwirkung (Temperaturanstieg). Beim Zertifikatsmodell könnte dem durch entsprechende (mehr-jährliche) Abwertung be-

gegnert werden, was zur mengenmäßigen Drosselung der Schadstoffemissionen *oder* zum Zukauf zusätzlicher Zertifikate zwingen würde.

(Hier galt es zunächst darauf hinzuweisen, daß das Kohlendioxid für eine Mengenlösung im Sinne von national, regional oder international handelbaren Zertifikaten sehr wohl in Frage kommt. Auf deren spezifische Rahmenbedingungen und auf die alternativen Instrumente einer globalen Klimapolitik kann ich an dieser Stelle allerdings nicht näher eingehen.)

4.2 Globale CO₂-Reduzierung: Drei ausgewählte Szenarien

Im folgenden sollen zunächst drei globale Reduzierungsstudien vorgestellt werden (Bach 1988; EPA 1989; Mintzer 1987), die alle wichtigen Treibhausgase umfassen, wobei hier, der Übersichtlichkeit halber, aber nur die CO₂-Daten betrachtet werden sollen (vgl. Hartje 1989). Bach leitet eine äußerst strenge Reduzierungspflicht aus den (katastrophalen) Prognosen der Klimamodelle ab, während Mintzer und EPA die Reduzierungen aus möglichen bzw. wahrscheinlichen Veränderungen der Parameter (insbesondere Energieintensität, spezifische Emissionen, Kilometereffizienz der Autos, Energiesteuer) ableiten. Die drei Szenarien unterscheiden sich dementsprechend erheblich (vgl. *Tabelle 4*).

- *Szenario A* läßt sich als resolute »Präventionsstrategie« bezeichnen, als radikale Senkung der CO₂-Emissionen aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe und aus biotischen Quellen (Rodung, Brände, Vegetationsverluste).
- *Szenario B* kann als eine »sich ändernde Welt« verstanden werden. Es wird mit einer Reduzierung der CO₂-Emissionen aus fossilen Brennstoffen von etwa 40 Prozent gerechnet, aber mit einer aktiven Aufforstungspolitik, die zu negativen Netto-Emissionen (d.h. Ausweitung der CO₂-Speicher bzw. -Senken) führt.
- *Szenario C* kann als »bescheidene Politik« verstanden werden. Die Prävention mißlingt, die Emissionen aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe verdoppeln sich, die Änderung der Bodennutzung hat nur geringe Entlastungseffekte; aus dem sich ergebenden Temperaturanstieg (2075/ 1860: = 2,3 bis 7 Grad Celsius) werden weitreichende Anpassungsmaßnahmen erforderlich.

Tabelle 4: Emissionsreduzierung der Treibhausgase (1975 bis 2100)

Szenario A: »Präventionsstrategie«; Bach, 1988

	Emissionen	
	1980	2100
CO ₂ (Millionen Tonnen)		
- Fossile Brennstoffe	18 000	6 - 9
- Änderung der Bodennutzung	4 000	0 - 4
Summe	22 000	6 - 13

T 2100/1860 = 1,5 bis 4,5 Grad Celsius

Szenario B: »Sich ändernde Welt«; EPA, 1989

	1985	2025	Emissionen		
			2050	2075	2100
CO ₂ (Milliarden Tonnen)					
- Fossile Brennstoffe	19,4	20,5	k.A.	k.A.	12,2
- Änderung der Bodennutzung	3,0	-1,1	k.A.	k.A.	-0,4
Summe	22,4	19,4	16,0	14,1	11,8

T 2100/1860 = 1,4 bis 2,8 Grad Celsius

Szenario C: »Bescheidene Politik«; Mintzer, 1987

	1975	Emissionen		
		2025	2050	2075
CO ₂ (Milliarden Tonnen)				
- Fossile Brennstoffe	17,1	21,3	28,3	34,6
- Änderung der Bodennutzung	3,8	3,0	2,7	2,5
Summe	20,9	24,3	32,0	37,1

T 2075/1860 = 2,3 bis 7 Grad Celsius

Quelle: Zusammengestellt nach Hartje 1989.

Es ist natürlich schwer vorherzusagen, welches dieser Szenarien zur Grundlage für die Umsetzung der Klimakonvention bzw. der entsprechenden Protokolle gemacht wird oder dem jeweils am nächsten kommt. Die in Rio de Janeiro 1992 unterzeichnete Klimakonvention definiert strikte Stabilisierungsbedingungen, läßt die Frage der Konkretisierung des Ziels (tatsächlicher Temperaturanstieg) aber offen; Artikel 2 der Konvention lautet wie folgt:

»Das Ziel dieses Übereinkommens und aller damit zusammenhängenden Rechtsinstrumente ... ist es, ... die Stabilisierung der Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre auf einem Niveau zu erreichen, auf dem eine gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems verhindert wird. Ein solches Niveau sollte innerhalb eines Zeitraums erreicht werden, der ausreicht, damit sich die Ökosysteme auf natürliche Weise den Klimaänderungen anpassen können, die Nahrungsmittelerzeugung nicht bedroht wird und die wirtschaftliche Entwicklung auf nachhaltige Weise geschehen kann.« (Eigene Übersetzung)

Nimmt man die Klimakonferenzen (von Wissenschaftlern und Politikern) der jüngsten Zeit als Bezugspunkt (was jedoch angesichts der Erfolge der FCKW-Regulierung durchaus eine konservative Position wäre), so könnte sich als grobe Zielorientierung eine Begrenzung des Temperaturanstiegs auf bis zu 2 Grad Celsius herausbilden. Die damit implizierte »gemischte Strategie« von Vorsorge (Prävention) und Anpassung (Kuration) wird in ihrer Realisierung im wesentlichen wohl von drei Faktoren bestimmt sein:

1. den tatsächlichen oder vermeintlichen Kosten und Nutzen, die mit Präventivmaßnahmen entstehen;
2. der Perzeption der Irreversibilitäten, die mit der Klimaveränderung verbunden sind;
3. den institutionellen und instrumentellen Vorkehrungen, die im Nord-Süd-Kontext vereinbart werden können.

Nimmt man den entstandenen Diskurs über die Reduzierung der CO₂-Emissionen als Indiz eines bereits vorhandenen kollektiven Willens zur ökologischen Zukunftsfähigkeit der Industriegesellschaft bei gleichzeitiger Beachtung der weiteren Wachstumserfordernisse der Entwicklungsländer, so gibt es interessante - und bezüglich der Entwicklungsländer erstaunlich übereinstimmende - Pläne, die im folgenden auszugsweise referiert werden sollen.

4.3 CO₂-Reduzierungspläne im Nord-Süd-Kontext: Drei Beispiele

Der 2. Weltklima-Konferenz, die Ende 1990 in Genf stattfand, haben zwei Pläne zur CO₂-Reduzierung für die Zeit bis zum Jahr 2050 vorgelegen: der IPCC-Vorschlag und ein Minister-Vorschlag. Das »Intergovernmental Panel on Climate Change« (IPCC) schlägt drastische und relativ rasch einsetzende Emissionsminderungen für die OECD-Länder vor, während die globalen Emissionen erst ab dem Jahr 2005 zurückgehen und bis zum Jahr 2050 um 46 Prozent unter das Niveau von 1987 sinken sollen (vgl. *Tabelle 5*). Der Minister-Vorschlag ist weniger drastisch und zeitlich stark verzögert (vgl. *Tabelle 6*); die Minister übernehmen jedoch die Vorstellungen der Wissenschaftler, wonach den Entwicklungsländern insgesamt eine weitere Zunahme an CO₂-Emissionen eingeräumt werden muß.

Tabelle 5: CO₂-Emissions-Plan - 2. Weltklima-Konferenz - IPCC-Vorschlag (Bezug 1987, in %)

Jahr	Industrieländer			Entwicklungs- länder	Welt gesamt
	OECD	andere	gesamt		
1990	+5	+5	+5	+11	+6
1995	+7	+8	+7	+24	+11
2000	-4	+5	-1	+37	+7
2005	-20	-10	-16	+50	-3
2020	-50	-20	-43	+60	-21
2050	-80	-70	-76	+70	-46

Quelle: WMO/UNEP 1990.

Tabelle 6: CO₂-Emissions-Plan - 2. Weltklima-Konferenz - Minister-Vorschlag (Bezug 1987, in %)

Jahr	Industrie- länder	Entwicklungs- länder	Welt insgesamt
1990	+5	+11	+6
1995	+8	+24	+11
2000	+5	+37	+12
2005	0	+50	+10
2020	-20	+60	-4
2050	-60	+70	-33

Quelle: WMO/UNEP 1990.

Als Referenz-Vorschlag mag der Plan der Enquête-Kommission des Deutschen Bundestages gelten (*Tabelle 7*), der die Industrieländer nach ihrer jeweiligen Wirtschaftsleistung differenziert sowie rascher einsetzende und weiterreichende CO₂-Reduzierungen vorsieht.

Tabelle 7: CO₂-Emissions-Plan - Enquête-Kommission (Bezug 1987, in %)

Jahr	Industrieländer			gesamt	Entwicklungs- länder	Welt insgesamt
	wirtschaftlich stark	wirtschaftlich weniger stark	wirtschaftlich schwach			
1990	+5	+5	+5	+5	+11	+6
1995	+5	+7	+8	+6	+24	+10
2000	-10	-4	+5	-4	+37	+4
2005	-30	-15	-5	-20	+50	-5
2020	-50	-35	-25	-40	+60	-20
2050	-80	-80	-80	-80	+70	-50

Quelle: Enquête-Kommission 1990a.

Auffallend ist auch hier die Präferenz, die den Entwicklungsländern eingeräumt wird und die identisch ist mit den Vorschlägen zur 2. Weltklima-Konferenz bzw. auf diese eingewirkt hat. (Auf dieses Phänomen des »Erkenntnis-Konsenses« komme ich gegen Ende wieder zurück.)

Damit sind implizit bereits Kriterien der Allokation von Rezierungspflichten und damit verbundene Umverteilungsziele zwischen Industrie- und Entwicklungsländern, Nord und Süd angesprochen. Auf diesen vermutlich sensiblen Fragenkomplex eines globalen Klimaprotokolls gilt es nun explizit einzugehen.

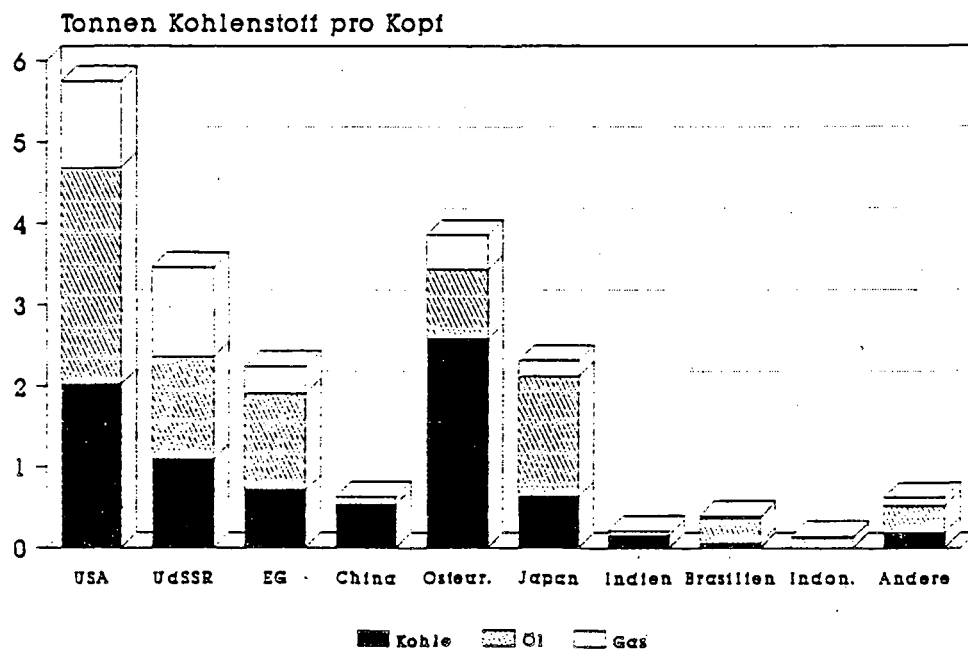
4.4 Mögliche Verteilungskriterien für die CO₂-Reduzierung zwischen Nord und Süd

Die Verteilung der Pflichten der Klimakonvention (bzw. der entsprechenden Protokolle) zwischen Industrieländern und Entwicklungsländern hängt von zahlreichen Faktoren ab, besonders davon, in welchem Maße die einzelnen Treibhausgase im Verhältnis zueinander reduziert werden und welche Kriterien bezüglich der Reduzierung angewendet werden (vgl. »Princeton Protocol«). Eine Strategie der Gesamtreduzierung *aller* Treibhausgase würde sich

vermutlich stark an deren relativer Bedeutung für die Klimaveränderung bzw. an dem globalen Nutzen einer Klimastabilisierung orientieren; eine Teilstrategie für ein *einzelnes* Treibhausgas wird sich weniger an dem Nutzen, sondern stärker an den technischen Möglichkeiten, den Kosten der Emissionsreduzierung, aber auch an der Substitution von Reduzierungspflichten gegenüber anderen Gasen orientieren. So ermöglicht der vollständige Ausstieg der Industrieländer aus der FCKW-Produktion zum Beispiel theoretisch eine weniger strikte Reduzierung von CH₄ oder N₂O, die für die Landwirtschaft der Entwicklungsländer technisch nur schwer zu vermeiden sind. Man darf diese Schwierigkeit einer (möglicherweise langwierigen) Substitutions-Diskussion nicht negieren; im folgenden steht dennoch das CO₂ im Vordergrund - das, woran erinnert sei, zu mehr als 50 Prozent zum Treibhauseffekt beiträgt; dabei soll die Bandbreite der möglichen und zugleich realistischen Reduzierungskriterien betrachtet werden.

Zuvor ist noch ein Blick auf die in der Welt höchst ungleichen Pro-Kopf-Emissionen an CO₂ erforderlich, weil ein Teil des Disputs auf eben diese Ungleichheit abstellt. *Abbildung 4* faßt die entsprechenden Daten über einige Länder und Ländergruppen zusammen.

Abbildung 4: CO₂-Emissionen pro Kopf (fossile Brennstoffe), ausgewählte Länder und Ländergruppen, 1987



Quelle: Grubb 1989, S. 16.

Bei der Festlegung solcher Kriterien dürften zwei internationale Abkommen wichtige Bezugspunkte abgeben: die ECE-Konvention über weiträumige Luftverschmutzung und das Montrealer Protokoll (so auch Hartje 1989).

Bei der *ECE-Konvention* hatte sich zunächst eine kleine Zahl der ECE-Länder zu einem »30 %-Club« der Schwefeldioxid-Reduzierung zusammengefunden, dem nach und nach die anderen Länder beitraten. Entscheidend für diesen umweltpolitischen Erfolg war neben dem lokalen und regionalen Problemdruck (vor allem: »Waldsterben«), der Unterstützung durch die Wählerschaft, dem Entstehen technischer Lösungen und der Finanzierungsmöglichkeit der erreichte Gruppenkonsens über das Verteilungskriterium: Jedes Land sollte die SO₂-Emissionen um den *gleichen* Prozentsatz von 30 Prozent verringern (natürlich nach heftiger Diskussion der Fragen, ob auch die akkumulierten Emissionen, die Export/Import-Situation usw. mitberücksichtigt werden sollten). Damit war die Ausgangslage legitimiert, Vorleistungen oder geographische Besonderheiten wurden nicht berücksichtigt. Dies ist das

Verteilungskriterium I:

*Proportional gleiche Reduzierungsrate für alle Länder
bezogen auf die Ausgangslage (und ein Bezugsjahr)*

Auch das *Montrealer Protokoll* sieht eine proportional gleiche Reduzierungsrate vor (zunächst 50 Prozent, später 100 Prozent), läßt jedoch eine Ausnahme (zeitlich befristet) für die Entwicklungsländer zu. Die Entwicklungsländer wurden von der Reduzierungspflicht ausgenommen, weil sie sie als unfair einschätzten; die Industrieländer hätten durch die FCKW-Emissionen der Vergangenheit die Ozonschicht geschädigt, so daß den Entwicklungsländern Proportionalität in der Pflichtenübernahme nicht zuzumuten sei, ja sie hätten ein Emissionsrecht für die Zukunft. Eine solche Argumentationsweise begründet das

Verteilungskriterium II:

*Proportional gleiche Reduzierungsrate für eine Gruppe
von Ländern (Industrieländer) bei Festlegung einer
Grenze bzw. Rate der noch zulässigen Emissionszunahme für
die andere Gruppe (Entwicklungsländer)*

Das Montrealer Protokoll gestattet den Entwicklungsländern einen Anstieg der FCKW-Produktion bis auf 0,3 Kilogramm pro Kopf für zehn Jahre zu und sieht dann eine Reduzierung auf 50 Prozent vor. Die Reduzierung von FCKW erfordert im Vergleich zu einer Reduzierung von CO₂-Emissionen

eher geringfügige Anpassungen (monopolartige Produktionsverhältnisse, Substituierbarkeit von Stoffen, niedriges Ausgangsniveau). Bei der Klimakonvention bzw. dem CO₂-Protokoll sind die notwendigen Anpassungen erheblich umfassender und weitreichender, zahlreiche Techniken, Produkte und Wirtschaftszweige sind betroffen. Die Industrieländer werden ihre eigenen *absoluten* Reduzierungspflichten gegen die *relativen* Reduzierungspflichten (Zuwachsrate der CO₂-Emissionen) der Entwicklungsländer verhandeln wollen. Neben den laufenden Emissionen wird es den Entwicklungsländern auch (und besonders?) um die historischen, in der Erdatmosphäre akkumulierten Emissionen gehen. Je stärker solche (und weitere?) Verteilungsargumente in den Vordergrund der Verhandlungen rücken, um so höher ist die Wahrscheinlichkeit, daß eine gemeinsame (beidseitige) Reduzierung nicht vereinbart wird. Dies macht ein Kriterium der Gleichbehandlung attraktiv, das von den Entwicklungsländern akzeptiert werden könnte, nämlich gleiche CO₂-Emissionen pro Kopf der Bevölkerung. So lautet

Verteilungskriterium III:

Jedes Land hat ein Emissionsrecht, das sich aus der angestrebten (reduzierten) globalen Emissionsmenge pro Kopf der Weltbevölkerung multipliziert mit der eigenen Bevölkerungszahl ergibt.

Nach diesem Kriterium würden die Länder, die die angestrebte CO₂-Emissionsmenge überschreiten (Industrieländer), entsprechende Reduzierungspflichten haben; die Länder, die diese Mengen unterschreiten (Entwicklungsländer), könnten zusätzlich emittieren. Dieses Kriterium stellt somit auf Fairneß ab, legitimiert also nicht die gegenwärtige Belastungssituation, sondern bewirkt (drastische) Umverteilung im Nord-Süd-Kontext.

Aus der Differenz zwischen vereinbarten Emissionsrechten und laufenden Emissionen ergeben sich die Reduzierungspflichten bzw. Anpassungserfordernisse, die wegen der unterschiedlichen Differenzen für die beteiligten Länder zu unterschiedlichen Prozentsätzen der Reduzierung (Industrieländer) bzw. Erhöhung (Entwicklungsländer) führen. Bei Einführung dieses Kriteriums würden Besonderheiten wie geographische Lage, Größe des Landes, Ressourcenausstattung, Kostenunterschiede usw. generell nicht berücksichtigt - was für den Ablauf der Verhandlung des CO₂-Protokolls jedoch ein weites Feld des *bargaining* eröffnen mag.

Bei Anwendung der Verteilungskriterien I bis III auf die in Tabelle 4 vorgestellten unterschiedlichen Szenarien ergeben sich Größenordnungen der

Reduzierung bzw. Umverteilung zwischen Industrie- und Entwicklungsländern, wie sie in *Tabelle 8* zusammengefaßt sind.

Tabelle 8: Verteilung der zulässigen Emission von CO₂ aus fossilen Brennstoffen zwischen Industrie- und Entwicklungsländern: Drei Szenarien, drei Verteilungskriterien

	Globale Emissionen in Mrd. t	Zulässige Emissionen der			
		Industrieländer in Mrd. t	in %	Entwicklungsländer in Mrd. t	in %
<i>Szenario A: Bach, 1988</i>					
Ausgangslage 1982:	17,4	12,6	72,4	4,8	27,6
Ziel im Jahre 2100:	0,008				
Verteilung nach					
Kriterium I		0,0054	72,4	0,0021	27,6
Kriterium II		0,0022		5,3 ^a	
Kriterium III ^b		0,0019	25,3	0,0056	74,7
<i>Szenario B: EPA, 1989</i>					
Ausgangslage 1982:	17,4	12,6	72,4	4,8	27,6
Ziel im Jahre 2100:	12,2				
Verteilung nach					
Kriterium I		8,8	72,4	3,4	27,6
Kriterium II		6,9	56,5	5,3 ^a	43,5
Kriterium III ^c		3,1	25,3	9,1	74,7
<i>Szenario C: Mintzer, 1987</i>					
Ausgangslage 1982:	17,4	12,6	72,4	4,8	27,6
Ziel im Jahre 2075:	34,6				
Verteilung nach					
Kriterium I		25,1	72,4	9,5	27,6
Kriterium II		19,0	54,9	15,6	45,1 ^e
Kriterium III ^d		8,7	25,3	25,9	74,7

Anmerkungen:

a = absoluter Anstieg um 10 %; b = pro Kopf 1,6 kg CO₂; c = pro Kopf 2,5 t CO₂; d = pro Kopf 7,2 t CO₂; e = Anstieg des Anteils um 100 %.

Quelle: Zusammengestellt nach Hartje 1989.

Technisch und ökonomisch ist die Reduzierung der CO₂-Emissionen durch eine Fülle von Maßnahmen und Vorkehrungen möglich (vgl. Goldemberg et al. 1987; Kats 1989; Lashof/Tirpak 1990; Lovins et al. 1982), die in unterschiedlichem Maße in diese Szenarien eingeflossen sind (so bereits in Teil I erwähnt):

- Reduzierung des Verbrauchs fossiler Brennstoffe durch Erhöhung der Effizienz der Energienutzung, insbesondere bei Transportenergie, Elektrizität, Heizenergie;
- Substitution der emissionsreichen durch emissionsarme Brennstoffe;
- Installation neuer Energiegewinnungstechniken, wie Blockheizkraftwerke, Fernwärme, Fernkühlung, Gasturbinen;
- Substitution fossiler Brennstoffe durch erneuerbare Energien, wie insbesondere Biomasse, Windenergie, Photovoltaik, Wasserstoff;
- technische Nachrüstung bzw. Umrüstung der Kraftwerke auf fossiler Basis (Entschwefelung, Entstickung) und der Motoren (Katalysatoren) usw.

(Die in jüngster Zeit ins Gespräch gebrachte Erhöhung des Atomenergieanteils ist angesichts der ungelösten Sicherheits-, Weitergabe- und Entsorgungsprobleme und der vermutlich unlösbaren Kostenprobleme meines Erachtens keine Alternative, schon gar nicht für die Entwicklungsländer, in denen es bisher ja ohnehin, von Brasilien, China und Indien abgesehen, keine Atomkraftwerke gibt.)

Es ist also mehr angesagt als nur eine allmähliche Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch; mittel- und langfristig ist aus ökologischen Gründen nur noch ein Wirtschaftswachstum akzeptabel, bei dem Energieverbrauch und Umweltbelastung auch absolut zurückgehen. Auf diese Fragen nach Wirtschaftsstil und Produktionstechnik näher einzugehen, sehe ich hier allerdings nicht als meine Aufgabe an (vgl. dazu Simonis, 1990b).

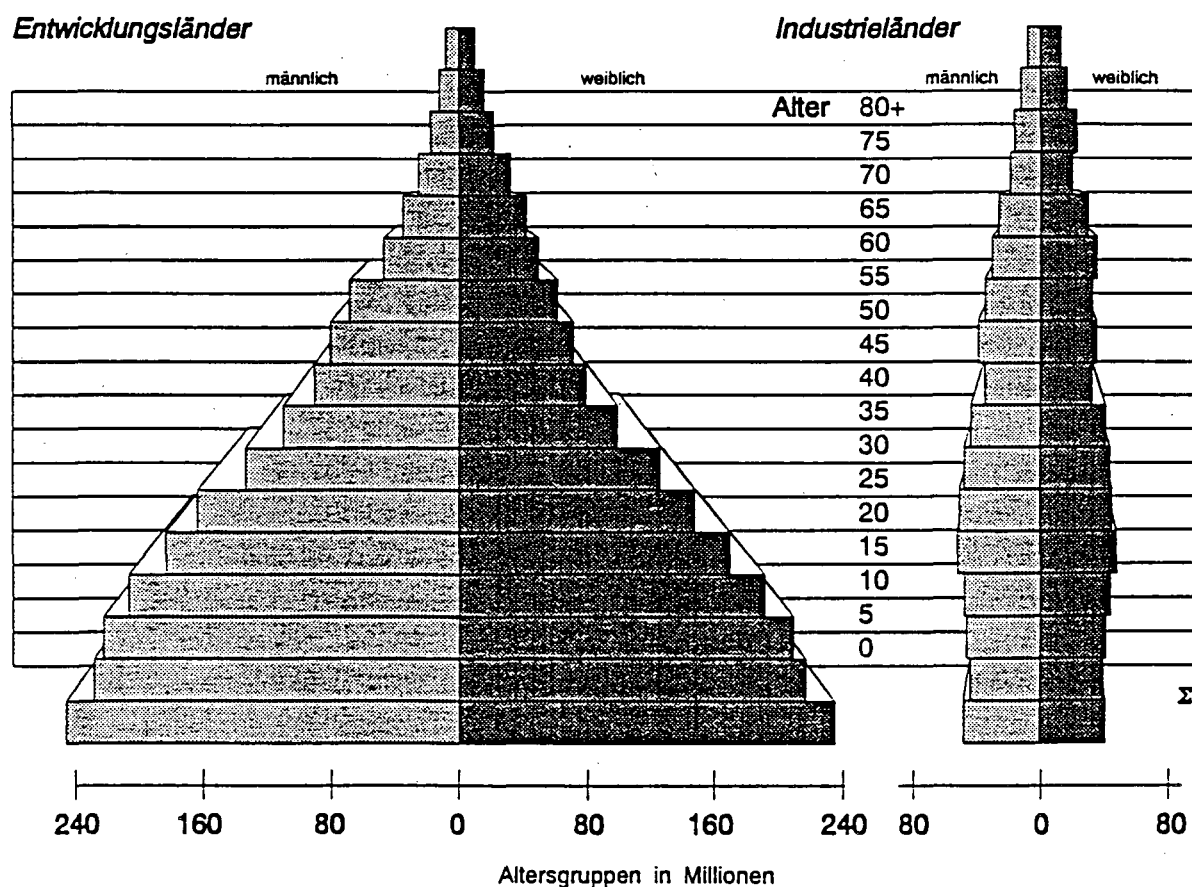
Bisher war, wie sicherlich bemerkt wurde, nur von CO₂-Emissionen aus *fossilen Brennstoffen* die Rede. Hier geht es um Einfrieren und um Reduzierungsraten. Bei CO₂-Emissionen aus *biotischen Quellen* geht es dagegen um Trendumkehr, um negative Wachstumsraten. Nur eine Emissionsminderung anzustreben, wäre angesichts der praktisch möglichen Netto-Bindung von Kohlenstoff in der Biomasse zu bescheiden. Selbst die Anwendung des oben genannten Verteilungskriteriums III ist hier nicht sinnvoll, da positive Emissionen hinter der Möglichkeit von negativen Emissionen pro Kopf (z.B. Ausweitung der Kohlenstoff-Senken durch Wieder-Aufforstung) zurückbleiben. Wenn ein vollständiger Stop der Entwaldung, insbesondere der Vernichtung der ökologisch sensiblen tropischen Regenwälder, nicht ohnehin aus ökonomischem Eigeninteresse der betreffenden Länder zustande kommt oder nur durch internationale Verhandlungen für möglich erachtet wird, könnte dabei

ein *zusätzliches* Kriterium darin bestehen, die Verpflichtung zum Stop der Entwaldung in Entwicklungsländern mit einer Verpflichtung zur Netto-Aufforstung in Industrieländern (z.B. auf stillgelegten landwirtschaftlichen Flächen) zu koppeln.

Eine andere Möglichkeit besteht in der unmittelbaren Verknüpfung mit dem oben diskutierten Emissionsrecht auf CO₂ aus fossilen Quellen: *Biotische* Emissionen (aus Brandrodung, Entwaldung, Änderung der Bodennutzung) reduzieren das Recht auf Pro-Kopf-Emission an CO₂ aus *fossilen* Quellen - und umgekehrt: Netto-Aufforstung erhöht es.

Für die erfolgreiche Ausgestaltung der globalen Klimakonvention könnte ein *weiteres* Verteilungskriterium Bedeutung erlangen: ein Alterskriterium (vgl. Grubb 1989). Die Bevölkerungsstruktur der Entwicklungsländer ist von der der Industrieländer bekanntlich sehr verschieden; *Abbildung 5* gibt einen ungefähren Eindruck der Situation.

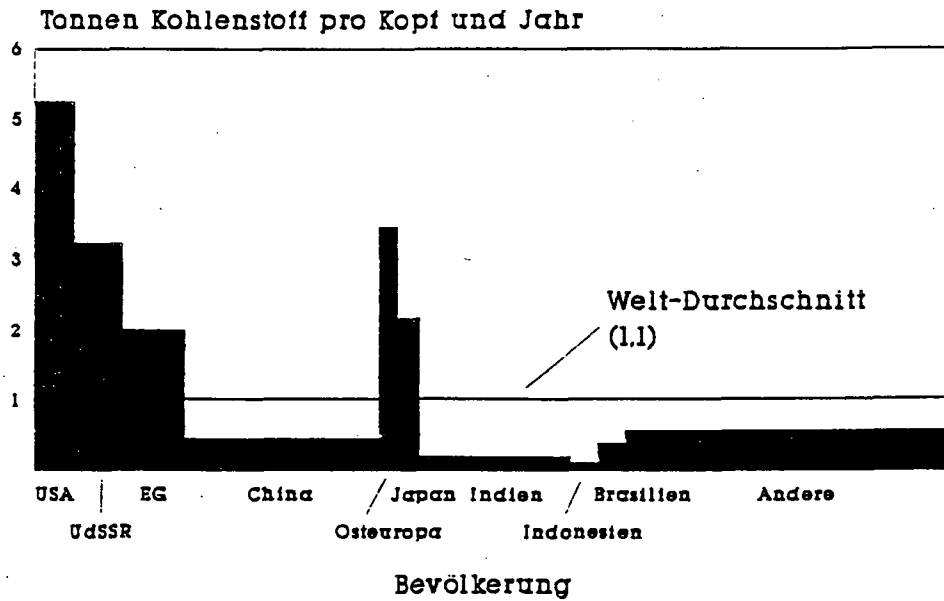
Abbildung 5: Altersstrukturen der Bevölkerung, 1980



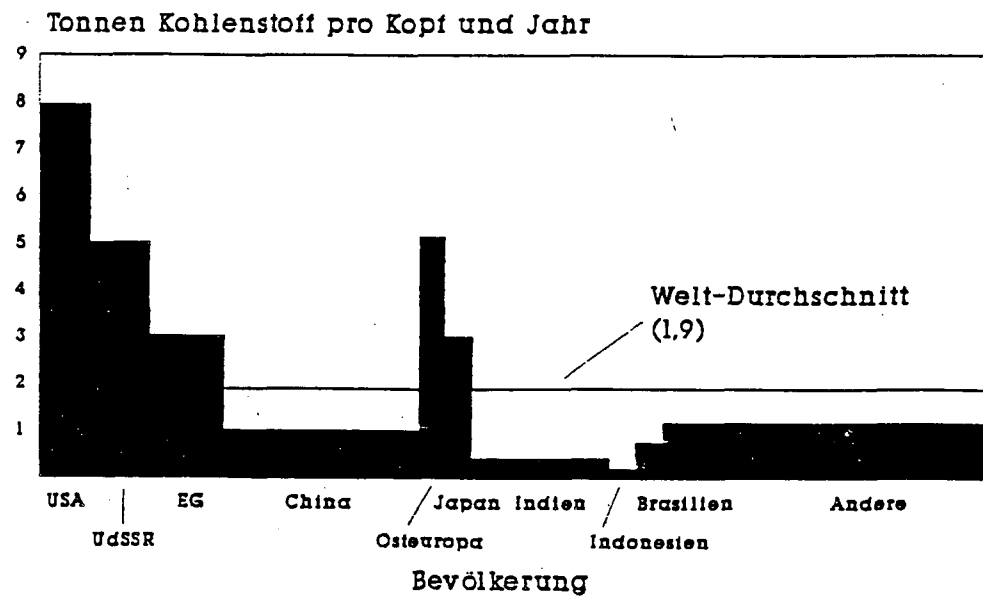
Quelle: nach Grubb 1989, S. 39.

Abbildung 6: Pro-Kopf-Emissionen, Emissionsrechte, Mindestalter

(a) ohne Altersrestriktion



(b) Mindestalter 21 Jahre



Quelle: Grubb 1989, S. 38.

Angesichts der im Durchschnitt erheblich jüngeren Bevölkerung in den Entwicklungsländern liegen in einem generellen Pro-Kopf-Emissionsrecht ökologisch gesehen möglicherweise falsche Anreize, nämlich die vorhandenen Re-

duzierungspotentiale nicht oder erst verspätet anzugehen und weiterhin ein hohes Bevölkerungswachstum beizubehalten. Von den Industrieländern könnte daher das Kriterium eines Mindestalters (»Erwachsenenrecht auf Verschmutzung«) in die Diskussion gebracht werden, wodurch sich ihre eigenen Reduzierungspflichten verringern (bzw. ihre Pro-Kopf-Emissionen erhöhen) ließen.

Abbildung 6 (S. 54) zeigt die Größenordnung, um die es bei der Einführung eines Alterskriteriums von 21 Jahren in die Verhandlungen um ein CO₂-Pro-Kopf-Emissionsrecht zwischen Nord und Süd in etwa gehen würde. (Eine Alternative zu diesem Kriterium wäre, daß man nicht die laufenden Emissionen, sondern die Emissionen eines weiter zurückliegenden Jahres, beispielsweise 1980, als Ausgangsbasis wählte.)

Fazit: Verteilungsfragen sind bekanntlich Machtfragen. Deshalb sollte ein möglichst einfaches, allgemein einleuchtendes (und als gerecht empfundenenes) Leitkriterium für die CO₂-Reduzierungsstrategie postuliert werden. Die entsprechenden Möglichkeiten wurden oben aufgezeigt.

5. Von hier nach dort

5.1 Das Wesentliche

Auf dem Weg zur Umsetzung der globalen *Klimakonvention* bzw. der entsprechenden *Protokolle* sind viele Schritte denkbar, andere sind unbedingt erforderlich. Ich will nur einige davon stichwortartig nennen:

- Globales Ökologiebewußtsein muß geschaffen werden, es entsteht nicht von allein (Grubb 1989; Nitze 1990). Und dies gilt nicht nur für China oder Brasilien, sondern auch und besonders für die USA, die beim FCKW-Problem »Vorreiter« waren (*ozone diplomacy*), beim CO₂-Problem aber die »Bremser« spielen (*climate confrontation*).
- Die direkte und indirekte Subventionierung der Klimaveränderung muß gestoppt werden; insbesondere die Energiepreise sollten »die ökologische Wahrheit« sagen (vgl. von Weizsäcker 1992).
- Die Zukunft muß in die Gegenwart einbezogen werden (vgl. Brown-Weiss 1989; Daly/Cobb 1989). Nach einer konventionellen Kosten-Nutzen-Ana-

lyse wären, wie Kenneth Boulding einmal gesagt hat, die nordamerikanischen »Redwoods« niemals entstanden, und um die »Spotted Owl« würde sich niemand kümmern. Auch die Regenwälder hätten bei Zugrundelegung konventioneller Diskontierungsmethodik vermutlich keine Erhaltungschance - und mit ihnen der Großteil der noch verbliebenen Arten, die »globale Biodiversität«.

- In die Nord-Süd-Beziehungen muß mehr »ökologischer Durchblick« und auch mehr »grüne Konditionalität« einziehen (vgl. Pearce et al. 1989). Die UN-Konferenz in Rio de Janeiro 1992 hat hierzu einen entscheidenden Beitrag, vielleicht einen Durchbruch geleistet; der Brundtland-Bericht 1987 wird inzwischen weltweit diskutiert (vgl. Harborth 1991), auch der Nyerere-Bericht 1990 ist ein wenig »grün«.
- Die »positiven Linkages« der globalen Klimakonvention müssen aufgezeigt und instrumentalisiert werden. Wenn sie nicht ohnehin stattfinden, muß man »Positivsummenspiele« veranstalten (vgl. Streeten 1989; Tisdell 1988): Reduzierungsstrategien können zum Beispiel Effizienzstrategien sein; Energieeinsparung oder Aufforstung dienen nicht nur der Produktion eines globalen öffentlichen Gutes »stabiles Klima«, sie können auch nationalen und sozialen Zielen dienen, wie Entlastung der Zahlungsbilanz, Gesundheit und Produktivität der Menschen.
- Das ökonomische Rechnungswesen muß reformiert und ergänzt werden durch Energie- und Ressourcenbilanzen, durch ein Satellitensystem zur Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung; auch ein überzeugender »Environmental Quality Report« ist denkbar (vgl. Brown et al. 1985 ff.; OECD 1991), der ähnlich wichtig werden könnte wie z.B. der »Human Development Report« des UNDP.
- Daß das Thema Ökologie in den internationalen Institutionen, die im Nord-Süd-Kontext von zentraler Bedeutung sind (wie insbesondere Weltbank, IMF, GATT), angesichts der allgemeinen Umweltgefährdung Teil der Kultur werden sollte, daß diese Institutionen ein ökologisches Mandat erhalten müssen (*corporate identity*), ist andiskutiert worden. Die Vereinten Nationen - und damit UNEP - sollten weiter gestärkt, über ein »Umwelt-Hilfswerk« müßte jetzt (nach den ökologischen Katastrophen am Golf, in Äthiopien und Bangladesch) diskutiert und entschieden werden.
- Last but not least: Der FCKW-Prozeß (die Wiener Konvention und das Montrealer Protokoll) sollte intensiv studiert und diskutiert werden

(glänzend geeignet hierzu: Benedick 1991). Er ist, bei aller möglichen Kritik an Details, eine politik-diplomatische, eine konsens-stiftende internationale Innovation. Dies war das Stichwort für eine eher theoretische Schlußbetrachtung.

5.2 Eine brauchbare Theorie?

Peter M. Haas hat in bezug auf globale Umweltprobleme im allgemeinen und das Montrealer Protokoll im besonderen eine »Erkenntniskonsens-Theorie« (*epistemic consensus*) formuliert (Haas 1990, S. 347 ff.). Nach seiner (und meiner) Auffassung haben sich substantielle Änderungen in der Entwicklung internationaler Umweltregime ergeben. Diese »Evolution umweltpolitischer Lösungskompetenz« kann als kollektiver Lernprozeß verstanden werden, der Hardins Tragödien-Theorie (*tragedy of the commons*) widerlegen könnte (Hardin 1968).

In diesem Entwicklungsprozeß haben »erkenntnisschaffende Gruppen« (*epistemic communities*) transnationale Netzwerke gebildet, die politisch relevant wurden durch ihr autoritatives Wissen - und die motiviert sind durch gemeinsame prinzipielle Überzeugungen. Es sind ziel-suchende Akteure, die sowohl eine bedeutsame Rolle beim »Besetzen« von Themen als auch beim institutionellen Lernen spielen (vgl. auch Lipton 1985). Nicht nur politische Entscheidungsträger, sondern wissenschaftliche Experten sind wichtig zur Verringerung der bestehenden Unsicherheiten - dies besonders bei Fragen mit geringer Wahrscheinlichkeit aber hohem Risiko. In solchen Fällen sind die traditionellen Entscheidungsträger eher konsultationsbereit, sie delegieren Verantwortung auf Experten.

Bei Umweltthemen bezog und bezieht sich die Arbeit der »erkenntnisschaffenden Gruppen« auf Stoffe und Substanzen, die reguliert werden müssen, auf die anzuwendenden Methoden, aber auch auf die Werte, die Politik zielorientiert machen. Diese *epistemic communities* haben einen unterschiedlichen, gelegentlich hybriden Hintergrund, bei durchwegs holistischem Grundverständnis. Traditionelle Deutungsmuster von Ungleichheit und Dominanz werden abgelehnt und nicht reproduziert, Internationalität und Globalität sind entscheidende Eckwerte des eigenen Verhaltens.

Wenn solche Netzwerke entstehen und wenn sie Zugang zu den politischen Entscheidungsträgern aufrechterhalten können, dann haben globale

Konventionen und Protokolle eine Effizienzgarantie. Weder »gemeinsame Interessen« per se (der Grundgedanke des Brandt-Berichts), noch »Nachhaltigkeit der Entwicklung« (der Brundtland-Bericht), noch »Aktivierung der Eigenverantwortung« (der Nyerere-Bericht) allein verbessern die Chancen für internationale Kooperation, Kooperation hängt vielmehr entscheidend ab von der Art und Stärke des inhaltlichen Konsenses in der *community*.

Peter M. Haas sieht diese seine Theorie im FCKW-Prozeß verifiziert: Politikaktion war heraufbeschworen von einer ökologischen Krise (»Ozonloch«); internationale Experten bestimmten die Bandbreite der Politikalternativen, über die Diplomaten miteinander verhandelten; und als die Mitglieder dieser *community* ihre Positionen mit den nationalen Regierungen konsolidiert hatten, unterstützten diese die Abkommen.

Ob diese Theorie für den »Treibhauseffekt« zutrifft und bei der Umsetzung der globalen Klimakonvention verifiziert werden kann, ist aber offen. Während eine lockere Form einer *epistemic community* besteht bzw. im Entstehen begriffen ist, ist der interne Konsens auch nicht annähernd so stark wie im Falle des »Ozoneffektes«; die *community* ist eher gespalten: Es gibt die *Präventionisten*, die für sofortige und durchgreifende Aktion plädieren, um die Klimaveränderung zu vermeiden oder zumindest zu begrenzen; und es gibt die *Adaptationisten*, die für langsame und allmähliche Anpassung an die ohnehin eintretende, nicht vermeidbare Klimaveränderung eintreten ...

III. Aktuelle Bibliographie: Globale Umweltprobleme

- Ahuja, D.R.: Estimating National Contributions of Greenhouse Gas Emissions: The CSE-WRI Controversy. In: *Global Environmental Change*, June 1992, S. 83-87
- Ariansson, B./Svedin, U. (Hg.): *Towards an Ecologically Sustainable Economy*, Stockholm, 1990
- Arrhenius, E.A./Waltz, T.W.: *The Greenhouse Effect: Implications for Economic Development*, World Bank Discussion Paper 78, Washington, D.C., 1990
- Ausubel, J.: *Economics in the Air. An Introduction to Economic Issues of the Atmosphere and Climate*. In: *Climate Constraints and Human Activities*; IIASA Proceedings, Vol. 10, Oxford, 1980
- Ausubel, J.H./Sladovich, H.E. (Hg.): *Technology and Environment*, Washington, D.C., 1989
- Ayres, R.U.: *Energy Efficiency in the US Economy: A New Case for Conservation*. IIASA Publications, Laxenburg, 1989
- Ayres, R.U./Simonis, U.E. (Hg.): *Industrial Metabolism. Restructuring for Sustainable Development*, Tokyo, 1993
- Bach, W.: *Gefahr für unser Klima. Wege aus der CO₂-Bedrohung durch sinnvollen Energieeinsatz*, Karlsruhe, 1982
- Bach, W. (Hg.): *Carbon Dioxide: Current Views and Developments in Energy-Climate Research*, New York, 1983
- Bach, W./Jain, A.K.: *Von der Klimakrise zum Klimaschutz*, Münster: Institut für Geographie, 1991 (erneuert von Manuskript 1988)
- Barth, M.C./Titus, J.G. (Hg.): *Greenhouse Effect and Sea Level Rise: A Challenge for this Generation*, New York, 1984
- Baseler Konvention über die Kontrolle des grenzüberschreitenden Verkehrs mit Sonderabfällen und ihrer Beseitigung. In: *Stiftung Entwicklung und Frieden: Die Umwelt bewahren*, Bonn, 1989, S. 143-172
- Benedick, R.E.: *Lessons from the »Ozone Hole«*. In: *EPA Journal*, Vol. 16, 2, 1990, S. 18-22
- Benedick, R.E.: *Ozone Diplomacy. New Directions in Safeguarding the Planet*, Cambridge, Mass., London, 1991
- Bergen Ministerial Declaration on Sustainable Development in the ECE Region, Bergen, 16. May 1990
- Berkes, F. (Hg.): *Common Property Resources: Ecology and Community-Based Sustainable Development*, London, 1989
- Bertam, I.G./Stephens, R.J./Wallace, C.C.: *The Relevance of Economic Instruments for Tackling the Greenhouse Effect. Report to the New Zealand Ministry of the Environment*, Auckland, August 1989

- Bolin, J. et al. (Hg.): The Greenhouse Effect, Climate Change, and Ecosystems: SCOPE 29. New York, 1986
- Bonus, H.: Umweltpolitik in der Sozialen Marktwirtschaft. In: Aus Politik und Zeitgeschichte, B 10/91, 1. März 1991, S. 37-46
- Broecker, W.: Unpleasant Surprises in the Greenhouse? In: Nature, 328, 1989, S. 123-126
- Bromley, D.W.: Economic Interests and Institutions, Oxford, 1989
- Brown, L. et al.: State of the World. A Worldwatch Institute Report on Progress Towards a Sustainable Society, New York, 1985, etc.; deutsch: Zur Lage der Welt. Daten für das Überleben unseres Planeten, Frankfurt am Main, 1987, etc.
- Brown-Weiss, E.: In Fairness to Future Generations. In: Environment, Vol. 32, 3, 1990, S. 7-11, 30-31
- Brown-Weiss, E.: In Fairness to Future Generations. International Law, Common Patrimony, and Intergenerational Equity, Tokyo, New York, 1989
- Büttner, S.: Solare Wasserstoffwirtschaft. Königsweg oder Sackgasse, Frankfurt am Main etc., 1991
- Burtraw, D./Toman, M.A.: Equity and International Agreements for CO₂ Containment. RFF Discussion Paper, Washington, D.C., 1991
- Caldwell, L.: International Environmental Policy. Emergence and Dimensions, Durham, N.C., 1984
- Carrol, J. (Hg.): International Environmental Diplomacy, Cambridge, Mass., 1988
- Chandler, W.U. (Hg.): Carbon Emission Control Strategies: Case Studies in International Cooperation, Washington, D.C., 1990
- Chandler, W.U. et al.: Energy Efficiency: A New Agenda, Washington, D.C., 1988
- Cicerone, R.J./Osenland, R.S.: Biogeochemical Aspects of Atmosphere Methane. In: Global Biogeochemical Cycles, Vol. 2, 1988, S. 299-327
- Clark, W.C./Munn, R.E. (Hg.): Sustainable Development of the Biosphere, Cambridge, London, 1986
- Cline, W.R.: The Greenhouse Effect: Global Economic Consequences, Washington, D.C.: Institute for International Economics, 1992
- Committee for Development Planning: Elements of an International Development Strategy for the 1990s, New York, 1989
- Committee on Science, Engineering, and Public Policy: Policy Implications of Greenhouse Warming. National Academy of Sciences, Washington, D.C., 1991
- Commoner, B.: The Closing Circle, New York, 1974
- Conable, B.B.: Development and the Environment. In: International Environmental Affairs, Vol. 2, 1, 1990, S. 3-13
- Conservation Foundation: State of the Environment. A View Towards the Nineties, Washington, D.C., 1987
- Council of the European Communities: Directive on the Limitation of Emissions on Certain Pollutants into the Air from Large Combustion Plants, 88/609/EEC, 24. November 1988
- Council on Environmental Quality (Hg.): The Global 2000 Report to the President, Washington, D.C., 1980; deutsch: Global 2000. Der Bericht an den Präsidenten, Frankfurt am Main, 8. Auflage, 1986

- Grützen, P.J./Müller, M.: Das Ende des blauen Planeten? Der Klimakollaps: Gefahren und Auswege, München, 1989
- Cuyvers, L.: Ocean Uses and Their Regulation, New York, 1984
- D'Arge, R.C./Schulze, W.D./Brookshire, D.S.: Carbon Dioxide and Intergenerational Choice. In: American Economic Review, Vol. 72, 2, 1982, S. 251-256
- Daily, G.C./Ehrlich, P.R./Mooney, H.A./Ehrlich, A.H.: Greenhouse Economics. Learn before you leap. In: Ecological Economics, Vol. 1, 4, 1991, S. 1-10
- Daly, H./Cobb, J.R.: For the Common Good. Redirecting the Economy Toward Community, the Environment and a Sustainable Future, Boston, 1989
- Darmstadter, J./Plantinga, A.J.: The Economic Cost of CO₂ Mitigation: A Review of Estimates for Selected World Regions. RFF Discussion Paper, Washington, D.C., 1991
- Dietz, F./Simonis, U.E./van der Straaten, J. (Hg.): Sustainable Development and Environmental Policy, Berlin, 1992
- Dorfman, R.: Protecting the Global Environment: An Immodest Proposal. In: World Development, Vol. 19, 1, 1991, S. 103-110
- Dornbusch, R./Poterba, J.M. (Hg.): Global Warming: Economic Policy Responses, Cambridge, Mass., 1991
- Eddy, J.A./Malone, T.F./McCarthy, J.J./Rosswall, T. (Hg.): Global Change System for Analysis, Research and Training (START). IGBP Report No. 15. Boulder, Col., 1990
- Ehrlich, P.R./Ehrlich, A.: The Population Explosion, London, Sydney, 1990
- El-Hinnawi, E./Hashmi, M.H.: Global Environmental Issues, Dublin, 1982
- Enquête-Kommission »Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre« des Deutschen Bundestages (Hg.): Schutz der Erdatmosphäre. Eine internationale Herausforderung, 3. erweit. Auflage, Bonn, Karlsruhe, 1990a (auch in Englisch)
- Enquête-Kommission »Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre« des Deutschen Bundestages (Hg.): Schutz der Tropenwälder. Eine internationale Schwerpunktaufgabe, Bonn, Karlsruhe, 1990b (auch in Englisch)
- Enquête-Kommission »Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre« des Deutschen Bundestages (Hg.): Schutz der Erde. Eine Bestandaufnahme mit Vorschlägen zu einer neuen Energiepolitik, Teilband I und II, Bonn, Karlsruhe, 1991 (available also in English)
- EPA (Environmental Protection Agency): Policy Options for Stabilizing Global Climate Change. Report to Congress, Washington, D.C., 1989
- Escaping the Heat Trap. Declaration of Non-Governmental Organizations at the Hamburg Climate and Development Congress, Hamburg, November 1988
- Everest, D.: The Greenhouse Effect: Issues for Policy Makers, London, 1988
- Feeny, D./Berkes, F./McCay, B.J./Acheson, J.M.: The Tragedy of the Commons: Twenty-Two Years Later. In: Human Ecology, Vol. 18, 1, 1990, S. 1-19
- Fischer, G.: Heat Pollution and Global Warming. In: Environmental Conservation, Vol. 17 (2), 1990, S. 117-122
- Flavin, C.: Slowing Global Warming: A Worldwide Strategy, Worldwatch Paper 91, Washington, D.C., 1988
- Fußer, A. (Hg.): Verpackungen. Umweltbelastungen und Strategien der Vermeidung, Karlsruhe, 1990

- Gehring, Th.: Das internationale Regime zum Schutz der Ozonschicht. In: Europa Archiv, 23, 1990, S. 703-712
- Gerlach, L./Rayner, St.: Managing Global Climate Change: A View from the Social and Decision Sciences. Oak Ridge National Laboratory. Report No. ORNL/6390, April 1988
- Glantz, M. (Hg.): Forecasting by Analogy. Societal Responses to Regional Climate Change, Boulder, Col., 1988a
- Glantz, M. (Hg.): Societal Responses to Regional Climatic Change, Boulder, Col., 1988b
- Glantz, M./Katz, R./Krenz, M. (Hg.): The Societal Impacts Associated with the 1982-83 Worldwide Climate Anomalies, National Center for Atmospheric Research, Boulder, Col., 1987
- Glantz, M./Price, M.F./Krenz, M.E.: Report of the Workshop »On Assessing Winners and Losers in the Context of Global Warming«. St. Julians, Malta, S. 18-21, June 1990, Boulder, Col. 1990
- Global Environment Monitoring System (GEMS): Assessment of Urban Air Quality, London, 1988
- Goldemberg, J. et al.: Energy for a Sustainable World, World Resources Institute, Washington, D.C., 1987
- Goldstein, W./Mohnen, V.A.: Global Warming Debate in the USA. In: Futures, January/Februar 1992, S. 37-53
- Gore, A.: Wege zum Gleichgewicht. Ein Marshallplan für die Erde, Frankfurt am Main, 1993
- Grubb, M. (Hg.): Energy Policies and the Greenhouse Effect, Aldershot, 1990
- Grubb, M.: The Greenhouse Effect: Negotiating Targets. In: International Affairs, Vol. 66, 1, 1990, S. 67-89
- Grubb, M.: The Greenhouse Effect: Negotiating Targets, London, 1989
- Günther, A.: CO₂-Gefahr und eine rationale Energiepolitik. In: Umwelttechnik, Nr. 24, 1990, S. 15
- Haas, P.M.: Do Regimes Matter? Epistemic Communities and Mediterranean Pollution Control. In: International Organization, Vol. 43, 3, 1989, S. 377-403
- Haas, P.M.: Obtaining International Environmental Protection Through Epistemic Consensus. In: Millennium Journal of International Studies, Vol. 19, 3, 1990, S. 347-363
- Haas, P.M.: Saving the Mediterranean: The Politics of International Environmental Cooperation, New York, 1990
- Hahn, R.W./Hester, G.L.: Marketable Permits: Lessons for Theory and Practice. In: Ecology Law Quarterly, Vol. 16, 36, 1989
- Hampson, F.O.: Climate Change: Building International Coalitions of the Like-minded. In: International Journal, Vol. 45, 1, Winter 1989-90, S. 36-74
- Hansen, U.: Delinking of Energy Consumption and Economic Growth. In: Energy Policy, September 1990, S. 631-640
- Hao, W.M./Liu, M.H./Crutzen, P.J.: Estimates of Annual and Regional Releases of CO₂ and Other Trace Gases to the Atmosphere from Fires in the Tropics. In: Proceedings of the Third International Symposium on Fire Ecology, Berlin, New York, 1991
- Harborth, H.J.: Dauerhafte Entwicklung statt globaler Selbstzerstörung, 2. Aufl., Berlin, 1993

- Hardin, G.: The Tragedy of the Commons. In: Science, 162, 1968, S. 1243-1248
- Hardin, G.: Why Plant a Redwood Tree? In: G.T. Miller (Hg.): Living in the Environment, 2nd ed., Belmont 1979, S. 206-209
- Hardin, G.: Filters Against Folly. How to Survive Despite Economists, Ecologists, and the Merely Eloquent, New York, 1987
- Harrison, P.: The Greening of Africa, Middlesex, 1987
- Hartje, V.J.: Theorie und Politik der Meeresnutzung, Frankfurt am Main, New York, 1983
- Hartje, V.J.: Studienbericht E9a. Verteilung der Reduktionspflichten. Problematik der Dritte-Welt-Staaten, Enquete-Kommission »Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre«, Ms., Berlin, 1989
- Heister, J./Michaelis, P.: Handelbare Emissionsrechte für Kohlendioxid. In: Zeitschrift für angewandte Umweltforschung, 4. Jg., 1, 1991, S. 68-80
- Hekstra, G.P.: Global Warming and Raising Sea Levels: The Policy Implications. In: The Ecologist, Vol. 19, 1, 1989, S. 4-15
- Herman, R./Ardekani, S.A./Ausubel, J.H.: Dematerialization. In: J.H. Ausubel/H.E. Slodovich (Hg.): Technology and Environment, Washington, D.C., 1989, S. 50-70
- Hoeller, P./Dean, A./Nicolaisen, J.: A Survey of Studies of the Costs of Reducing Greenhouse Gas Emissions, OECD, Department of Economics and Statistics, Working Papers, No. 89, Paris, Dezember 1990
- International Union for the Conservation of Nature (IUCN): World Conservation Strategy, Geneva, 1980; deutsch: Weltstrategie für die Erhaltung der Natur, Bonn, 1981
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change): Policymakers Summary of the Scientific Assessment of Climate Change. Report prepared for IPCC by Working Group I. June 1990a
- IPCC: Policymakers Summary of the Potential Impacts of Climate Change. Report prepared for IPCC by Working Group II. June 1990b
- IPCC: Policymakers Summary of the Formulation of Response Strategies. Report prepared for IPCC by Working Group III. June 1990c
- IPCC: Climate Change. The IPCC Scientific Assessment, Cambridge, 1991
- Jacobs, P./D.A. Munro (Hg.): Conservation with Equity: Strategies for Sustainable Development, Gland, 1987
- James, J.: Growth, Technology and the Environment in Less Developed Countries: A Survey. In: World Development, Vol. 6, 1978, S. 937-965
- Japanese Council of Ministers for Global Environment Conservation: Formulation of the Government's Policy on Global Warming, Tokyo, June 1990
- Jochem, E.: Reducing CO₂ Emissions. The West German Plan. In: Energy Policy, March 1991, S. 119-126
- Juda, L.: International Environmental Concern: Perspectives and Implications for the Developing States. In: D.W. Orr/M.S. Soroos (Hg.): The Global Predicament: Ecological Perspectives on World Order, Chapel Hill, 1979
- Kats, G.H.: Slowing Global Warming: The Potential for Energy Efficiency in Developing Countries, Conservation Foundation/WWF, Washington, D.C., 1989
- Kats, G.H.: Slowing Global Warming and Sustaining Development. In: Energy Policy, January/February 1990, S. 25-33

- Kay, D.A./Jacobson, H.K. (Hg.): Towards an Ecologically Sustainable Economy, Stockholm, 1990
- Kaye, G.D./Solem, K.E.: Decision Making for Global Problems. In: Futures, January/Februar 1992, S. 54-64
- Keepin, W./G.H. Kats: Greenhouse Warming: Comparative Assessment of Nuclear and Efficiency Abatement. In: Energy Policy, Vol. 16, 6, 1988, S. 538-561
- Kelly, M. et al.: Cities at Risk. Norwich, London, 1990
- Kemp, R./Soete, L.: The Greening of Technological Progress. In: Futures, June 1992, S. 437-457
- Kempton, W.: Lay Perspectives on Global Climate Change. Report No. 251. Center for Energy & Environmental Studies, Princeton University, Princeton, NJ, 1990
- Kocsis, G.: Wasser nutzen, verbrauchen oder verschwenden? Karlsruhe, 1988
- Kohler, D.F./Haaga, J./Camm, F.: Projections of Consumption of Products Using Chlorofluorocarbons in Developing Countries, Santa Monica, 1987
- Kommission der Europäischen Gemeinschaften: Zehn Jahre Umweltpolitik der Europäischen Gemeinschaften, Brüssel, 1984
- Kosobud, R.F./Daly, Th.A.: Global Conflict or Cooperation over the CO₂ Climate Impact, In: Kyklos, Vol. 37, 4, 1984, S. 638-655
- Kuhl, H.: Umweltressourcen als Gegenstand internationaler Verhandlungen, Frankfurt am Main, 1987
- Lalonde, B.: The International Dimension of Climate Change. In: International Environmental Reporter, January 30, 1991, S. 29-31
- Lang, W.: Diplomatie zwischen Ökonomie und Ökologie. In: Europa Archiv, 2, 1988, S. 108-120
- Lashof, D.A./Tirpak, D. (Hg.): Policy Options for Stabilizing Global Climate, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., 1990
- Lembke, H.H.: Umweltpolitik in der Nord-Süd-Dimension: UNCED 1992 und danach. In: Zeitschrift für angewandte Umweltforschung, 5. Jg., 3, 1992, S. 322-334
- Lipton, M.: Prisoner's Dilemma and Coase's Theorem: A Case for Democracy in Less Developed Countries. In: R.C.O. Matthews (Hg.): Economy and Democracy, London, 1985
- Lovins, A.B./Lovins L.H./Krause, F./Bach, W.: Least-Cost Energy. Solving the CO₂ Problem, Andover, Mass., 1982
- Lovins, A.B./Price, J.H.: Non-Nuclear Futures. The Case for an Ethical Energy Strategy, New York, London, 1975
- Lyman, F./Mintzer, I./Courrier, K./McKenzie, J.J.: The Greenhouse Trap: What We're Doing to the Atmosphere and How We Can Slow Global Warming. WRI Publications, Baltimore, MD, 1990
- Malone, T./Roederer, J.: Global Chance, Cambridge, Mass., 1985
- Managing Planet Earth, Special Issue. In: Scientific American, Vol. 261, No. 3, Sept. 1989
- Manne, A.S./Richels, R.G.: CO₂ Emission Reductions: An Economic Cost Analysis for the USA. In: The Energy Journal, Vol. 11 (2), 1990, S. 51-74
- Manne, A.S./Richels, R.G.: International Trade in Carbon Emission Rights: A Decomposition Procedure. In: American Economic Review, Vol. 81, 2, 1991, S. 146-150

- Marien, M.: Environmental Problems and Sustainable Futures. In: Futures, October 1992, S. 731-755
- Mathews, J.T. (Hg.): Preserving the Global Environment: The Challenge of Shared Leadership. WRI Publications, Baltimore, MD, 1990
- Mathews, J.T. (Hg.): Greenhouse Warming: Negotiating a Global Regime. WRI Publications, Baltimore, MD, 1991
- Maumoon Abdul Gayoom, President of the Republic of the Maldives: Address to the 42nd Session of the UN General Assembly on the Issues of Environment and Development, New York, 19. Oct. 1987
- Meyer-Abich, K.M.: Socio-Economic Impacts of Carbon Dioxide Induced Climatic Changes and the Comparative Chances of Alternative Political Responses: Prevention, Compensation, and Adaptation. In: G.E. Likens (Hg.): Some Perspectives of the Major Biogeochemical Cycles, Chichester, 1981, S. 157-170
- Mintzer, I.M.: A Matter of Degrees. The Potential for Controlling the Greenhouse Effect, World Resources Institute, Washington, D.C., 1987
- Mintzer, I.M./Moomaw, W.R.: Escaping the Heat Trap: Probing the Prospects for a Stable Environment. WRI Publications, Baltimore, MD, 1990
- Mintzer, I.M./Moomaw, W.R./Miller, A.S.: Saving the Shield: Strategies for Phasing Out Chlorofluorocarbons, Washington, D.C. 1989
- Molina, M.J./Rowland, F.S.: Stratospheric Sink for Chlorofluoromethanes: Chlorine Atomic Catalysed Destruction of Ozone. In: Nature, 249, 1974, S. 810-812
- Montrealer Protokoll über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen. In: Stiftung Entwicklung und Frieden: Die Umwelt bewahren, Bonn, 1989, S. 111-129
- Morgenstern, R.D.: Towards a Comprehensive Approach to Global Climate Change Mitigation. In: American Economic Review, Vol. 81, 2, 1991, S. 140-145
- Morrisette, P.: The Evolution of Policy Responses to Stratospheric Ozone Depletion. In: Natural Resources Journal, Vol. 29, 3, 1989, S. 793-820
- Morrisette, P.M./Plantinga, A.J.: How the CO₂ Issue Is Viewed in Different Countries. RFF Discussion Paper, Washington, D.C., 1991
- Myers, N.: Environmental Security. In: International Environmental Affairs, Vol. 1, 2, 1989, S. 138-159
- Myers, N. (Hg.): GAIA. The Ecological Atlas, London, 1986; deutsch: GAIA. Der Öko-Atlas der Erde, 2. Auflage, Frankfurt am Main, 1987
- Nanda, V.P. (Hg.): World Climate Change: The Role of International Law and Institutions, Boulder, Col., 1987
- Nash, R.: The Rights of Nature, Madison, 1989
- National Research Council (Hg.): Changing Climate, Washington, D.C., 1983
- Nitze, W.A.: A Proposed Structure for an International Convention on Climate Change. In: Policy Forum, August 10, 1990, S. 607-608
- Nitze, W.A.: The Greenhouse Effect: Formulating a Convention, London, 1990
- Nordhaus, W.D.: Economic Growth and Climate: The Carbon Dioxide Problem. In: American Economic Review, Papers and Proceedings, Febr. 1977, S. 341-346
- Nordhaus, W.D.: Economic Approaches to Greenhouse Warming. In: R. Dornbush/J.E. Poterba (Eds.): Global Warming: Economic Policy Responses, Cambridge, Mass. 1991, S. 37-66

- Nordhaus, W.D.: A Sketch of the Economics of the Greenhouse Effect. In: American Economic Review, Vol. 81, 2, 1991, S. 146-150
- Nordhaus, W.D.: Greenhouse Economics. Count before you leap. In: The Economist, July 7, 1990, S. 19-22
- Nordhaus, W.D.: The Cost of Slowing Climate Change: A Survey. In: Energy Journal, Vol. 12, 1, 1991, S. 37-66
- Oates, W.E./Portney, P.R.: Policies for the Regulation of Global Carbon Emissions. RFF Discussion Paper, Washington, D.C., 1991
- Oberndörfer, D.: Schutz der tropischen Regenwälder durch Entschuldung, München, 1989
- OECD: Economic and Ecological Interdependence, Paris, 1982
- OECD: The State of the Environment, Paris, 1991
- OECD/International Energy Agency: Energy Policies and Programmes of IEA Countries 1989 Review, Paris, April 1990
- Ogawa, Y.: Economic Activity and the Greenhouse Effect. In: Energy Journal, Vol. 12, 1991, S. 23-36
- Ogden, J./Williams, R.: Solar Hydrogen: Moving Beyond Fossil Fuels, World Resources Institute, Washington, D.C., 1989
- Okken, P.A./Sorart, R.J./Zwerver, S.: Climate and Energy. The Feasibility of Controlling CO₂ Emissions, Dordrecht, Boston, London, 1989
- Olson, M.: The Logic of Collective Action, 2nd ed., Cambridge, Mass. 1971
- Ominde, S.H./Juma, C. (Hg.): A Change in the Weather: African Perspectives on Climatic Change. African Centre for Technology Studies, Nairobi, 1991
- Oodit, D./Simonis, U.E.: Water and Development. Water Scarcity and Water Pollution and the Resulting Economic, Social and Technological Interactions, Berlin: WZB-discussion paper FS II 89-406, 1989
- Opschoor, J.B./Vos, H.B.: The Application of Economic Instruments for Environmental Protection, Paris, 1989
- Ostrom, E.: Governing the Commons, Cambridge, Mass., 1991
- OTA (Office of Technology Assessment), U.S. Congress: An Analysis of the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer, Washington, D.C., 1988
- Pearce, D./Markandya, A./Barbier, E.: Blueprint for a Green Economy, London, 1989
- Pearman, G.I. (Hg.): Limiting Greenhouse Effects. Controlling Carbon Dioxide Emissions, Chichester etc., 1992
- Pirages, D.C.: Global Ecopolitics. The New Context for International Relations, North Scituate, Mass., 1978
- Pirages, D.C. (Hg.): The Sustainable Society. Implications for Limited Growth, New York, 1977
- Portney, P.R. (Hg.): Current Issues in Natural Resources Policy, Baltimore, London, 1982
- Portney, P.R. (Hg.): Public Policies for Environmental Protection, Washington, D.C., 1990
- Postel, S.: Water. Rethinking Management in an Age of Scarcity, Worldwatch Paper 62, Washington, D.C., 1984

- President's Council on Environmental Quality: America's Climate Change Strategy. An Action Agenda, Washington, D.C., 1991
- Princeton Protocol on Factors that Contribute to Global Warming, Princeton University, December 15, 1988
- Redclift, M.: Sustainable Development, London, 1987
- Redclift, M.: Sustainable Development and Global Environmental Change: Implications of a Changing Agenda. In: Global Environmental Change, March 1992, S. 32-42
- Reid, W.V.C./Trexler, M.C.: Drowning the National Heritage: Climate Change and Coastal Biodiversity in the United States. WRI Publications, Baltimore, MD, 1991
- Repetto, R.: World Enough and Time. Successful Strategies for Resource Management, New Haven, 1986
- Repetto, R.: Promoting Environmentally Sound Economic Progress: What the North Can Do. WRI Publications, Baltimore, MD, 1990
- Repetto, R. (Hg.): The Global Possible. Resources, Development and the New Century, New York, 1984
- Robertson, D.: The Global Environment: Are International Treaties a Distraction? In: The World Economy, Vol. 13, 1, 1990, S. 111-127
- Rosenberg, N.J. et al.: Greenhouse Warming. Abatement and Adaptation, Washington, D.C., 1989
- Rothstein, R.L.: Consensual Knowledge and International Cooperation. In: International Organization, Vol. 38, 4, 1984, S. 733-762
- Sand, P.H.: Lessons Learned in Global Environmental Governance, Washington, D.C., 1990
- Sautter, H. (Hg.): Entwicklung und Umwelt, Berlin, 1992
- Schelling, Th.C.: Some Economics of Global Warming. In: American Economic Review, Vol. 82, 1, 1992, S. 1-14
- Schipper, L.: Improved Energy Efficiency in the Industrialized Countries: Past Achievements, CO₂ Emission Prospects. In: Energy Policy, March 1991, S. 127-137
- Schmandt, J.A.: The Regions and Global Warming: Impacts and Response Strategies. In: Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht, 2, 1991, S. 133-157
- Schmidt-Bleek, F.: Ohne De-Materialisierung kein ökologischer Strukturwandel. In: Jahrbuch Ökologie 1994, München, 1993, S. 150-165
- Schneider, S.H.: Global Warming: Are We Entering the Greenhouse Century?, San Francisco, 1989
- Schneider, S.H.: The Greenhouse Effect: Science and Policy. In: Science, 10. Febr. 1989, Vol. 243, S. 771-781
- Seager, J. (Hg.): The State of the Earth Atlas, New York, 1990
- Sedjo, R.A.: Forests to Offset the Greenhouse Effect. In: Journal of Forestry, July, 1990, S. 12-15
- Shales, J.B.: The International Politics of the Global Climate Change Issue. Edison Electric Institute, Washington, D.C., 1991
- Silver, C.S./DeFries, R.S.: One Earth One Future: Our Changing Global Environment, Washington, D.C., 1990
- Simonis, U.E.: Auf dem Weg zum »Welt-Budget«. Thesen zur Einführung einer Weltressourcen-Steuer. In: Journal für Entwicklungspolitik, 6, 1990a, S. 39-45

- Simonis, U.E.: Beyond Growth. Elements of Sustainable Development, Berlin, 1990b
- Simonis, U.E./von Weizsäcker, E.U.: Globale Umweltprobleme. Global Environmental Problems. In: Interdependenz. Materialien der Stiftung Entwicklung und Frieden, Nr. 3, Bonn 1989, S. 12-35
- Skolnikoff, E.B.: The Policy Gridlock on Global Warming. In: Foreign Policy, No. 79, Summer 1990, S. 88 ff.
- Smith, D.A./Vodden, K.: Global Environmental Policy: The Case of Ozone Depletion, In: Canadian Public Policy, Vol. 15, 4, 1989, S. 413-423
- Smith, J./Tirpak, D. (Hg.): Potential Effects of Global Climate Change on the United States, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., 1988
- Soroos, M.S.: Beyond Sovereignty: The Challenge of Global Policy, Columbia, S.C., 1987
- South Commission: The Challenge to the South (= Nyerere Report), Oxford, New York, 1990; deutsch: Die Herausforderung des Südens. Der Bericht der Südkommission, Bonn, 1991
- Speth, J.G.: The Greening of Technology. In: The Washington Post, 20. November 1988; in deutscher Übersetzung erschienen in: Frankfurter Rundschau, Dokumentationen, 28. März 1989
- Speth, J.G.: Coming to Terms: Towards a North-South Bargain for the Environment, World Resources Institute, Washington, D.C., 1989
- Stiftung Entwicklung und Frieden (Hg.): Die Umwelt bewahren, Bonn, 1989
- Stigliani, W.M. et al.: Future Environments for Europe: Some Implications of Alternative Development Paths, Laxenburg, IIASA Publications, 1989
- Stoel, Th.B./Miller, A.S./Milroy, B.: Fluorocarbon Regulation, Lexington, NJ, 1980
- Stolarski, R.S./Cicerone, R.J.: Stratospheric Chlorine: A Possible Sink for Ozone. In: Canadian Journal of Chemistry, 52, 1974, S. 1610-1616
- Stone, C.D.: Earth and Other Ethics. The Case for Moral Pluralism, New York, 1987
- Stone, C.D.: Should Trees Have Standing?, Palo Alto, 1974; deutsch: Umwelt vor Gericht. Die Eigenrechte der Natur, München, 1987
- Streeten, P.P.: Global Institutions for an Interdependent World. In: World Development, Vol. 17, 9, 1989, S. 1349-1359
- Swart, R.J./De Booir, H./Rotmans, J.: Targeting Climate Change. In: International Environmental Affairs, Vol. 1, 3, 1989
- The Global Environment Challenge: Japanese Initiative for Technological Breakthrough. Report of the Japanese Ministry of International Trade and Industry, Tokyo, March 1990
- The Nordwijk Declaration on Climate Change: Atmospheric Pollution and Climate Change Ministerial Conference, Nordwijk, The Netherlands, November 1989
- Tietenberg, T.H.: Emissions Trading: An Exercise in Reforming Pollution Policy, Baltimore, MD, 1985
- Tisdell, C.: Sustainable Development: Differing Perspectives of Ecologists and Economists, and Relevance to LDCs. In: World Development, Vol. 16, 3, 1988, S. 373-384
- Tobey, J.A.: Economic Issues in Global Climate Change. In: Global Environmental Change, September 1992, S. 215-228

- Tolba, M.K.: Sustainable Development. Constraints and Opportunities, London, etc., 1987
- Tolba, M.K.: A Step-by-Step Approach to Protection of the Atmosphere. In: International Environmental Affairs, Vol. 1, 4, 1990, S. 304-309
- Tolba, M.K. (Hg.): Evolving Environmental Perceptions, London, 1989
- Topping, J.: Global Warming: Impact on Developing Countries. Overseas Development Council, Washington, D.C., 1991
- Trexler, M.C. (1991): Minding the Carbon Store: Weighing U.S. Forestry Strategies to Slow Global Warming. WRI Publications, Baltimore, MD, 1991
- Tripp, J.T.B.: The UNEP Montreal Protocol: Industrialized and Developing Countries Sharing the Responsibility for Protecting the Ozone Layer. In: Journal of International Law and Politics, Vol. 20, 3, 1988, S. 738-748
- Turner, K. (Hg.): Environmental Economics Issues. Sustainability, Resource Conservation and Pollution Control, London, 1987
- Turner, K. (Hg.): Sustainable Environmental Management. Principles and Practice, Boulder, Col., 1988
- Tyson, J.L.: Why China Says Ozone Must Take Back Seat in Drive to Prosperity. In: Christian Science Monitor, March 23, 1989
- UNDP: Human Development Report, New York, 1990 ff.
- UNEP: The State of the Environment 1972 - 1982. A Report by the United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi, 1982; deutsch: Umwelt - weltweit. Bericht des Umweltprogramms der Vereinten Nationen, 1972 - 1982, Berlin, 1983
- UNEP: Vienna Convention for the Protection of the Ozone Layer, Vienna, 22. March 1985
- UNEP: The Ozone Layer, London, 1987
- UNEP: The Greenhouse Gases, London, 1987
- UNEP: Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer, Montreal, 16. September 1987
- UNEP: The State of the Environment, London, 1989
- UNEP: Basle Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes, Basle, March 22, 1989
- UNEP: Register of International Treaties and Other Agreements in the Field of the Environment, Nairobi, 1989
- UNEP: Open-Ended Working Group of the Parties to the Montreal Protocol Report of the Second Session of the Second Meeting, UNEP/OzL.Pro.WG.II (2)/7, Geneva, March 5, 1990
- United Nations, Conference on the Law of the Sea: Convention on Law of the Sea, New York, 1983
- United Nations, Economic Commission for Europe (ECE): Energy Efficiency, Action for a Common Future, Geneva, May 8-16, 1990
- United Nations, Economic Commission for Europe (ECE): Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution, Geneva, November 13, 1979
- United Nations, Economic Commission for Europe (ECE): Protocol to the 1979 Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution on the Reduction of Sulphur Emissions or Their Transboundary Fluxes by At Least 30 Per Cent, Helsinki, 8. July 1985

- United Nations, Economic Commission for Europe (ECE): Protocol to the 1979 Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution Concerning the Control of Emissions of Nitrogen Oxides or Their Transboundary Movements of Hazardous Fluxes, Sofia, October 31, 1988
- United Nations, General Assembly: Draft Resolution on United Nations Conference on Environment and Development, 1992, A/C.2/44/L. 86, December 18, 1989
- United Nations, General Assembly: Protection of Global Climate for Present and Future Generations of Mankind, A/C. 2/44/L.40 Rev. 1, December 15, 1989
- United Nations: Problems of the Human Environment, Report of the Secretary-General, New York, 1969
- United Nations: Statistical Yearbook, New York, 1990/91
- U.S. Department of Energy: Energy and Climate Change, Boca Raton, FL, 1990
- Usher, P.: Climate Change and the Developing World. In: Southern Illinois University Law Journal, Vol. 14., S. 257-264
- Victor, D.G.: How to Slow Global Warming. In: Nature, Vol. 349 (6309), S. 451-456, 1991
- Vig, N./Kraft, M. (Hg.): Environmental Policy in the 1990s, Washington, D.C., 1990
- Weiner, J.: A Comprehensive Approach to Addressing Potential Climate Change. US Department of Justice, Washington, D.C., 1991
- Weizsäcker, E.U. von: Erdpolitik. Ökologische Realpolitik an der Schwelle zum Jahrhundert der Umwelt, 3. Aufl., Darmstadt, 1992
- Wetstone, G.S./Rosencranz, A.: Acid Rain in Europe and North America: National Responses to an International Problem, Washington, D.C., 1983
- Whalley, J./Wigle, R.: Cutting CO₂ Emissions: The Effects of Alternative Policy Approaches. In: Energy Journal, Vol. 12, 1, 1991, S. 109-124
- WHO: Global Strategy for Health for All by the Year 2000, Geneva, 1979
- WHO: Review of Progress of the International Drinking Water Supply and Sanitation Decade, 1981-1990. EB 83/3, October 1988
- WHO and UNEP: Global Pollution and Health, London, 1987
- Williams, R.H.: Low-Cost Strategies for Coping With CO₂ Emission Limits. In: Energy Journal, Vol. 11, 3, 1990, S. 35-59
- Wissenschaftlicher Beirat Globale Umweltveränderungen: Welt im Wandel. Grundstruktur globaler Mensch-Umwelt-Beziehungen, Bonn, Karlsruhe, 1993
- WMO/UNEP (World Meteorological Organization/United National Environment Programme): IPCC Response Strategies Working Group, Emissions, Scenarios, Geneva 1990
- World Bank: World Development Report 1990, 1992, Washington, D.C., 1990, 1992
- World Commission on Environment and Development: Our Common Future (= Brundtland Report), Oxford, New York, 1987; deutsch: Unsere Gemeinsame Zukunft, Weltkommission für Umwelt und Entwicklung, Greven, 1987
- World Meteorological Organization: Developing Policies for Responding to Climate Change, Geneva, 1988
- World Meteorological Organization: Executive Council Resolution, 4.1/1 Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Summer 1988

- World Resources Institute (and International Institute for Environment and Development):
World Resources, New York, London, 1986, etc.
- World Resources Institute: Natural Endowment: Financing Resource Conservation for
Development, Washington, D.C., 1989
- World Resources Institute: Proceedings of the Workshop on Developing Country Energy
Strategies: Implications for the Greenhouse Effect, Washington, D.C., 1989
- World Resources Institute: The Crucial Decade. The 1990s and the Global Environmental
Challenge, Washington, D.C., 1989
- World Resources Institute et al.: Tropical Forests. A Call for Action, Washington, D.C.,
1985
- Worster, D.: The Ends of the Earth. Perspectives on Modern Environmental History,
Cambridge, Mass., 1988
- Young, O.R.: International Cooperation: Building Regimes for Natural Resources and the
Environment, Ithaca, N.Y., London, 1989

Anhang

*Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung
Globale Umweltveränderungen*

**Welt im Wandel
Grundstruktur globaler
Mensch-Umwelt-Beziehungen**

**Kurzfassung
Jahresgutachten 1993**

Kurzfassung Jahresgutachten 1993

■ Auftrag des Beirats

In wachsender Sorge um die Bewahrung der natürlichen Lebens- und Entwicklungsgrundlagen der Menschheit hat die Bundesregierung im Frühjahr 1992 den Wissenschaftlichen Beirat Globale Umweltveränderungen berufen. Dieser Schritt erfolgt zu einer Zeit, in der sowohl die Einsicht in die Dimension des globalen Wandels als auch in die Notwendigkeit internationalen Handelns wächst. Der Beirat soll insbesondere ein jährliches Gutachten zur Lage der globalen Umwelt und den daraus resultierenden gesellschaftlichen Konsequenzen vorlegen. Dabei soll besonders auf die Fortentwicklung der 1992 in Rio de Janeiro beschlossenen oder vorbereiteten internationalen Vereinbarungen und die Ausführung der AGENDA 21 geachtet werden. Außerdem sollen die Gutachten konkrete Empfehlungen für umweltpolitisches Handeln geben und den Forschungsbedarf aufzeigen.

■ Konzeption des ersten Jahresgutachtens

In seinem Jahresgutachten 1993 unternimmt der Beirat den Versuch einer *Ganzheitsbetrachtung* des Systems Erde, wobei die wesentlichen Wechselbeziehungen zwischen Natur und Gesellschaft im Vordergrund stehen. Damit soll einerseits die Komplexität der Umweltproblematik aufgezeigt und andererseits eine analytische Basis geschaffen werden, um die Bedeutung aktueller Trends (zusätzlicher Treibhauseffekt, Abnahme der biologischen Vielfalt, Verlust fruchtbarer Böden, Bevölkerungswachstum usw.) für das Gesamtsystem zu bewerten. Die vertiefende Behandlung von Schwerpunktthemen wird sich immer wieder an dieser "Erdsicht" orientieren und umgekehrt zur kontinuierlichen Verbesserung des Systemverständnisses beitragen.

Am Anfang des Gutachtens steht die *Abgrenzung des Gegenstandes*, d.h. die Definition dessen, was unter "Globalen Veränderungen der Umwelt" zu verstehen ist. Diese Überlegungen müssen zwangsläufig zu einer Auseinandersetzung mit dem Begriff "sustainable development" führen, der als Schwerpunkt in einem der folgenden Gutachten behandelt werden wird. Der hochaggregierten Darstellung von Natur- und Anthroposphäre und einer Analyse der Verknüpfung beider Sphären im System Erde folgt die

Untersuchung der Hauptkomponenten und der dazugehörigen Trends globaler Umweltveränderungen.

Im folgenden wird ein Überblick über die Hauptaussagen der einzelnen Fachkapitel und die wichtigsten Vorschläge des Beirats zu Handlungs- und Forschungsstrategien gegeben.

■ Atmosphäre

Die am besten überschaubare und verstandene globale Umweltveränderung ist die vom Menschen modifizierte Zusammensetzung der Atmosphäre. Daraus entstehen drei globale Probleme: der *erhöhte Treibhauseffekt* und die daran gekoppelte globale Erwärmung, die *Ozonverdünnung in der Stratosphäre* mit der Folge erhöhter ultravioletter Strahlung und die *Veränderung der Troposphäre* mit den damit verbundenen Phänomenen, z.B. dem photochemischen Smog und dem sauren Regen. Diese Prozesse sind eng miteinander verwoben und rückgekoppelt, können sich also verstärken oder aber auch abschwächen. Von diesen Veränderungen ist das gesamte System Erde betroffen.

Zur Handlungsstrategie:

- Konsequente Durchsetzung der internationalen Abkommen zum Schutz der stratosphärischen Ozonschicht und Unterstützung finanzschwächerer Länder über den dafür eingerichteten Fonds.
- Reduktion des Säureeintrags sowie der ungewollten Düngung, damit sich die versauerten Böden und eutrophierten Gewässer erholen können.
- Rückführung des troposphärischen Ozongehalts, um Beeinträchtigungen des Pflanzenwachstums, der menschlichen Gesundheit und um Änderungen der Strahlungsbilanz zu verhindern.

Zum Forschungsbedarf

- Ermittlung der Belastbarkeit von Ökosystemen gegenüber trockenen und nassen Depositionen sowie photochemischem Smog.
- Untersuchung des CO₂-Düngeeffekts in natürlichen Ökosystemen bei gleichzeitiger Erwärmung.

■ Klimaänderung

Wenn sich das menschliche Verhalten nicht ändert, bewirkt der anthropogene Anstieg der Treibhausgase nach dem jetzt existierenden besten Wissen schon im Laufe des nächsten Jahrhunderts eine mittlere globale Erwärmung von +3 °C. Diese liegt in derselben Größenordnung wie die Schwankungen beim Übergang von der Eiszeit zur Warmzeit.

Ohne Gegenmaßnahmen sind tiefgreifende Veränderungen zu erwarten, so vor allem eine Umverteilung der *Niederschlagszonen* und ein Anstieg des *Meeresspiegels* bis zum Jahr 2100 um 65 ± 35 cm.

Zur Handlungsstrategie:

- Rasche Verminderung der Treibhausgas-Emissionen aller Industrieländer, der meisten Ölförderländer und einiger Tropenwaldländer mit hoher Pro-Kopf-Emission.
- Politische Vorgaben zur Steigerung der Energie- und Transporteffizienz.
- Vorkehrungen im Hinblick auf Meeresspiegelanstieg und Niederschlagsänderungen.

Zum Forschungsbedarf

- Bestimmung der auf Klimaänderungen von besonders empfindlich reagierenden Regionen, sozialen Gruppen und wirtschaftlichen Aktivitäten.
- Untersuchung naturnaher Ökosysteme, die bei Klimaänderungen und erhöhtem CO₂-Gehalt der Luft zu größeren Kohlenstoffspeichern werden können.
- Ermittlung der Kosten unterlassener Maßnahmen (Klimaschadensfunktionen).

■ Hydrosphäre

Die Ozeane und Eiskappen sind wesentliche Elemente im System Erde: Sie prägen langfristig und großräumig das Klima. Schwankungen des *Meeresspiegels*, Verlagerungen von *Meeresströmungen* und Änderungen der *Meereisdecke* haben massive Konsequenzen für Natur und Zivilisation. Zusätzlich wächst die Bevölkerung in den gefährdeten Küstenregionen besonders stark.

Süßwasser spielt als Lebensmittel, ökonomische Ressource und ökologisches Medium eine zentrale Rolle in der Natur- und Anthroposphäre. Außerdem war und ist Wasser für viele Völker und Religionen ein wichtiges Kulturelement. Gewässerschutz ist insofern auch Schutz der Grundlagen menschlicher Kultur.

Gefahren für die Ressource und das Kulturgut Süßwasser entstehen durch *Verknappung* und *Verschmutzung*. Damit ist häufig *Vergeudung* verbunden, z.B. wenn Menschen aufgrund nicht kostengerechter Preise oder Subventionierung zum unvernünftigen Umgang mit Wasser animiert werden.

Zur Handlungsstrategie:

- Sicherung der Verfügbarkeit von sauberem Trinkwasser.
- Vermeidung und Beseitigung der Wasserverschmutzung.
- Förderung des Wassersparens.

Zum Forschungsbedarf:

- Abschätzung der Einflüsse von erhöhter UV-B-Strahlung und einer Temperaturerhöhung auf marine Organismen und Lebensgemeinschaften.
- Entwicklung von Techniken zum sparsamen Umgang mit Wasser bei Bewässerung, Industrieproduktion und Versorgung der Haushalte.
- Evaluation der Wasserpolitik in einzelnen Ländern und Vorbereitung einer internationalen Wasserkonvention.

■ **Litho- und Pedosphäre (Erdkruste und Böden)**

Böden bilden eine wichtige, bisher zu wenig beachtete Lebensgrundlage des Menschen und spielen bei globalen Umweltveränderungen eine bedeutende Rolle. Prozesse in Böden laufen häufig sehr langsam ab und sind daher schwer erkennbar. Schon 17 % der Böden der Welt weisen deutliche *Degradierungserscheinungen* auf, die durch den Menschen verursacht wurden. Erosion durch Wasser und Wind sind die Hauptmechanismen, hinzu kommen die chemische und die physikalische Schädigung.

Böden sind ein unersetzlicher Teil terrestrischer Ökosysteme und häufig nicht regenerierbar. Sie sind als Reserven begrenzt und können nur zu einem relativ kleinen Anteil genutzt werden. Aus dieser Erkenntnis ergibt

sich auch aus globaler Sicht eine hohe *Schutzwürdigkeit* der Böden und der in ihnen und von ihnen lebenden Organismen.

Zur Handlungsstrategie:

- Durchsetzung der *Welt-Boden-Charta* und der in der AGENDA 21 niedergelegten Prinzipien zur nachhaltigen Nutzung von Böden durch deren Übernahme in die nationale und internationale Gesetzgebung und in Programme.
- Umkehr des Trends der zunehmenden Entkopplung der Stoffkreisläufe, die durch räumliche und zeitliche Trennung von Produktion und Verbrauch von Biomasse hervorgerufen wird.
- Entwicklung von globalen Beobachtungs-, Forschungs-, und Informationsnetzen für einen weltweiten Bodenschutz.

Zum Forschungsbedarf:

- Erfassung der Anreicherung von Schadstoffen in Böden und deren Freisetzung aufgrund veränderter Umweltbedingungen.
- Einbeziehung des bodenökonomischen Wertes bei der Entwicklung nachhaltiger Nutzungsformen.
- Entwicklung von ressourcen- und umweltschonenden Landnutzungsformen.

■ **Biosphäre**

Mit dem Wald und der biologischen Vielfalt behandelt das Gutachten zwei ausgewählte Teilbereiche der Biosphäre. Im Hinblick auf globale Umweltveränderungen ist beim *Wald* die Rolle im Kohlenstoffkreislauf, und damit für das Klima, von besonderer Bedeutung. Dabei müssen je nach Waldtyp unterschiedliche Problemlagen berücksichtigt werden. In den Wäldern der gemäßigten Breiten treten emissionsbedingt starke Waldschäden auf, und bei Aufforstungen wird durch Monokulturen die biologische Vielfalt reduziert. Darüber hinaus hat in den borealen Wäldern, insbesondere der Taiga und Kanadas, die Übernutzung bedrohliche Ausmaße angenommen. Den Tropenwäldern, unter ihnen vor allem den Regenwäldern, kommt aufgrund der hohen biologischen Vielfalt, der Irreversibilität der Vernichtung sowie der Dringlichkeit dieser Gefahr angesichts hoher Vernichtungsraten zusätzliche Bedeutung zu.

Beim gegenwärtigen Tempo der Zerstörung von Ökosystemen und Lebensräumen wird in den nächsten 25 Jahren mit dem Aussterben von ca. 1,5 Millionen *Arten* gerechnet. Ein Verlust in dieser Größenordnung ist aus ökologischen, ethischen, ästhetischen und kulturellen Gründen nicht hinnehmbar. Arten haben zudem einen langfristigen ökonomischen Nutzen, insbesondere für die Menschen in den Entwicklungsländern.

Zur Handlungsstrategie:

- Verabschiedung einer internationalen Konvention zum Schutz der Wälder (einschließlich Finanzierungs- und Sanktionsmechanismen) auf der Grundlage der Walderklärung von Rio de Janeiro.
- Verstärkte Einbeziehung der biologischen Vielfalt in alle Planungen und Programme.
- Internationale Anstrengungen zum Abbau der Verschuldungsprobleme der Tropenwaldländer.

Zum Forschungsbedarf:

- Untersuchungen zu den Möglichkeiten einer ökologisch nachhaltigen Waldnutzung in allen Waldtypen; Prüfung der Wirtschaftlichkeit nachhaltiger Forstwirtschaft.
- Klärung der Rolle der borealen Wälder im globalen Stoffkreislauf und als klimastabilisierender Faktor.
- Ermittlung der kritischen Mindestgröße und -vernetzung verschiedener Ökosysteme, um deren biologische Vielfalt und Leistung aufrechtzuerhalten.

■ **Bevölkerung**

In den neunziger Jahren nimmt die Erdbevölkerung jährlich um annähernd 100 Millionen Menschen zu, die sich zum größten Teil (ca. 80 Millionen) in Städten niederlassen werden. Selbst bei erheblich reduzierten Geburtenraten wird sich die Weltbevölkerung von derzeit 5,52 Milliarden Menschen bis zum Jahr 2050 mindestens verdoppeln.

Das erwartete *Bevölkerungswachstum*, das sich wesentlich auf Asien, Afrika und Lateinamerika konzentrieren wird, wird die Umwelt- und Entwicklungsprobleme erheblich verschärfen. Deren Bewältigung ist aber umgekehrt entscheidende Voraussetzung für die Reduktion des Bevölkerungs-

wachstums. Der ungebremste Anstieg von *Wanderungsbewegungen* und die *Urbanisierung* stellen weitere wichtige Problemfelder dar, von denen auch die Industrieländer durch Einwanderungsdruck betroffen sind.

Zur Handlungsstrategie:

- Reduktion der Ursachen von Bevölkerungswachstum durch Bekämpfung der Armut, Gleichstellung der Frau, Anerkennung des Rechtes auf Familienplanung, Reduktion der Kindersterblichkeit, Verbesserung der Ausbildung.
- Reduktion von umweltbedingter Verdrängung (Wanderung).
- Konkretisierung raumordnerischer Leitbilder zur Steuerung von Urbanisierungsprozessen.

Zum Forschungsbedarf:

- Abschätzung der Umweltauswirkungen des Bevölkerungswachstums hinsichtlich Ressourcenverbrauch, Emissionen und Abfall.
- Ermittlung der Tragfähigkeit städtischer Strukturen.
- Analyse und Prognose internationaler Wanderungsbewegungen.

■ **Wirtschaft und Verkehr**

Unter den Ursachen globaler Umweltveränderungen haben die wirtschaftliche Tätigkeit des Menschen und das Wirtschaftswachstum besonderes Gewicht. Um diese Effekte angemessen analysieren zu können, ist jedoch eine *regionale* wie auch eine *sektorale* Betrachtungsweise notwendig. Dadurch werden Zusammenhänge zwischen dem sektoralen Strukturwandel höher entwickelter Regionen und den strukturellen Änderungen in unterentwickelten Regionen mit den damit verbundenen Umwelteffekten verdeutlicht.

Dem umweltentlastenden sektoralen und regionalen Strukturwandel der Wirtschaft kommt besondere Bedeutung für eine Reduzierung der globalen Umweltbelastungen zu.

Von den verschiedenen *Ländergruppen* (hochentwickelte Länder, osteuropäische Länder, Schwellenländer, brennstoffexportierende Länder und Entwicklungsländer) gehen jeweils unterschiedliche Umweltbelastungen aus, die spezifische Lösungsstrategien erfordern.

Zur Handlungsstrategie:

- Förderung des umweltentlastenden Strukturwandels der Wirtschaft.
- Verbesserung der weltwirtschaftlichen Zusammenarbeit, vor allem zwischen Industrie- und Entwicklungsländern.
- Verbesserung des umweltpolitischen Instrumentariums, insbesondere Zuweisung klarer Eigentumsrechte, Abbau von Subventionen, die den Ressourcenverbrauch steigern, und Verschärfung des Haftungsrechts.

Zum Forschungsbedarf:

- Operationalisierung des Begriffs "sustainable development".
- Fortentwicklung und Validierung der Methoden zur Bewertung von globalen Umweltschäden.
- Verbesserung der bestehenden ökonomischen Indikatoren unter Umweltaspekten.

Im Kapitel *Verkehr* wird die globale Emissionsproblematik, die sich vor allem durch den Straßenverkehr ergibt, behandelt. Dazu werden Minderungsmöglichkeiten über die Konzepte einer Flottenstandardlösung und einer globalen Zertifikatsstrategie vorgeschlagen. Forschungsbedarf ergibt sich besonders bei der Beurteilung der globalen Auswirkungen des Flugverkehrs.

■ **Psychosoziale Einflußfaktoren**

Globale Umweltveränderungen sind das Ergebnis der Wechselwirkung zwischen Natur und Gesellschaft. Menschliches Handeln ist einerseits *Ursache* für globale Umweltveränderungen, andererseits ist es von diesen *betroffen*. Schließlich ist menschliches Handeln aber auch erforderlich, um sich diesen Umweltveränderungen *anzupassen* oder sie zu *verhindern*.

Viele Umweltveränderungen sind Folge *fehlangepaßten Verhaltens*. Es gilt daher, dieses Verhalten zu verändern. Mit der Erhöhung des "Umweltbewußtseins" einer Gesellschaft oder der Verbesserung des Umweltwissens ist es aber nicht getan. Auch die Wirkung von Informations- und Aufklärungskampagnen ist oft weit geringer als angenommen. Zur Förderung umweltgerechten Verhaltens muß die Rolle der Wahrnehmung und Bewertung von Umweltrisiken sowie von Handlungsanreizen und -gelegenheiten

beachtet werden. Ohne die Schaffung der entsprechenden strukturellen Voraussetzungen ist die Veränderung von Verhalten nicht möglich.

Zur Handlungsstrategie:

- Schaffung eines "Generationenvertrages", der die voraussehbaren Interessen künftiger Generationen berücksichtigt.
- Förderung eines Wertewandels und umweltentlastender Lebensstile.
- Einbeziehung sozial- und verhaltenswissenschaftlicher Erkenntnisse zu Risikowahrnehmung und -akzeptanz sowie zur Funktion von Verhaltensanreizen und Handlungsgelegenheiten bei der Planung von Maßnahmen im Politik- und Bildungsbereich.

Zum Forschungsbedarf:

- Wahrnehmung und Bewertung von Umweltproblemen in den verschiedenen Kulturregionen.
- Entwicklung von kultur- und gruppenspezifischen Strategien zur Förderung umweltverträglichen Verhaltens.
- Entwicklung von Indikatoren und Methoden zur Erfassung sozialer Strukturen und Prozesse mit dem Ziel der Verbesserung umweltrelevanter Entscheidungen.

■ **Versuch einer Verknüpfung**

Die Erfahrungen mit der Dynamik globaler Umweltveränderungen haben zu der Einsicht geführt, daß deren Trends nur in ihrer *Verknüpfung* verstanden und allein mit *vernetzten Strategien* zu beeinflussen sind. Mit den Analysen des Gutachtens aus Natur- und Anthroposphäre werden wichtige Voraussetzungen für eine solche, im eigentlichen Wortsinn "komplexe" Betrachtungsweise geliefert.

Der Beirat legt hierzu als Ergebnis einer qualitativen Systemanalyse die Skizze eines "*globalen Beziehungsgeflechts*" vor. Dieses Instrument soll helfen, das summarische Fachwissen zu organisieren und langfristig in ein "fachübergreifendes" Expertensystem umzuwandeln.

■ **Spezielle Vorschläge an die Bundesregierung**

Der Beirat hebt abschließend drei übergreifende Vorschläge hervor:

1. Die Mittel der *Entwicklungshilfe* sollten auf 1 Prozent des Bruttonationalprodukts erhöht werden, bei Neudefinition der Zugehörigkeit zu Entwicklungsländern unter Einbeziehung Osteuropas.
2. Mit Blick auf die in Rio de Janeiro diskutierten *Instrumente* wird empfohlen:

Die dort begonnene Diskussion um eine globale Zertifikatslösung zur *Reduzierung der CO₂-Emissionen* sollte fortgeführt werden, mit dem Ziel, deren internationale Einführung zu ermöglichen. Parallel zu der dann erfolgenden CO₂-Emissionsminderung sollte auf erhöhte *Transfers* zum Schutz der Tropenwälder hingewirkt werden. Erwünscht wäre dabei eine Zweckbindung, da sie die Aufbringung der erforderlichen Mittel erleichtern würde.

3. Es müssen Programme zur *Sensibilisierung* der Bürger für globale Umweltprobleme und zur Förderung *umweltverträglichen Handelns* entwickelt werden.