

Simonis, Udo E.

**Book Part — Digitized Version**

## Globale Umweltprobleme: eine Einführung

**Provided in Cooperation with:**

WZB Berlin Social Science Center

*Suggested Citation:* Simonis, Udo E. (1993) : Globale Umweltprobleme: eine Einführung, In: Studenteninitiative Wirtschaft & Umwelt (Münster) (Ed.): Earth Summit '92 - Perspektiven für eine neue Weltordnung: Tagungsdokumentation, Studenteninitiative Wirtschaft & Umwelt, Münster, pp. 19-39

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/122803>

**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-Open Access Digitalisate

## WZB-Open Access digital copies

---

Das nachfolgende Dokument wurde zum Zweck der kostenfreien Onlinebereitstellung digitalisiert am Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung gGmbH (WZB). Das WZB verfügt über die entsprechenden Nutzungsrechte. Sollten Sie sich durch die Onlineveröffentlichung des Dokuments wider Erwarten dennoch in Ihren Rechten verletzt sehen, kontaktieren Sie bitte das WZB postalisch oder per E-Mail:

Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung gGmbH  
Bibliothek und wissenschaftliche Information  
Reichpietschufer 50  
D-10785 Berlin  
E-Mail: [bibliothek@wzb.eu](mailto:bibliothek@wzb.eu)

The following document was digitized at the Berlin Social Science Center (WZB) in order to make it publicly available online.

The WZB has the corresponding rights of use. If, against all possibility, you consider your rights to be violated by the online publication of this document, please contact the WZB by sending a letter or an e-mail to:

Berlin Social Science Center (WZB)  
Library and Scientific Information  
Reichpietschufer 50  
D-10785 Berlin  
e-mail: [bibliothek@wzb.eu](mailto:bibliothek@wzb.eu)

---

Digitalisierung und Bereitstellung dieser Publikation erfolgten im Rahmen des Retrodigitalisierungsprojektes **OA 1000+**. Weitere Informationen zum Projekt und eine Liste der ca. 1 500 digitalisierten Texte sind unter <http://www.wzb.eu/de/bibliothek/serviceangebote/open-access/oa-1000> verfügbar.

This text was digitizing and published online as part of the digitizing-project **OA 1000+**. More about the project as well as a list of all the digitized documents (ca. 1 500) can be found at <http://www.wzb.eu/en/library/services/open-access/oa-1000>.

# Globale Umweltprobleme Eine Einführung

Udo Ernst Simonis

## 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 und besonders auf internationaler Ebene sträflich verletzt.

Zukunftsfähigkeit ist jedoch kein leicht zu definierender Zustand der Harmonie zwischen Ökonomie und Ökologie, sondern vielmehr 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) Und: »Wir leben in einer Phase der Geschichte der Nationen, die wie keine andere zuvor der internationalen Kooperation und der Verantwortung bedarf.« (ebenda, S. 9)

Viele der derzeitigen Bemühungen zur Steigerung des 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.

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

Die weltweite Umweltdiskussion begann mit dem Erkennen der ökologischen Effekte der Ökonomie. Nunmehr beginnt das Bewußtwerden der ökonomischen Effekte der Ökologie. »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, und die Erkenntnis hierüber nimmt rasch zu. Luft-, Wasser- und Bodenverschmutzung haben 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 bewußt. 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 (Landwirtschaft, Industrie, Energie, Handel) oder thematisch spezialisiert (ökonomisch, sozial, ökologisch), auf fehlerhafter Rechnungslegung basierend, 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 einbezogen 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 (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 zur Artenvielfalt« – ist eine notwendige, wenn auch keineswegs hinreichende Konsequenz aus dieser institutionellen Schwäche (vgl. Gehring 1990). Der Brundtland-Bericht fordert 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 Reichweite der globalen Umweltprobleme vergewissert.

### 3. Umweltprobleme von globaler Bedeutung

Es ist wegen der konstatierten ökonomisch-ökologischen Interdependenz 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 Schadstoffe emittierende, massenhaft verbreitete Auto kann hier als Beispiel dienen. Die Zahl der Umweltprobleme, die wir 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 also 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. Dabei kann, 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 etwa 80 Prozent des global aufgrund der Energienutzung freigesetzten Kohlendioxids (ca. 20 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub>) der Verbrennung fossiler Brennstoffe in der nördlichen Hemisphäre.<sup>1</sup> Die Industrieländer sind also eindeutig die Hauptverursacher des Treibhauseffektes. Aus Wäldern und anderen Komponenten der Biomasse werden rund 5 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub> freigesetzt, von denen wiederum ca. 80 Prozent auf Entwaldung (Brandrodung) in Entwicklungsländern zurückgehen. Nahezu die 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 Kühlaggregaten (Kühlschränke und Klimaanlage), bei denen nach herkömmlicher Technik FCKW zum Einsatz kommen würden.

Internationale Kooperation bei globalen Umweltproblemen wird sich also zumindest in Form von Finanz- und Technologietransfers bewerkstelligen lassen. 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.<sup>2</sup> Die steigende Konzentration bestimmter Spurengase in der Atmosphäre in den nächsten Jahrzehnten zu einer signifikanten Erhöhung der durchschnittlichen Erdtemperatur, 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 künstli-

che 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 und Stickoxide –, 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 (CO<sub>2</sub>). Durch (ineffiziente) Verbrennung fossiler Brennstoffe, durch Brandrodung tropischer Wälder 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 in den Mägen der Rinderherden und in den Reisfeldern der Welt entstehen große Mengen an Methan, das mit ca. 18 Prozent zur künstlichen Erwärmung der Atmosphäre beiträgt. Damit sind die wesentlichen Verursachungsfaktoren des Treibhauseffektes benannt. Was also macht ihre Eindämmung so schwierig oder gar unwahrscheinlich?

Idealiter müßten alle Treibhausgase von einer internationalen Reduzierungsvereinbarung erfaßt werden. Das 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 vor allem die USA mit ihrem höchst ineffizienten Energiesystem), 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 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 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 Vorschläge entwickelt worden, vor allem zum Kohlendioxid, die von der Einführung einer nationalen 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 CO<sub>2</sub> führen!

Dieser Vorschlag hat (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 relative 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 CO<sub>2</sub>-Emissionen der Welt; davon entfielen auf die alten Bundesländer 715 Millionen Tonnen. Das bedeutet eine Prof-Kopf-Emissionen von 12,3 Tonnen, in den neuen Bundesländern gar von 21,2 Tonnen CO<sub>2</sub> (vgl. Günther 1990). Die Bundesregierung strebt für Deutschland eine Reduzierung der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen um 25 bis 30 Prozent an, hat hierzu jedoch noch kein entsprechendes 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 CO<sub>2</sub>-Emissionen überhaupt zu reduzieren, bestenfalls sie nicht noch weiter steigen zu lassen.

Zur praktischen Umsetzung solch drastischer, dynamisch angelegter Emissionsminderungen kommt – neben der im Gespräch befindlichen Energiesteuer und CO<sub>2</sub>-Abgabe – eine Reihe von technischen Maßnahmen in Betracht, 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 Energiegewinnungstechnik, 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 CO<sub>2</sub>-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).

Es ist unmittelbar einleuchtend, daß die Analyse der Erfolgsbedingungen solcher oder ähnlicher weltweit zu betreibender Präventivmaßnahmen zur Eindämmung bzw. Abschwächung der Klimaänderung ein ureigenes, theoretisch interessantes und empirisch relevantes Betätigungsfeld wissenschaftlicher Forschung ist. Nicht anders, wenn auch vermutlich schwieriger, verhält es sich mit der Klimawirkungsforschung, d. h. mit Analysen und Programmen zu den Wirkungen eingetretener bzw. zukünftig eintretender Klimaänderungen.

Während die Ursachen der künstlichen Aufwärmung der Atmosphäre relativ gut bekannt sind, gibt es über deren Ausmaß und Auswirkungen noch erhebliche Unsicherheit. Der erwartete tatsächliche Temperaturanstieg von 3 Grad Celsius im globalen Mittel brächte 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 könnte.

Die Klimaänderung würde 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 würde sich weiter in Polrichtung verschieben, die Waldflächen könnten abnehmen, die Subsistenzlandwirtschaft auf marginalen Böden würde beeinträchtigt, Häufigkeit und Ausmaß von Überschwemmungen könnten zunehmen. Der höhere CO<sub>2</sub>-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 ansteigen, um die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten, usw.

Eine weitere schwerwiegende Konsequenz globaler Aufwärmung wären das Schmelzen des Eises und die thermische Ausdehnung des Ozeanwassers, mit der Folge einer Erhöhung des Wasserspiegels. Nach den derzeitigen 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 entscheidend betroffen, für einzelne Länder – wie etwa die Seychellen und Teile von Bangladesch – 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 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 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 unzureichend, es wächst aber aufgrund gezielter Forschungsaktivitäten rasch an. Von einer Schädigung der Ozonschicht der Stratosphäre um 1 Prozent wird 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 muß internationales Recht, wenn es Einfluß auf das nationale ökonomische und politische System entfalten soll, zumindest auf den Konsens der wichtigen Akteure gegründet sein. Der komplexe Problembereich Ozonschädigung stellt ohne Zweifel besondere Anforderungen an neue rechtsbildende Institutionen (*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.«)

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] und »Londoner Konferenz« [1990])<sup>3</sup> Internationale Umweltregime verbinden für einzelne Problembereiche rechtliche Regelungen mit einem

Mechanismus, der diese Regelungen zugleich dynamisiert; insofern dürfte der Prozeß der Veränderung des Regimes zum Schutz der Ozonschicht noch nicht beendet sein.<sup>4</sup>

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 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 der Mechanismus zur Anpassung des Rechts erheblich verstärkt (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 und verabschiedete die »Helsinki-Erklärung«, die für FCKW einen vollständigen Ausstieg ohne Zieldatum sowie eine schrittweise Regelung für die Reduzierung weiterer ozonschädigender Stoff vorsah (vgl. Dokument UNEP: Ozl. Pro. 1/5).

Neben der Verschärfung der Kontrollmaßnahmen war jedoch eine Verbreiterung der Vereinbarungen geboten, weil sich bisher vorwiegend 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 Konferenz von London im Jahre 1990, an der nunmehr 60 Vertragsstaaten ein umfangreiches Paket zur Änderung des »Mon-

trealer Protokolls« annahmen, wurde ein multilateraler Fonds eingerichtet, der durch Beiträge der Industrieländern sowie einiger Entwicklungsländer entsprechend dem UN-Beitragsschlüssel 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 später aufgestockt werden sollen. Dreizehn Industrieländer, darunter die Bundesrepublik Deutschland, haben sich darüber hinaus in einer gemeinsamen Erklärung zum endgültigen Ausstieg aus der FCKW-Produktion bis 1997 verpflichtet.

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, ein großer Teil davon in Amazonien (vgl. World Resources 1990-91, S. 101-120); das sind 79 Prozent 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 10 : 1. Viele Entwicklungsländer haben keine einschlägige Erfahrung mit der Wiederaufforstung von Wäldern.

Die Verluste an tropischen Wäldern entstehen aus einer Vielzahl von Gründen<sup>5</sup>: 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 waldbbezogener 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.

In einigen Entwicklungsländern (z. B. Indonesien) haben sogenannte Transmigrationsprogramme erhebliche 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 einer globalen ökonomisch-ökologischen Interdependenz liegen oder aber ihre Wirkungen global sind und nur durch internationale Kooperation eingedämmt werden können. Die in Rio de Janeiro 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 Bevölkerungsdichte 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.

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 Winde-rosion 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). In vielen Fällen wird das quantitative Wasserangebot zunehmend kritisch, 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 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-Kommission 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 neunziger Jahre (vgl. Postel 1989; Committee for Development Planning 1989). Klar ist, daß die sogenannte »Internationale Wasserdekade« ein 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 und weil die Ozeane, in die sich schließlich alle Schmutzfrachten ergießen, als »gemeinsames Erbe der Menschheit« 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 Län-

dern 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 den Industrieländern der 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 Wasserverschmutzung durch Schadstoffe vielfältiger Art – wird es in Zukunft deshalb auch um eine systematische Reduzierung des spezifischen Wasserverbrauchs in Industrie und Haushalt gehen müssen (vgl. Oodit/Simonis 1989; Kocsis 1988). Hierzu sind unter anderem 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 Wasserrationierung und Wasserverschmutzung – mit allen daraus wiederum entstehenden Konsequenzen.

## **8. Gefährliche Abfälle**

Viele Industrieprodukte und chemische Abfallstoffe sind nicht oder 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 (wilden) 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 Maßnahmen von Unternehmen in Industrie und Handel ist Abfallvermeidung aber weder in den Industrie- noch in den Entwicklungsländern zu einem gesellschaftlichen Projekt avanciert – im Gegenteil: Mülexport 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.<sup>6</sup> 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.

## 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 *Entmaterialisierung* der Produktion (vgl. Herman et al. 1989), 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 – drastisch angehoben werden. Die Abfallvermeidung, die Abwasserreinigung, die Luftreinhaltung, die CO<sub>2</sub>-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 »zukunftsfähige Entwicklung« (*sustainable development*) eingefordert – und die UN-Konferenz über Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro 1992 hat es als Zukunftsaufgabe angemahnt.

- 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.
- 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.
- 3 Vgl. »Montrealer Protokoll über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen«, in Stiftung Entwicklung und Frieden (1989).
- 4 Der gesamte Prozeß der Revision des »Montrealer Protokolls« kann hier natürlich nicht nachvollzogen werden; vgl. hierzu die Studien von Gehring (1990) und Benedick (1991).
- 5 Vgl. hierzu den diesbezüglichen zweiten Bericht der Enquête-Kommission des 11. Deutschen Bundestages »Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre«.
- 6 Dokument UNEP: IG. 80/3, abgedruckt in deutscher Fassung in Stiftung Entwicklung und Frieden (1989, S. 142-172).

## Bibliographie

- Arrhenius, E. A. / Waltz, T. W.: The Greenhouse Effect: Implications for Economic Development, World Bank Discussion Paper 78, Washington, D. C., 1990
- Bach, W.: Gefahr für unser Klima. Wege aus der CO<sub>2</sub>-Bedrohung durch sinnvollen Energieeinsatz, Karlsruhe, 1982
- Bach, W. / Jain, A. K.: Von der Klimakrise zum Klimaschutz, Münster: Institut für Geographie, 1991 (erneuert von Manuskript 1988)
- 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.: Ozone Diplomacy. New Directions in Safeguarding the Planet, Cambridge, Mass., London, 1991
- Bolin, J. et al. (Hg.): The Greenhouse Effect, Climate Change, and Ecosystems: SCOPE 29. New York, 1986
- 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.
- Committee for Development Planning: Elements of an International Development Strategy for the 1990s, New York, 1989
- 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
- Enquête-Kommission »Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre« des Deutschen Bundestages (Hg.): Schutz der Tropenwälder. Eine internationale Schwerpunktaufgabe, Bonn, Karlsruhe, 1990b
- 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
- 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
- Glantz, M. (Hg.): Societal Responses to Regional Climatic Change, Boulder, Col., 1988
- Grubb, M. (Hg.): Energy Policies and the Greenhouse Effect, Aldershot, 1990
- Grubb, M.: The Greenhouse Effect: Negotiating Targets, London, 1989
- Günther, A.: CO<sub>2</sub>-Gefahr und eine rationale Energiepolitik. In: Umwelttechnik, Nr. 24, 1990, S. 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
- IPCC: Climate Change. The IPCC Scientific Assessment, Cambridge, 1991
- Kocsis, G.: Wasser nutzen, verbrauchen oder verschwenden? Karlsruhe, 1988
- Lashof, D. A. / Tirpak, D. (Hg.): Policy Options for Stabilizing Global Climate, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D. C., 1990
- Mintzer, I. M.: A Matter of Degrees. The Potential for Controlling the Greenhouse Effect, World Resources Institute, Washington, D. C., 1987
- Montrealer Protokoll der Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen. In: Stiftung Entwicklung und Frieden: Die Umwelt bewahren, Bonn, 1989, S. 111-129
- 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
- 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
- Postel, S.: Water. Rethinking Management in an Age of Scarcity, Worldwatch Paper 62, Washington, D. C., 1984
- Rosenberg, N. J. et al.: Greenhouse Warming. Abatement and Adaptation, Washington, D. C., 1989
- 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
- Smith, J. / Tirpak, D. (Hg.): Potential Effects of Global Climate Change on the United States, U. S. Environmental Protection Agency, Washington, D. C., 1988
- 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
- Streeten, P. P.: Global Institutions for an Interdependent World. In: World Development, Vol. 17, 9, 1989, S. 1349-1359
- Swart, R. J. / De Boor, H. / Rotmans, J.: Targeting Climate Change. In: International Environmental Affairs, Vol. 1, 3, 1989
- Weizsäcker, E. U. von: Erdpolitik. Ökologische Realpolitik an der Schwelle zum Jahrhundert der Umwelt, 3. Aufl., Darmstadt, 1992
- WHO: Review of Progress of the International Drinking Water Supply and Sanitation Decade, 1981-1990. EB 83/3, October 1988
- 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 Resources Institute (and International Institute for Environment and Development): World Resources, New York, London, 1986, etc.