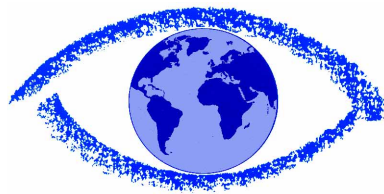


**Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung
Globale Umweltveränderungen (WBGU)**



Ziele für den Klimaschutz 1997

**Stellungnahme zur
dritten Vertragsstaatenkonferenz
der Klimarahmenkonvention in Kyoto**

September 1997

Der Beirat dankt Herrn Dr. Bruckner, Herrn Dr. Leimbach und Herrn Dr. Petschel-Held, Mitarbeiter des BMBF-Projektes „ICLIPS“ am Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, für die wissenschaftliche Unterstützung bei der Erstellung dieser Studie.

Impressum:

Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung
Globale Umweltveränderungen
Geschäftsstelle am Alfred-Wegener-Institut für Polar- und
Meeresforschung
Postfach 12 01 61
27515 Bremerhaven

Tel.: 0471/4831-723/733

Fax: 0471/4831-218

Email: wbgu@awi-bremerhaven.de

Homepage: <http://www.awi-bremerhaven.de/WBGU/>

Diese Stellungnahme ist im Internet unter
http://www.awi-bremerhaven.de/WBGU/wbgu_sn1997.html
abrufbar.

Redaktionsschluß: 19.9.1997

© 1997, WBGU

**Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung
Globale Umweltveränderungen (WBGU)**

Ziele für den Klimaschutz 1997

**Stellungnahme zur
dritten Vertragsstaatenkonferenz
der Klimarahmenkonvention in Kyoto**

**Beschlossen auf der 52. Sitzung des Beirats
am 19. September 1997 in Göttingen**

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
1 Einleitung	7
2 Stand der Klimaforschung	8
2.1 Bisherige Klimaänderung	8
2.2 Zukünftige Klimaänderung	9
2.3 Mögliche Folgen einer Klimaänderung	10
3 Völkerrechtliche Leitplanken der Klimapolitik	11
4 Integrierte Bewertung von Strategien zum Klimaschutz	14
4.1 Der Fensteransatz	14
4.2 Die Leitplanken des Klimafensters	15
4.3 Mindestanforderungen an Strategien zum Klimaschutz	17
4.4 Das neue WBGU-Szenario	19
Bedeutung für das Klima	21
Wie sicher ist das Klimafenster?	21
Wirtschaftliche Auswirkungen der Strategie zum Klimaschutz	23
5 Nationale Reduktionspflichten	24
6 Umsetzung der im Protokoll festzulegenden Reduktions- verpflichtungen	27
6.1 Lebensstile und Wirtschaftsweisen	27
6.2 Umweltbildung	28
6.3 Flexible Instrumente der Umsetzung	29
Gemeinsame Umsetzung	29
Internationales Zertifikatesystem	31
6.4 Unterstützung der Entwicklungsländer	31
7 Literatur	33
Anhang	
A 1 Die Mitglieder des Beirats	36
A 2 Der Auftrag des Beirats	37

Zusammenfassung

Der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) gibt in dieser Stellungnahme zur dritten Vertragsstaatenkonferenz des Rahmenübereinkommens der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (Klimarahmenkonvention) Empfehlungen zur Ausgestaltung der in einem Protokoll zur Konvention zu vereinbarenden Pflichten. Dieses betrifft insbesondere verbindliche, zeitlich und mengenmäßig bestimmte Ziele zur Begrenzung der Emission von Treibhausgasen, die entsprechend dem auf der ersten Vertragsstaatenkonferenz beschlossenen „Berliner Mandat“ für die in Anlage I der Klimarahmenkonvention aufgeführten Industriestaaten vereinbart werden sollen. Hiermit soll das zentrale Ziel der Klimarahmenkonvention erreicht werden, nämlich die Konzentration von Treibhausgasen auf einem Niveau zu stabilisieren, auf dem eine „gefährliche vom Menschen verursachte Störung des Klimasystems“ verhindert wird.

Nach dem aktuellen Stand der Klimaforschung, der vor allem im jüngsten Bericht des 'Intergovernmental Panel on Climate Change' (IPCC) zusammengefaßt ist, liegt es nahe, von einem menschlichen Einfluß auf das globale Klima zu sprechen. Wenn es nicht gelingt, die bestehenden Wirtschafts- und Lebensweisen zu ändern, droht mit großer Wahrscheinlichkeit eine globale Klimaänderung in einem Ausmaß und in einer Geschwindigkeit, wie sie in den letzten 10.000 Jahren (im jüngeren Quartär) niemals aufgetreten ist.

Um die deshalb zum Schutz des Klimasystems notwendigen Emissionsreduktionen zu bestimmen, wendet der Beirat das bereits 1995 in der Stellungnahme zur ersten Vertragsstaatenkonferenz genutzte Konzept der „Toleranzfenster“ erneut an. Dabei wird der für die kommenden 200 Jahre noch verbleibende Handlungsspielraum durch die normative Vorgabe von auf keinen Fall hinnehmbaren ökologischen, ökonomischen und sozialen „Leitplanken“ der Klimaentwicklung und der Klimapolitik ermittelt. Die Summe der Leitplanken definiert das „Toleranzfenster“ im Klimaschutz.

Der Beirat geht davon aus, daß entsprechend dem „Berliner Mandat“ von 1995 und den in der Klimarahmenkonvention niedergelegten völkerrechtlichen Grundsätzen zunächst nur die in Anlage I aufgeführten Staaten (Industrieländer) durch konkrete Reduktionsziele in die Pflicht genommen werden. Für die Verteilung von Pflichten zwischen den einzelnen Ländern empfiehlt der Beirat den sogenannten „Pro-Kopf-Ansatz“ als grundsätzliches Kriterium, wobei in einer Übergangphase andere Ansätze vorübergehend zum Einsatz kommen können. Daraus ergibt sich notwendigerweise ein stark verengter Handlungsspielraum für die Industrieländer.

Der Beirat kommt zu dem Ergebnis, daß sein 1995 in der Stellungnahme zur ersten Vertragsstaatenkonferenz vorgeschlagenes Emissionsprofil („WBGU-Szenario“) nur dann als mit den ökologischen, ökonomischen, sozialen und völkerrechtlichen Leitplanken verträglich ist, wenn es sich nicht nur auf Kohlendioxid bezieht, sondern auch die anderen wichtigen Treibhausgase wie Methan und Distickstoffoxid berücksichtigt.

Der Beirat leitet aus der integrierten Analyse von Klimaschutzstrategien konkrete Reduktionsziele für Industrieländer ab; diese sollten als eine verbindliche Verpflichtung der Anlage-I-Länder (Industrieländer) in ein Protokoll zur Klimarahmenkonvention aufgenommen werden: Dementsprechend sollen – bezogen auf das Basisjahr 1990 – die Anlage-I-Staaten ihre Emissionen von Treibhausgasen bis 2005 um 11%, bis 2010 um 23% und bis 2020 um 43% reduzieren. Langfristig (bis 2050) ist eine Verringerung der Treibhausgasemissionen der Industrieländer um 77% notwendig.

Deshalb ist das vom EU-Umweltministerrat für die Anlage-I-Staaten vorgeschlagene Ziel von nur 15% bis 2010 (bezogen auf 1990) keineswegs ausreichend. Hierbei ist zudem zu berücksichtigen, daß der Beirat in seinen Leitplanken nur die absoluten Mindestanforderungen an eine Klimaschutzpolitik berechnet hat. Selbst die Einhaltung der Empfehlungen des Beirats wird nach bisherigem Wissen wegen der Trägheit des Systems zum Beispiel den Anstieg des Meeresspiegels nicht mehr aufhalten können. Besonders wirtschaftsstarke Industrieländer sollten sich aus diesem Grunde verpflichten, ihre Emissionen bis 2005 um deutlich mehr als 11% zu reduzieren, damit die begrenzten Möglichkeiten der weniger wirtschaftsstarke Industrieländer ausgeglichen werden können.

Der Beirat empfiehlt deshalb der Bundesregierung, aus klimapolitischen Gründen weiterhin an ihrem Ziel einer Reduktion der Kohlendioxidemissionen bis 2005 um 25% des Niveaus von 1990 festzuhalten. Allerdings kann ein Teil dieser Reduktionsverpflichtung durch gemeinsame Umsetzung (joint implementation) von Maßnahmen in anderen Ländern, in denen die Minderungskosten niedriger sind, erfüllt werden.

Diese Reduktionsziele erfordern eine Abkehr von nicht-nachhaltigen Konsum- und Produktionsmustern insbesondere in den Industrieländern. Eine solche Abkehr ist nur durch einen umfassenden gesellschaftlichen Wandel erreichbar. Deshalb muß eine Strategie zur Veränderung klimaschädlicher Handlungsmuster neben technischen Lösungen, ökonomischen Instrumenten und rechtlichen Regelungen eine verstärkte Umweltbildung als unverzichtbaren Bestandteil der Klimaschutzpolitik enthalten.

Neben der nationalen Politik sollten auch internationale bzw. globale Instrumente wie die gemeinsame Umsetzung von Maßnahmen und ein internationales Zertifikatesystem eingesetzt werden, damit die Emissionen möglichst effizient und damit volkswirtschaftlich kostengünstig gemindert werden können.

Hinsichtlich der Nord-Süd-Beziehungen sind die Industrieländer verpflichtet, die „vollen vereinbarten Mehrkosten“ zu tragen, die Entwicklungsländern bei der Erfüllung ihrer in der Klimarahmenkonvention verankerten Berichtspflichten entstehen (Artikel 4 Absatz 3 Satz 1 in Verbindung mit Artikel 12 Absatz 1). Darüber hinaus legt die Konvention nahe, daß die Industrieländer die Entwicklungsländer auch bei weiteren Maßnahmen, insbesondere Maßnahmen der Förderung und Zusammenarbeit zum Zwecke des Klimaschutzes, finanziell unterstützen (Artikel 4 Absatz 3 Satz 2 in Verbindung mit Artikel 4 Absatz 1). Schließlich betont die Konvention, daß der Umfang, in dem Entwicklungslän-

der ihre Verpflichtungen aus der Konvention wirksam erfüllen, davon abhängen wird, inwieweit die Anlage-I-Staaten ihre Verpflichtungen aus der Konvention über Finanz- und Technologietransfer erfüllen. Vor diesem Hintergrund empfiehlt der Beirat eine Aufstockung der entsprechenden finanziellen Mittel im Rahmen der Bestimmungen der Klimarahmenkonvention. Auf Effizienz und geringe Verwaltungskosten ist dabei zu achten.

1 Einleitung

Ziel des Rahmenübereinkommens der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (englisch: United Nations Framework Convention on Climate Change – FCCC; deutsche Kurzform: Klimarahmenkonvention; FCCC, 1992) ist es, „die Konzentrationen der Treibhausgase in der Atmosphäre auf einem Niveau zu stabilisieren, 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 den Klimaänderungen anpassen können, die Nahrungsmittelerzeugung nicht bedroht wird und die wirtschaftliche Entwicklung auf nachhaltige Weise fortgeführt werden kann“ (Artikel 2 FCCC).

Angesichts der sich erhaltenden naturwissenschaftlichen Erkenntnisse über die durch den Menschen verursachte Klimaänderung wird immer deutlicher, daß das Ziel der Klimarahmenkonvention mit den vereinbarten Pflichten in ihrer bisherigen Form nicht erreicht werden kann. Insbesondere fehlen konkrete Reduktionsziele über das Jahr 2000 hinaus. Das Hauptanliegen der im Dezember 1997 in Kyoto stattfindenden dritten Vertragsstaatenkonferenz ist es deshalb, die Konvention durch Vereinbarungen (Protokolle) zu ergänzen, in denen für vorgegebene Zeiträume konkrete Pflichten zur Verminderung von Treibhausgasemissionen vorgeschrieben werden. Gemäß dem auf der ersten Vertragsstaatenkonferenz beschlossenen „Berliner Mandat“ sollen zunächst vornehmlich die in Anlage I aufgeführten Hauptverursacher des durch menschlichen Einfluß verstärkten Treibhauseffekts dadurch in die Pflicht genommen werden, daß für sie konkrete Reduktionspflichten vereinbart werden sollen. Die Gruppe der Anlage-I-Staaten umfaßt die westlichen Industrieländer und die sich im Übergang zu einem marktwirtschaftlichen System befindenden osteuropäischen Länder.

In der vorliegenden Stellungnahme des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) werden konkrete Pflichten zur Minderung von Treibhausgasemissionen empfohlen, die auf der Basis unseres heutigen Wissens im Sinne von Artikel 2 der Klimarahmenkonvention zum Schutz des Klimasystems erforderlich erscheinen. Auf der Grundlage des aktuellen Stands der Klimaforschung werden mit Hilfe einer integrierten Analyse von Klimaschutzstrategien Mindestanforderungen an internationale Reduktionspflichten abgeleitet, die den Prinzipien internationaler Gerechtigkeit genügen. Auch werden internationale Strategien zur Umsetzung dieser Pflichten empfohlen.

2 Stand der Klimaforschung

Der internationale Stand der Klimaforschung wird in den Berichten des Zwischenstaatlichen Ausschusses über Klimaänderungen (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) jeweils aktualisiert dargestellt. Die Teilberichte der speziell zuständigen Arbeitsgruppe I des IPCC, an deren Erstellung weltweit zahlreiche Experten der Klimaforschung mitwirken, enthalten den sorgfältig geprüften, auf wissenschaftlichen Fachveröffentlichungen beruhenden Konsens über die Einschätzung des komplexen Klimasystems und seiner Änderung durch die Menschen.

Die wichtigsten Werkzeuge zur Untersuchung von Klimaänderungen sind gekoppelte Atmosphäre-Ozean-Zirkulationsmodelle. Bei diesen Klimamodellen handelt es sich um mathematische Darstellungen der heute bereits verstandenen Prozesse im hochkomplexen Klimasystem. Gerade wegen der gleichzeitigen Berücksichtigung interdependenter Variablen sind diese Modelle jedem intuitiven Ansatz überlegen. Die Modelle sind durch Vergleich mit Beobachtungsdaten intensiv getestet worden (IPCC, 1996a). Zweifellos weisen sie noch eine Reihe von Defiziten auf, so insbesondere hinsichtlich der Berücksichtigung der Biosphäre, der Landnutzungsänderungen, der indirekten Wirkung von Aerosolen sowie der Beschreibung des Wasserkreislaufs einschließlich der Wirkung von Wolken. Dennoch simulieren sie das globale Klima auf kontinentaler Skala sowie für Zeiträume zwischen Jahrzehnten und Jahrhunderten zufriedenstellend.

2.1 Bisherige Klimaänderung

In seinem neuesten Sachstandsbericht (IPCC, 1996a) wird die Aussage der älteren Berichte (IPCC, 1990 und 1992) bekräftigt, daß die Konzentrationen von Treibhausgasen in der Atmosphäre seit vorindustriellen Zeiten erheblich angestiegen sind und daß sich das Klima in den letzten hundert Jahren geändert hat. Die am stärksten zum zusätzlichen Treibhauseffekt beitragenden Gase sind Kohlendioxid, Methan und Distickstoffoxid. Sie werden durch die Verbrennung fossiler Energieträger, durch Landnutzungsänderungen und in der Landwirtschaft freigesetzt. Der mit der Verbrennung fossiler Energieträger wie Erdöl und Kohle sowie von Biomasse verbundene Ausstoß von Aerosolen (mikroskopisch kleine Partikel in der Luft) wirkt regional abkühlend, kann aber global die erwärmende Wirkung der vermehrten Treibhausgasemissionen nicht ausgleichen.

Wegen der hohen natürlichen Klimavariabilität ist es sehr schwierig nachzuweisen, ob der Mensch die beobachtete Klimaänderung mit verursacht hat. Allerdings sind seit dem ersten IPCC-Bericht (1990) große Fortschritte in der Forschung erzielt worden, da sich das Verständnis der menschlichen Einflüsse auf das Klima sowie die Methoden verbessert haben. Die Methoden zum Nachweis eines „menschlichen Fingerabdrucks“ im beobachteten Klimawandel beruhen auf dem Vergleich von gemessenen und mit Klimamodellen simulierten räum-

lichen Mustern der zeitlichen Entwicklung des Klimasystems. Als Maßstab für den Nachweis der statistischen Signifikanz des Klimawandels dient eine mehrere Modell-Jahrhunderte lange Simulation der natürlichen Klimavariabilität. Der anthropogene Klimawandel gilt als statistisch nachgewiesen, wenn es äußerst unwahrscheinlich ist, daß diese Muster sich durch die natürliche Klimavariabilität erklären lassen. Um diese menschliche Urheberschaft zu belegen, werden zusätzlich verschiedene in Frage kommende Einflüsse untersucht. Durch das komplexe Zusammenwirken dreier zivilisatorischer Einflüsse (Ausstoß von Treibhausgasen, Ausdünnung der Ozonschicht und Emission von Sulfat-Aerosolen) können heute die räumlichen Muster der beobachteten Temperaturänderung bereits befriedigend erklärt werden.

Unter Berücksichtigung möglicher Fehlerquellen wie der Defizite in den Klimamodellen, der unvollständigen Kenntnis der einzelnen zivilisatorischen Beiträge sowie teilweise fehlerhafter oder heterogener Meßdaten (Santer et al., 1996; Nicholls, 1996; Michaels et al., 1996) kommt der IPCC-Bericht zu dem Schluß, „die Abwägung der Erkenntnisse“ lege „einen erkennbaren menschlichen Einfluß auf das globale Klima nahe“ (IPCC, 1996a). Diese Kernaussage wird in der (in fachlich begutachteten Veröffentlichungen dargestellten) wissenschaftlichen Diskussion nicht grundsätzlich bestritten und wurde zudem nach Erscheinen des Berichts durch weitere Befunde erhärtet (Santer et al., 1996; Hegerl et al., 1997). Die auf der zweiten Vertragsstaatenkonferenz der Konvention in Genf im Sommer 1996 anwesenden Minister anerkannten und bekräftigten, daß der zweite Sachstandsbericht des IPCC die derzeit umfassendste und maßgeblichste Bewertung der Wissenschaft in Bezug auf Klimaänderungen darstelle. Er sei eine Grundlage für eine dringliche Verschärfung der Maßnahmen auf globaler, regionaler und nationaler Ebene zur Begrenzung und Reduktion der Treibhausgasemissionen und für die Entwicklung eines dahingehenden Protokolls („Genfer Erklärung“, FCCC/CP/1996/15/Add. 1, S. 71-74, Absatz 1).

2.2 **Zukünftige Klimaänderung**

Um abschätzen zu können, inwieweit der Mensch *in Zukunft* eine gefährliche Klimaänderung verursacht, werden Projektionen *möglicher zukünftiger* Klimaänderungen mit Hilfe von Klimamodellen untersucht. Dazu bedient man sich einer Reihe von Szenarien, die auf unterschiedlichen Annahmen über die wirtschaftliche Entwicklung, den Energieverbrauch sowie das Bevölkerungswachstum beruhen.

Im IPCC-Sachstandsbericht (IPCC, 1996a) werden die Ergebnisse zahlreicher Simulationen mit verschiedenen Klimamodellen ausgewertet. Danach ist bei Fortschreibung der heutigen Wirtschaftsweise (sogenanntes Business-as-usual-Szenario) ein Anstieg der mittleren globalen Temperatur nahe der Erdoberfläche um rund 2°C bis zum Jahre 2100 zu erwarten, wobei die auf unterschiedlichen Modellen sowie unterschiedlichen Prognosen über die Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung beruhenden Schätzungen für die globale Erwärmung

zwischen 1–3,5°C (bis 2100) schwanken (IPCC, 1996a). Diese Schätzungen sind niedriger als im ersten Sachstandsbericht (IPCC, 1990), da die erwartete abkühlende Wirkung der Aerosole nun berücksichtigt wurde. Hinsichtlich der möglichen regionalen Temperaturänderungen, die deutlich vom globalen Mittelwert abweichen können, sind die Aussagen der Klimamodelle unsicherer als hinsichtlich der globalen Mitteltemperatur. Insbesondere über Änderungen im Wasserhaushalt lassen sich keine genauen Aussagen treffen. Der durchschnittliche Meeresspiegel könnte infolge der thermischen Ausdehnung der Ozeane und des Abschmelzens von Gletschern und Eismassen gemäß dieser Simulationen um rund 50 cm bis zum Jahr 2100 ansteigen, wobei die Schätzwerte zwischen 15–95 cm schwanken. Die große Bandbreite dieser Schätzung beruht auf der noch unzulänglichen Kenntnis darüber, wie sich eine Erwärmung auf den Niederschlag und auf das Abschmelzen der Eisschilde auswirkt. Die höheren Temperaturen werden aller Voraussicht nach zu einem verstärkten Wasserkreislauf führen, der mit einer Zunahme von extremen Witterungsereignissen wie etwa Stürmen verbunden sein kann.

2.3 Mögliche Folgen einer Klimaänderung

In zahlreichen Studien der Klimafolgenforschung wurde in den letzten Jahren untersucht, wie sich eine Fortschreibung der gegenwärtigen Treibhausgasemissionen und daraus resultierende Klimaänderungen auf die Natur, auf die menschliche Gesundheit sowie auf die wirtschaftliche und soziale Lage der Menschen auswirken könnten (IPCC, 1996b). Damit soll abgeschätzt werden, in welchem Maße die erwarteten Klimaänderungen eine „gefährliche vom Menschen verursachte Störung des Klimasystems“ im Sinne von Artikel 2 der Klimarahmenkonvention darstellen und auf welchem Niveau und in welchem Zeitraum die Konzentration von Treibhausgasen stabilisiert werden muß.

Aber der Versuch, die in diesem Artikel 2 genannte Anpassungsfähigkeit der Ökosysteme und der sozioökonomischen Systeme zu bestimmen, bereitet erhebliche Schwierigkeiten. Um die Wirkung einer Klimaänderung auf Ökosysteme oder auf menschliche Wirtschaftskreisläufe abzuschätzen, braucht man Klimasimulationen mit einer hohen räumlichen und zeitlichen Auflösung – die sind jedoch derzeit noch nicht verfügbar. Jede künftige Klimaveränderung könnte wegen der Nichtlinearität des Klimasystems zu überraschenden, gänzlich unerwarteten Entwicklungen führen; beispielsweise könnte die Tiefenwasserbildung im Nordatlantik in vergleichsweise kurzer Zeit unterbrochen werden, mit möglicherweise fatalen (kühlenden!) Auswirkungen auf Europa. Genaue Angaben über das Ausmaß der zu erwartenden Schäden und die damit verbundenen volkswirtschaftlichen Kosten können deshalb noch nicht gemacht werden. Es gilt jedoch als sicher, daß ein Anstieg des Meeresspiegels Millionen von Menschen in den dicht besiedelten Küstenregionen bedrohen würde. Auch wird es Regionen geben, die unter stärkeren Überschwemmungen und Dürren leiden werden. Andererseits könnte es durchaus auch 'Gewinner' bei einer Klimaänderung geben, da zum Beispiel in den heute kälteren Gebieten die Böden für die Landwirtschaft genutzt werden könnten.

Insgesamt jedoch wird eine Klimaänderung mit sehr großer Wahrscheinlichkeit eine *zusätzliche* Belastung von natürlichen Systemen und menschlichen Gesellschaften bedeuten, die auch ungeachtet des zusätzlichen Treibhauseffekts in ihrer Stabilität und Lebensfähigkeit bedroht sind (IPCC, 1996b). Ursache hierfür sind die vielfach nicht-nachhaltigen Produktions- und Konsummuster insbesondere in den Industrieländern, die häufig übermäßige Nutzung von Wasser, Luft und Boden als Deponieraum für Abfälle aller Art, die vielfach als Raubbau zu kennzeichnende Ausbeutung natürlicher Ressourcen, die Zerstörung von Lebensräumen sowie die ungleiche Verteilung des Wohlstands. Entwicklungsländer sind im allgemeinen wegen der weniger günstigen ökonomischen, technischen und institutionellen Bedingungen weitaus anfälliger für die Folgen des Klimawandels als Industrieländer (IPCC, 1996b). Der WBGU hat die wechselseitige Abhängigkeit der weltweiten bedrohlichen Entwicklungen, die zu einer Reihe von globalen Krankheitsbildern (Syndromen) führen, in den letzten Jahresgutachten ausführlich identifiziert und untersucht. Diese Verflechtungen und potentiellen gegenseitigen Verstärkungseffekte beispielsweise im Wechselspiel mit der zunehmenden Bodendegradation müssen auch bei der Bewertung der Klimaänderung berücksichtigt werden.

Es ist nicht auszuschließen, daß die Menschheit eine Veränderung ihrer Umwelt im globalen Maßstab riskiert – sollte ihr bei der Emission von Treibhausgasen keine Trendwende gelingen. Diese Veränderung vollzöge sich in einem Ausmaß und mit einer Geschwindigkeit, wie sie in den letzten 10.000 Jahren (im jüngeren Quartär) noch nie aufgetreten ist. Vieles deutet darauf hin, daß die Kosten des Nichthandelns größer sein werden als die Kosten des Handelns. Dies gilt vor allem angesichts des Tatbestands, daß – wie unten dargestellt – durchaus Spielraum für eine „Politik des langen Bremswegs“ besteht und sich bei raschem Beginn einer effektiven Klimaschutzpolitik die Kosten einer Umstellung in überschaubaren Grenzen halten. Deshalb plädiert der Beirat aus Vorsorgeüberlegungen für einen raschen Einstieg in eine Politik der Emissionsminderung.

3 Völkerrechtliche Leitplanken der Klimapolitik

Im Völkerrecht gilt der Grundsatz, daß ein Staat seine Rechte nicht so gebrauchen darf, daß ein anderer Staat geschädigt wird. In diesem Sinne schränkt das Umweltvölkerrecht die staatliche Souveränität dahingehend ein, daß kein Staat sein Territorium so nutzen darf, daß einem anderen Staat erheblicher ökologischer Schaden entsteht. Die Klimarahmenkonvention geht über diese hergebrachten Grundsätze noch hinaus, indem sie das Erdklima zur gemeinsamen Sorge ('common concern') der Menschheit erklärt (Biermann, 1996; Brunée, 1989). Da diese Konvention von fast allen Staaten der Welt ratifiziert worden ist, ist sie wesentlicher Ausgangspunkt für Überlegungen über die völkerrechtlichen Leitplanken der Klimapolitik.

Die Konvention enthält allerdings keine klar definierten Verpflichtungen der Staaten, weshalb sie dringend durch das in Aussicht genommene Zusatzprotokoll konkretisiert werden muß. Die Konvention statuiert lediglich Ziele und Prinzipien sowie in Artikel 4 allgemein gehaltene Verpflichtungen. Das Ziel der Konvention und aller in ihrem Zusammenhang zu beschließenden Rechtsinstrumente ist die Stabilisierung der Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre auf einem Niveau, auf dem eine gefährliche vom Menschen verursachte Störung des Klimasystems verhindert wird (siehe Wortlaut Artikel 2, Einleitung). Lediglich für die Industriestaaten lassen sich aus Artikel 4 Absatz 2 (a) und (b) – allerdings konkretisierungsbedürftige – Reduktionsverpflichtungen ableiten. Gerade diese Unzulänglichkeit soll durch das Protokoll zur Konvention behoben werden.

Ausgangspunkt für die Festlegung von Reduktionsquoten im angestrebten Zusatzprotokoll ist Absatz 1 der in Artikel 3 der Konvention niedergelegten Prinzipien. Danach sollen die Vertragsparteien das Klimasystem zum Wohl heutiger und künftiger Generationen schützen, und zwar „auf der Grundlage der Gerechtigkeit (‘equity’) und entsprechend ihrer gemeinsamen, aber unterschiedlichen Verantwortlichkeiten und ihren jeweiligen Fähigkeiten.“ Folglich sollen die Industrieländer die Führung bei der Bekämpfung der Klimaänderungen und ihrer nachteiligen Auswirkungen übernehmen. Die Konvention betont des weiteren die speziellen Bedürfnisse und besonderen Gegebenheiten der Entwicklungsländer.

Die Konvention integriert damit zwei innovative Ansätze des modernen Völkerrechts: das Prinzip der intergenerationellen Gerechtigkeit sowie das Prinzip unterschiedlicher Verantwortlichkeiten der Staaten, woran bei der Verteilung der Emissionsrechte an Treibhausgasen in dem zu beschließenden Zusatzprotokoll anzusetzen ist. Das Prinzip unterschiedlicher Verantwortlichkeiten trägt dem sehr verschiedenen Anteil der Staaten an der Belastung der Atmosphäre in der Vergangenheit Rechnung und entspricht so dem Verursacherprinzip. Indem die Konvention an die „jeweiligen Fähigkeiten“ der Staaten anknüpft, berücksichtigt sie darüber hinaus das aus dem innerstaatlichen Steuerrecht bekannte Prinzip der unterschiedlichen Leistungsfähigkeit. Im Einklang mit dieser unterschiedlichen Inpflichtnahme der Industrieländer und der anderen in Anlage I aufgeführten Vertragsparteien einerseits sowie der übrigen Vertragsparteien andererseits hat die erste Vertragsstaatenkonferenz 1995 das „Berliner Mandat“ angenommen, das allerdings rechtlich nicht bindend ist. Das „Berliner Mandat“ enthält in erster Linie einen Auftrag zu Verhandlungen und geht entsprechend der Differenzierung in der Konvention von besonderen, durch ihre vergangenen und gegenwärtigen Emissionsniveaus begründeten Verpflichtungen der Industrieländer und der anderen in Anlage I aufgeführten Vertragsparteien aus, wohingegen es weitere Verpflichtungen für die übrigen Vertragsparteien ausschließt. Diesen gesteht das „Berliner Mandat“ – unter Bekräftigung ihrer allgemeinen Verpflichtungen – vielmehr das Recht auf eine nachhaltige Entwicklung zu, was wohl eine gewisse Steigerung des Emissionsniveaus in den Entwicklungsländern voraussetzt. Das „Berliner Mandat“ gilt allerdings nur bis zur Konferenz in Kyoto; längerfristig unterliegen auch die

Entwicklungsländer Verpflichtungen im Rahmen der gemeinsamen Verantwortung für das Weltklima.

Für die Zuteilung von Reduktionspflichten im einzelnen kommen verschiedene Kriterien in Betracht. Diese untersucht der Beirat im folgenden auf ihre Vereinbarkeit mit den in der Konvention niedergelegten Zielen und Prinzipien, insbesondere mit dem Prinzip einer die unterschiedlichen Verantwortlichkeiten und jeweiligen Fähigkeiten der Staaten berücksichtigenden Gerechtigkeit ('equity') sowie Prinzipien des allgemeinen Völkerrechts.

Denkbar wäre zunächst, unter Rückgriff auf – aus dem Grund- und Menschenrechtsschutz stammende – Prinzipien wie Bestands- und Vertrauensschutz vom Emissionsniveau bestimmter Staaten oder Gruppen von Staaten zum Zeitpunkt der Annahme der Konvention (1992) auszugehen. Auf dieser Grundlage könnten dann Reduktionsverpflichtungen festgelegt werden. Ein solcher, an den Bestand anknüpfender Ansatz würde allerdings hohe Emissionsniveaus und damit umweltschädliches Verhalten in der Vergangenheit prämiieren und ist deshalb unvereinbar mit Ziel und Zweck der Konvention.

Ein entgegengesetzter Ansatz würde unter starker Betonung des Verursacherprinzips die Vergangenheit voll berücksichtigen. Das hieße: Hohe, in der Vergangenheit vorgenommene Emissionen der Industriestaaten schlugen voll zu Buche, wohingegen Entwicklungsländern, die mangels entsprechender Industrie in der Vergangenheit außerordentlich niedrige Emissionsniveaus aufwiesen, zunächst ein Recht auf Nachholen einer emissionsträchtigen Entwicklung zugestanden würde. Hohe Emissionsniveaus in der Vergangenheit waren jedoch regelmäßig nicht völkerrechtswidrig, so daß die betroffenen Staaten mit derartigen Nachteilen in der Zukunft nicht rechnen konnten. Des weiteren besteht das Ziel vor allem in einem allseitigen Bemühen um globale Reduktion der Treibhausgasemissionen, nicht in deren Umverteilung. Insofern wird auch dieser Ansatz dem Ziel der Konvention unter Beachtung der Gerechtigkeit ('equity') nicht gerecht.

Mangels überzeugender Alternativen kommt unter dem in der Konvention niedergelegten Grundsatz der Gerechtigkeit ('equity') langfristig nur die Einwohnerzahl der Staaten als Maßstab für die Bestimmung von Emissionsquoten in Betracht. Andere Maßstäbe verkennen, soweit ersichtlich, die in der Entwicklung des Menschenrechtsschutzes zum Ausdruck kommende, dramatisch wachsende Bedeutung, die das moderne Völkerrecht dem einzelnen zu Lasten einer immer mehr relativierten staatlichen Souveränität zuerkennt. Die Entwicklungschancen des einzelnen hängen aber wesentlich auch damit zusammen, ob die betreffende Person in einem Industrieland lebt, was in der Regel mit einem relativ hohen Emissionsniveau verbunden ist. Der Pro-Kopf-Ansatz harmonisiert des weiteren mit dem in der Konvention niedergelegten Prinzip der gemeinsamen, aber unterschiedlichen Verantwortlichkeiten, indem die Industrieländer mit ihren gegenwärtig erheblich höheren Emissionsniveaus auch sehr viel höhere Reduktionsverpflichtungen treffen. Er harmonisiert auch mit dem Prinzip der „jeweiligen Fähigkeiten“ der Staaten, weil in einem Staat mit hohen Pro-Kopf-Emissionen Reduktionen in der Regel leichter durchsetzbar sein müßten als in einem Staat mit niedrigen Pro-Kopf-Emissionen.

Soll im Hinblick auf den Pro-Kopf-Grundsatz die Bevölkerung eines Staates zum Zeitpunkt der Annahme der Konvention (1992) oder die jeweilige zukünftige Bevölkerung des Staates Maßstab sein? Diese Frage beantwortet das Völkerrecht nicht, auch nicht das weite Prinzip der Gerechtigkeit ('equity'). Ein auf den Zeitpunkt der Annahme der Konvention festgelegter Pro-Kopf-Grundsatz schafft vermutlich bessere Reduktionsanreize und könnte umwelt- und menschenrechtspolitisch erwünschte Nebeneffekte haben, zum Beispiel eine – menschenrechtskonforme – Bevölkerungspolitik und Frauenausbildung.

Diesen („statischen“) Pro-Kopf-Grundsatz hat der Beirat den in Abschnitt 4 erläuterten Empfehlungen zur Verteilung von Lasten zwischen Industrie- und Entwicklungsländern zugrundegelegt. Daraus folgert der Beirat konkrete Reduktionspflichten der Anlage-I-Staaten für die im „Berliner Mandat“ vorgeschlagenen Zeithorizonte (2005, 2010 und 2020). Aus Gründen der Durchsetzungsfähigkeit sollte innerhalb dieser Staatengruppe in einer Übergangsphase zunächst keine Differenzierung nach dem Pro-Kopf-Grundsatz festgelegt werden. Der Beirat empfiehlt jedoch langfristig – insbesondere im Blick auf die nach der Vertragsstaatenkonferenz in Kyoto zu erwartenden Verhandlungen – im Rahmen der aufgezeigten völkerrechtlichen Leitplanken den Pro-Kopf-Grundsatz als Basis für die Bestimmung von Emissionsquoten. Durch starkes Bevölkerungswachstum oder durch Bevölkerungsabnahme entstehenden Verzerrungen kann dabei durch Anpassungen der Emissionsrechte der Staaten in lang zu bemessenden Intervallen Rechnung getragen werden.

Ausgehend von dem Grundprinzip eines Pro-Kopf-Ansatzes erlaubt und gebietet das Prinzip der Gerechtigkeit im Sinne von 'equity' jedoch die Berücksichtigung aller Umstände des Einzelfalles. Das bedeutet, daß neben den unterschiedlichen Verantwortlichkeiten und Fähigkeiten der Staaten auch weitere Faktoren, wie zum Beispiel das kühlere oder wärmere Klima einer bestimmten Region sowie sich dort anbietende mehr oder minder emissionsträchtige Industrien, zu gewissen Modifikationen des Grundprinzips führen können und müssen. Angesichts der Umstellungsschwierigkeiten ist dieser modifizierte Pro-Kopf-Ansatz etappenweise zu verwirklichen. In einer derartigen Übergangsphase kann auch der auf die Wirtschaftskraft bezogene Energieverbrauch als Maßstab für die Energieeffizienz berücksichtigt werden.

4 Integrierte Bewertung von Strategien zum Klimaschutz

4.1 Der Fensteransatz

Im folgenden werden globale und nationale Ziele bezüglich der Minderung von Treibhausgasemissionen mit Hilfe des 1995 vom Beirat (WBGU, 1995 und

1996) entwickelten Konzepts der Toleranzfenster (Toth et al., 1997) vorgeschlagen. Charakteristisch für diesen Ansatz ist die normative Vorgabe von nicht-tolerierbaren Bedingungen, den sogenannten *Leitplanken*. Diese können beispielsweise die Folgen der Klimaänderung oder die Belastung der Gesellschaft durch die Minderung von Treibhausgasemissionen betreffen. Auf diese Weise lassen sich Mindestanforderungen an weltweite bzw. nationale Klimaschutzstrategien ableiten. Aus der Gesamtheit potentiell zulässiger Klimaschutzstrategien wird ein bestimmter globaler Pfad der Minderung von Treibhausgasemissionen („WBGU-Szenario“) ausgewählt; dieser Pfad ist optimal mit Blick auf seine Umsetzbarkeit und seine volkswirtschaftliche Verträglichkeit. Unter Berücksichtigung der internationalen Gerechtigkeit hat der Beirat hieraus die Reduktionspflichten für die Anlage-I-Länder abgeleitet.

Es ist zu betonen, daß der Fensteransatz dem Schutz der Umwelt keine absolute Priorität vor wirtschaftlichen und sozialen Zielen einräumt. Indem zwischen der normativen Festlegung von Leitplanken und der wissenschaftlichen Bestimmung der damit verträglichen Klimaschutzstrategien strikt getrennt wird, vermeidet der Fensteransatz eine Reihe von Problemen, die bei Einsatz der Kosten-Nutzen-Analyse auftreten. Eine Kosten-Nutzen-Analyse wäre zwar grundsätzlich wünschenswert, aber sie scheitert in der Praxis an der Überfülle von Informations- und Methodenproblemen, die kaum gelöst werden können. Insofern handelt es sich bei dem Ansatz des Beirats zunächst um eine pragmatische Strategie, bei der die normativen Positionen explizit offengelegt werden. Umweltgüter und Gesundheitsschäden werden nicht monetarisiert, und zukünftige Schäden werden nicht im Vergleich zu gegenwärtigen Schäden ausgeglichen. Die Unsicherheiten, die mit der Abschätzung von Nutzen und Kosten von Klimaänderungen verbunden sind, werden eher intuitiv berücksichtigt. Insbesondere werden die unterschiedlichen Kategorien von Nutzen und Schäden nicht als gegenseitig kompensierbar angesehen: Verluste in einer Kategorie (beispielsweise der unwiederbringliche Verlust von lebensnotwendigen Ressourcen) können nicht beliebig durch Gewinne in einer anderen Kategorie (beispielsweise ein regional erhöhter Freizeitwert) ausgeglichen werden.

4.2 Die Leitplanken des Klimafensters

In Anlehnung an die Stellungnahme zur ersten Vertragsstaatenkonferenz (WBGU, 1995) hält der Beirat das dort definierte „Klimafenster“ für geeignet, um Leitplanken einer im Sinne von Artikel 2 FCCC „gefährlichen Klimaänderung“ zu definieren. Eine Erwärmung um mehr als 2°C (bezogen auf den vorindustriellen Wert) bzw. eine Erwärmungsrate von mehr als 0,2°C pro Dekade kennzeichnen demnach Klimaänderungen, die in keinem Fall als tolerierbar angesehen werden. Darüber hinaus nimmt der Beirat an, daß die Anpassungsfähigkeit der Ökosysteme und sozialer Gemeinschaften mit zunehmender Annäherung an die Temperaturobergrenze abnimmt. Die Festlegung der nicht-tolerierbaren Erwärmung orientiert sich dabei an der beobachteten Schwankungsbreite im jüngeren Quartär, das unsere heutige Umwelt geprägt hat. Sie drückt somit das Ziel der Bewahrung einer natürlichen Umwelt aus, die sich für

den Menschen und die belebte Umwelt als Existenzgrundlage erwiesen hat. Der Abstand zur Leitplanke der nicht-tolerierbaren Erwärmung beträgt heute nur noch etwa $1,3^{\circ}\text{C}$ (WBGU, 1995). Die Festlegung der nicht-tolerierbaren Erwärmungsrate von $0,2^{\circ}\text{C}$ je Dekade beruht unter anderem auf der Einschätzung, daß Belastungen der Menschen durch Klimafolge- und -anpassungskosten in einer Höhe von 5% des globalen Bruttosozialprodukts unzumutbar sind. Dabei muß aber berücksichtigt werden, daß es sich hier um eine noch sehr grob definierte Leitplanke handelt. Zum einen sind Klimafolgekosten nur sehr schwer abzuschätzen, zum anderen müssen globale Verteilungseffekte berücksichtigt werden. Außerdem wird es kaum möglich sein, auf der Weltebene (zeitunabhängige) maximale Belastungsgrenzen zu definieren. Man kann nur auf Erfahrungen hinweisen, daß „Belastungen“ (wie etwa die Kosten der deutschen Einheit), die Größenordnungen von 3% bis 5% des Bruttosozialprodukts überschreiten, vielfach als kritisch angesehen werden.

Diese Festlegung von Leitplanken soll aber nicht darüber hinwegtäuschen, daß es im allgemeinen keine wissenschaftlich definierbaren kritischen Schwellen des Klimawandels gibt, unterhalb derer Schäden ausgeschlossen sind. Auch berücksichtigen globale Leitplanken nicht, daß die Auswirkungen einer Klimaänderung sich regional und sektoral deutlich unterscheiden können. Selbst bei Einhaltung der Leitplanken im Sinne von Grenzwerten nimmt man also ein gewisses Maß an Schäden von Ökosystemen wie auch die Bedrohung von Leib und Leben von Menschen in Kauf. Deshalb darf die Festlegung nicht-tolerierbarer Belastungen nicht allein der Wissenschaft überlassen werden, sondern muß in einem demokratischen Entscheidungsprozeß – unterstützt durch wissenschaftliche Expertise – in Wahrnehmung der Verantwortung für die jetzt und zukünftig lebenden Generationen erfolgen. Die hier vom Beirat vorgeschlagenen Werte sind bewußt *weit* gefaßt. So gehen die Enquete-Kommissionen „Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre“ und „Schutz der Erdatmosphäre“ des 11. und 12. Deutschen Bundestages davon aus, daß eine unbelastete Vegetation einer Erwärmung um nur $0,1^{\circ}\text{C}$ pro Dekade gerade noch folgen kann (Enquete-Kommission, 1990 und 1994), im Unterschied zur hier festgelegten Leitplanke einer nicht tolerierbaren Erwärmungsrate von $0,2^{\circ}\text{C}$ pro Dekade. Alle aus diesen Leitplanken abgeleiteten Ergebnisse sind deshalb als *Mindestanforderungen* anzusehen, die an globale (bzw. nationale) Strategien zum Klimaschutz gestellt werden sollten.

Zur Festlegung einer wirtschaftlich und sozial verträglichen Strategie zum Schutz des Klimas ist zu berücksichtigen, daß auch die Minderung von Treibhausgasemissionen zu erheblichen volkswirtschaftlichen Kosten führen kann. Diese Kosten sind nicht eindeutig abzuschätzen, da sie von einer Vielzahl von Faktoren wie etwa den Konsum- und Produktionsmustern, der Verfügbarkeit von Ressourcen und Technologien und der Wahl der politischen Instrumente abhängen. Wird etwa rechtzeitig gewährleistet, daß wirkungsvolle Investitionen zur Steigerung der Energieeffizienz bzw. zur Energieträgersubstitution vorgenommen werden, erwachsen der Gesellschaft weniger Kosten, als wenn sie zu spät und dann kurzfristig Maßnahmen ergreift (IPCC, 1996c). Im allgemeinen werden die Kosten jedoch um so höher sein, je schneller die Emissionen redu-

ziert werden müssen. Die ohne größere wirtschaftliche Nebeneffekte (etwa negative Wachstums-, Beschäftigungs- und Preiseffekte) realisierbare „maximale“ Reduktionsgeschwindigkeit der Kohlendioxidemissionen hängt hierbei unter anderem von der Sektoralstruktur (Anteil der energieintensiven Wirtschaftsbereiche) und der Kapitalintensität einer Volkswirtschaft, der Altersstruktur des Realkapitals, der regionalen Konzentration der emissionsträchtigen Sektoren oder dem Grad der Beschäftigung ab. Es ist daher äußerst schwierig, ökonomieverträgliche maximale Reduktionsraten pauschal abzuleiten. Untersuchungen für Deutschland deuten darauf hin, daß diese für Industrienationen bei jährlich etwa 2% liegen (Hillebrand et al., 1996; Hillebrand und Wackerbauer, 1996; Klemmer, 1997). Weil die Emissionsminderungskosten (DM pro Tonne Kohlendioxid) in Industrieländern für Techniken mit noch beträchtlichen Minderungspotentialen (etwa im Niedertemperaturbereich) sehr hoch sind und die Emissionsminderungskosten stark streuen, weist der Beirat darauf hin, daß bei gemeinsamer Umsetzung (joint implementation) die als ökonomieverträglich anzusehenden Minderungsraten gesteigert werden können. Unter diesen Bedingungen könnten zeitweise durchaus Minderungsraten von 4% pro Jahr erreicht werden.

4.3 Mindestanforderungen an Strategien zum Klimaschutz

Die im folgenden präsentierten Ergebnisse wurden mit Hilfe eines vereinfachten Klimamodells ermittelt, das aber in bezug auf Komplexität und Realitäts-treue dem früher vom Beirat verwendeten (WBGU, 1995) deutlich überlegen ist. Es werden nun neben Kohlendioxid die anderen wesentlichen Treibhausgase (Methan, Distickstoffoxid, Fluorchlorkohlenwasserstoffe) ebenso berücksichtigt wie der Einfluß der Aerosole. Mittels eines biogeochemischen Modells lassen sich aus den Spurengasemissionen die entsprechenden atmosphärischen Konzentrationen errechnen. Die Verwendung von Modellen für die Strahlungswirkung erlaubt es dann, daraus die Änderung der globalen Mitteltemperatur sowie den damit verbundenen Anstieg des Meeresspiegels abzuschätzen.

Mit Hilfe des Klimamodells konnte der Beirat prüfen, ob eine bestimmte Entwicklung von Treibhausgasemissionen noch mit den in Abschnitt 4.2 genannten Leitplanken verträglich sein würde. Mit Hilfe mathematischer Methoden, die am Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) im Rahmen des Forschungsprojekts zur integrierten Bewertung von Klimaschutzstrategien (Integrated Assessment of Climate Protection Strategies, ICLIPS) entwickelt wurden, läßt sich der sogenannte *notwendige Emissionskorridor* berechnen, der zu den normativ gesetzten Leitplanken gehört (Abb. 1). Dieser Korridor verdeutlicht den durch die Leitplanken begrenzten Handlungsspielraum für Minderungsstrategien. Er ist dadurch definiert, daß jede Kurve, die eine zulässige Entwicklung der Emissionen darstellt, innerhalb dieses Korridors liegen muß (Toth et al., 1997). Ein Pfad, der die ganze Zeit am oberen Rand des Korridors verläuft, wird allerdings als nicht zulässig betrachtet. Beispiele für zulässige Pfade sind in Abb. 1a dargestellt. *Wird in den nächsten Jahrzehnten der Ausstoß von*

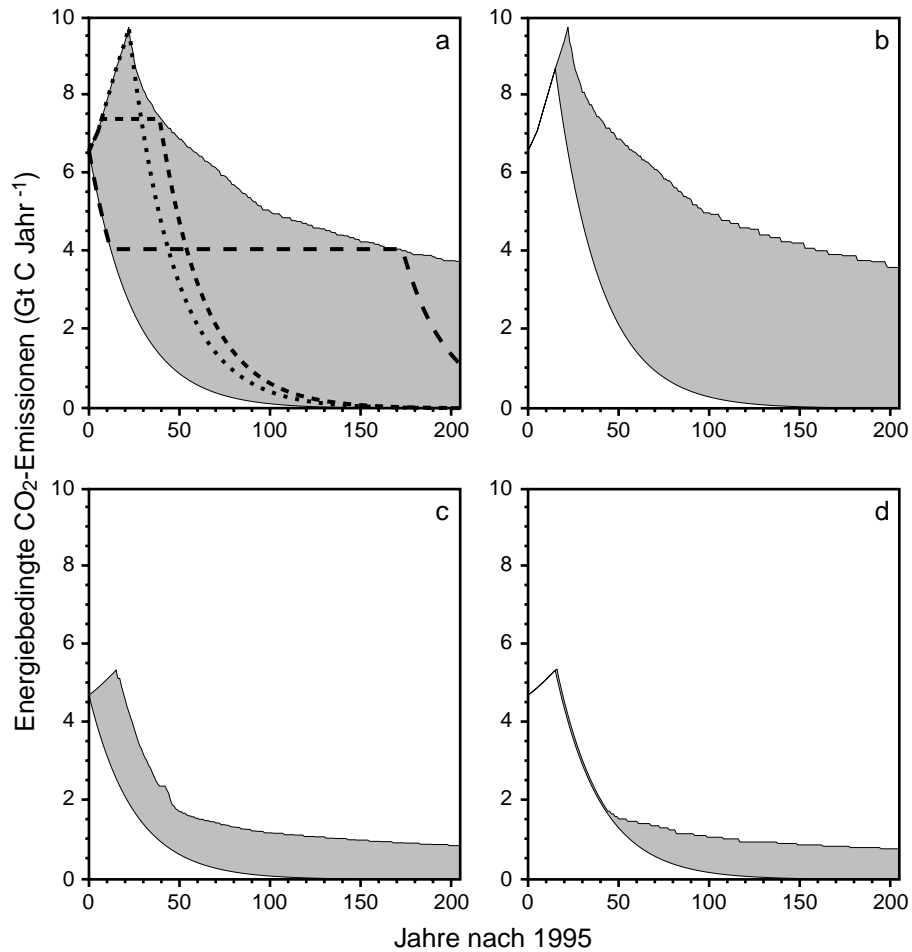


Abbildung 1

Notwendige Emissionskorridore der (durch Energieverbrauch und Zementproduktion bedingten) Kohlendioxidemissionen bis ins Jahr 2200 (ausgehend vom Startjahr 1995). Jede Kurve, die eine bei den vorgegebenen Leitplanken zulässige Entwicklung der Emissionen darstellt, muß innerhalb des Korridors (schattierte Fläche) liegen.

a: Globaler Korridor bei sofortigem Beginn einer Klimaschutzpolitik: Notwendiger Emissionskorridor der globalen Kohlendioxidemissionen. Gestrichelte Kurven sind Beispiele für zulässige Entwicklungen. Kein Minderungspfad darf die ganze Zeit am oberen Rand des Korridors entlanglaufen.

b: Globaler Korridor bei Hinauszögern einer Klimaschutzpolitik: Der notwendige Emissionskorridor der globalen Kohlendioxidemissionen, der sich ergibt, wenn bis zum Jahr 2010 keine Maßnahmen zur Minderung der Emissionen ergriffen werden.

c: Anlage-I-Korridor: Notwendiger Emissionskorridor der Emissionen aller Anlage-I-Staaten, der sich ergibt, wenn den Entwicklungsländern solange ein weiterer Anstieg der Emissionen zugestanden wird, bis gleiche Pro-Kopf-Emissionen erreicht worden sind.

d: Anlage-I-Korridor bei Hinauszögern einer Klimaschutzpolitik: Notwendiger Emissionskorridor der Emissionen aller Anlage-I-Staaten, der sich ergibt, wenn bis zum Jahr 2010 keine Maßnahmen zur Emissionsminderung ergriffen werden und gleichzeitig den Entwicklungsländern solange ein weiterer Anstieg der Emissionen zugestanden wird, bis gleiche Pro-Kopf-Emissionen erreicht worden sind.

Treibhausgasen nur geringfügig vermindert, so müssen später größere Anstrengungen unternommen werden. Umgekehrt erlaubt eine starke Minderung in frühen Jahren ein späteres Einfrieren der Emissionen über einen langen Zeitraum hinweg.

Die schattierte Fläche in Abb. 1a stellt den *notwendigen Emissionskorridor* der globalen (durch Energieverbrauch bedingten) Emissionen von Kohlendioxid bis ins Jahr 2200 (ausgehend vom Startjahr 1995) dar. Dabei wurde angenommen, daß die Emission der anderen Treibhausgase Methan und Distickstoffoxid zu gleichen prozentualen Raten vermindert wird, so daß sich deren Korridore durch einfache Umskalierung ermitteln lassen. Es ist zu erkennen, daß dieser globale Emissionskorridor langfristig eine deutliche Minderung von Treibhausgasemissionen verlangt.

Auch wenn der Korridor mehrere Handlungsoptionen zuläßt, muß in jedem Fall spätestens im Jahr 2015 begonnen werden, die Emissionen zu mindern. *Durch ein Hinauszögern der Reduktion werden die Handlungsoptionen zukünftiger Generationen jedoch erheblich eingeschränkt*, wie Abb. 1b verdeutlicht: Der notwendige Korridor wird wesentlich enger, wenn die globalen Emissionen bis zum Jahr 2010 dem Business-as-usual-Pfad (IPCC-Szenario IS92a; IPCC, 1996a) folgen. Die heute unterlassenen Anstrengungen belasten die nachfolgenden Generationen um so mehr, da diese nur mit massiven Reduktionsmaßnahmen die Überschreitung der Leitplanken werden verhindern können.

Ein globaler Emissionskorridor legt noch nicht die Verteilung von Reduktionspflichten auf die einzelnen Staaten fest. Diese Verteilung muß *politisch* vereinbart werden. Der besonderen Verantwortung der Industrieländer sowie dem Gerechtigkeitsgrundsatz wird nach Meinung des Beirats dadurch angemessen Rechnung getragen, daß den Entwicklungsländern zunächst eine Weiterentwicklung gemäß dem Business-as-usual-Szenario ermöglicht wird und sie erst dann auf die internationale Klimapolitik der Anlage-I-Länder einschwenken, wenn gleiche zulässige Pro-Kopf-Emissionen *auf der Basis der Bevölkerung von 1992* erreicht worden sind (siehe Abschnitt 3). Unter dieser Vorgabe verengt sich der Handlungsspielraum der Anlage-I-Länder. Dies verdeutlicht der in Abb. 1c dargestellte notwendige Emissionskorridor, der nur den Verlauf der Treibhausgasemissionen durch die Anlage-I-Länder zeigt. Dieser Korridor sagt wiederum nichts über die konkrete Umsetzung der Reduktionsverpflichtungen aus.

Verfolgen jedoch die Anlage-I-Länder bis zum Jahr 2010 ihren Business-as-usual-Pfad, so schränken sie den Optionsspielraum der zukünftigen Generationen sehr stark ein, wie Abb. 1d veranschaulicht. Aus der Sicht des Beirats widerspricht ein Hinauszögern deshalb dem Grundsatz der intergenerationellen Gerechtigkeit.

4.4 Das neue WBGU-Szenario

Der Beirat hat bereits in seiner Stellungnahme zur ersten Vertragsstaatenkonferenz (WBGU, 1995) ein globales Minderungsszenario empfohlen, das von

einem möglichst bald einsetzenden Beginn der Reduktionsmaßnahmen ausgeht. Nach einer Übergangszeit von etwa fünf Jahren muß der globale Ausstoß von Kohlendioxid bis zum Jahre 2155 jährlich um 1% reduziert werden, anschließend um 0,25% pro Jahr. Berücksichtigt werden die Verbrennung fossiler Energieträger, Kohlendioxid freisetzende industrielle Verfahren sowie Landnutzungsänderungen (wie etwa die Abholzung von Wäldern). Nach neueren Berechnungen trägt vor allem die Zementproduktion bereits heute mit 7% zu den globalen Kohlendioxidemissionen bei, Abschätzungen für das Jahr 2000 gehen sogar von einem Anteil von 10% aus (Pearce, 1997). Die atmosphärische Konzentration von Kohlendioxid stabilisiert sich gemäß diesem Szenario auf einen Wert von etwa 410 ppm. Zur Berechnung dieses Wertes wurde die Aufnahmefähigkeit der Ozeane wie auch der Biosphäre nach heutigem Wissensstand berücksichtigt.

Bedeutung für das Klima

Im folgenden soll untersucht werden, inwieweit das alte WBGU-Szenario unter Berücksichtigung des erweiterten Klimamodells innerhalb des in Abschnitt 4.2 festgelegten Klimafensters bleibt. Dazu wird das Minderungs-Szenario mit einem Referenzpfad verglichen, bei dem der Energieeinsatz allein ökonomisch „optimiert“ wird, also ohne die Folgen für das Klima zu berücksichtigen: Dieser Referenzpfad verläßt das Klimafenster bereits nach 35 Jahren und ist deshalb auf keinen Fall mit den Leitplanken verträglich.

Wird nur der Ausstoß von Kohlendioxid gemäß dem alten WBGU-Szenario vermindert und steigen die Emissionen von Methan und Distickstoffoxid weiter gemäß dem Business-as-usual-Szenario an, so ergibt sich zwar eine deutlich schwächere Erwärmung als ohne jegliche Reduktion von Treibhausgasen; dennoch überschreitet die Erwärmung die Leitplanke der nicht-tolerierbaren Temperaturerhöhung. Selbst wenn man die energiebedingten Emissionen von Methan und Distickstoffoxid zu gleichen Prozentteilen wie die von Kohlendioxid reduziert, ist die Erwärmung nicht mit der Leitplanke der Temperaturerhöhung verträglich. *Nur wenn auch der gesamte zivilisatorische Ausstoß von Methan und Distickstoffoxid entsprechend dem alten WBGU-Szenario vermindert wird, also wie der Kohlendioxid-Ausstoß nach einer kurzen Übergangszeit um jeweils 1% pro Jahr, erreicht man eine Stabilisierung der globalen Erwärmung innerhalb des Klimafensters (siehe Abb. 2).*

Das WBGU-Szenario ist also nur dann mit dem Klimafenster verträglich, wenn es nicht nur Kohlendioxid berücksichtigt, sondern auch Methan und Distickstoffoxid einbezieht (Abb. 2), etwa in Form einer entsprechenden Reduktionsverpflichtung für diese Stoffe.

Ein Großteil der zivilisationsbedingten Emissionen von Methan und Distickstoffoxid ist der Landwirtschaft zuzurechnen (Reisanbau, Viehzucht, Stickstoffdüngung). Angesichts der angespannten Welternährungssituation ist es zweifelhaft, ob es gelingen kann, diese Emissionen tatsächlich zu reduzieren. Darüber hinaus ist auch in diesem Bereich eine wirksame Kontrolle der eingegangenen Reduktionsverpflichtungen kaum vorstellbar. Der geringfügige Abstand des zum erweiterten WBGU-Szenario gehörenden Temperaturpfades zu den Rän-

den des Klimafensters (Abb. 2) stellt einen Sicherheitsabstand dar, der schon jetzt ein partielles Versagen von Reduktionsverpflichtungen im Bereich nicht-energiebedingter Emissionen mit in Erwägung zieht. Auch berücksichtigt er, daß es sich bei den Grenzen des Klimafensters keineswegs um sichere Grenzwerte handelt.

Wie sicher ist das Klimafenster?

Welche Risiken bei einer Entwicklung selbst innerhalb des Klimafensters in Kauf genommen werden, soll am Beispiel des Anstiegs des Meeresspiegels veranschaulicht werden. Selbst mit dem erweiterten WBGU-Szenario läßt sich nach den Ergebnissen des verwendeten Klimamodells der Anstieg des Meeresspiegels in den nächsten 200 Jahren nicht aufhalten. Viele mögliche Auswirkungen einer Klimaveränderung stehen in engem Zusammenhang mit dem Meeresspiegelanstieg, wie zum Beispiel die Zunahme des Flutrisikos, Landverluste, die Schädigung von Feuchtgebieten, die Bedrohung kleiner Inselstaaten, der

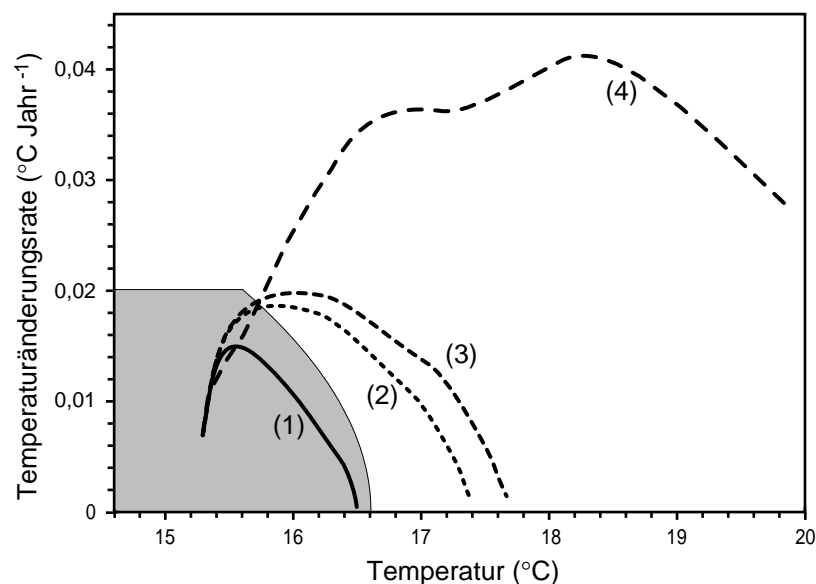


Abbildung 2

Entwicklung globaler Klimaparameter für unterschiedliche Szenarien der Treibhausgas-Emissionen. Die schattierte Fläche zeigt das WBGU-Klimafenster, das durch die Leitplanken für die Erwärmung und die Erwärmungsrate definiert wird.

(1) Gleichphasige Minderung der Emissionen von Kohlendioxid, Methan und Distickstoffoxid. Reduktionsraten wie im alten WBGU-Szenario (3).

(2) Gleichphasige Minderung der Emissionen von Kohlendioxid und der *energiebedingten* Methan- und Distickstoffoxidemissionen. Reduktionsraten wie im alten WBGU-Szenario (3).

(3) Altes WBGU-Szenario: Minderung der *globalen* Kohlendioxidemissionen ab 2000 um jährlich 1% bis 2155, anschließend um 0,25%. Emissionen von Methan und Distickstoffoxid steigen gemäß dem Business-as-usual-Szenario an.

(4) Referenzpfad ohne Klimaschutzpolitik („Business-as-usual“).

beschleunigte Artenverlust oder notwendige Küstenschutz aufwendungen (IPCC, 1996b). Dabei ist zu beachten, daß etwa 50–70% der Menschen in Küstenregionen leben und somit potentiell vom Anstieg des Meeresspiegels betroffen sind (IPCC, 1996b). Daß die Verstädterung derzeit vor allem in Küstenregionen stattfindet und die Bevölkerung dort oft doppelt so schnell zunimmt wie im Landesdurchschnitt, verschärft diese Gefahr noch (IPCC, 1996b).

Es wird geschätzt, daß schon jetzt statistisch jedes Jahr 46 Millionen Menschen einer Sturmflut ausgesetzt sind. Bei einem Meeresspiegelanstieg von 50 cm könnte sich diese Zahl auf 92 Millionen Menschen verdoppeln, bei einem Meeresspiegelanstieg von 1 m nahezu verdreifachen auf dann 118 Millionen Menschen (IPCC, 1996b). Diese Schätzungen berücksichtigen dabei weder mögliche Anpassungsmaßnahmen noch den zu erwartenden Anstieg der Bevölkerung in den gefährdeten Gebieten; sie sind deshalb nur als Werte im Sinne einer „ersten Näherung“ anzusehen (IPCC, 1996b). Wenn gefordert wird, daß die Anzahl der von Sturmfluten bedrohten Menschen keinesfalls um mehr als 50% anwachsen darf, so entspricht dies einem maximal zulässigen Anstieg des Meeresspiegels von etwa 15–25 cm. Definiert man mit einem Grenzwert von 25 cm für den Anstieg des Meeresspiegels eine weitere Leitplanke, so wird der globale Handlungsspielraum erheblich eingeengt, wie der in Abb. 3b dargestellte globale Korridor zeigt. Langfristig ist eine deutlich stärkere Emissionsreduktion erforderlich.

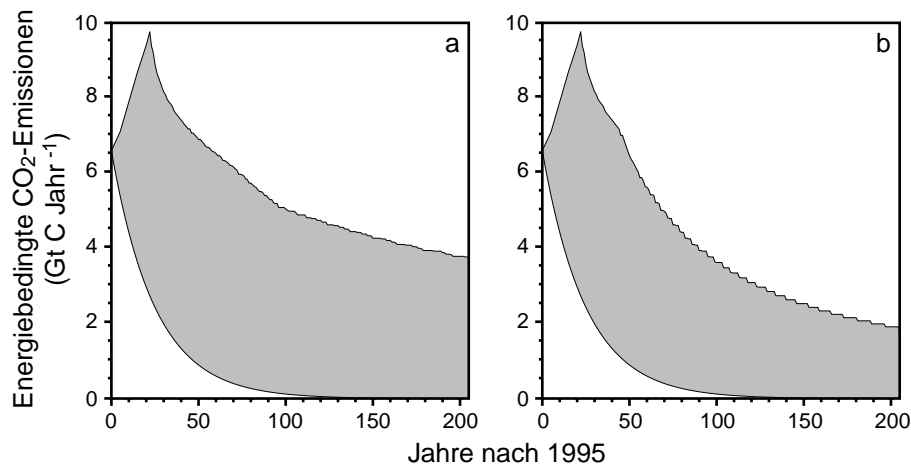


Abbildung 3

a: Globaler notwendiger Emissionskorridor: im Einklang mit dem WBGU-Klimafenster und unter Vorgabe von sozial und wirtschaftlich verträglichen Minderungspfaden (Reduktionsrate niedriger als 4% jährlich). Der Korridor ist identisch mit dem in Abb. 1a dargestellten.

b: Globaler notwendiger Emissionskorridor mit komplementärer Leitplanke für den Meeresspiegel: zusätzlich zum WBGU-Klimafenster mit Leitplanken für die Erwärmung und die Erwärmungsrate wird ein maximaler Anstieg des mittleren globalen Meeresspiegels um 25 cm als zusätzliche Leitplanke vorgegeben.

Die Korridore, mit deren Hilfe der WBGU-Pfad ermittelt wurde, bieten demnach keineswegs die Gewähr für eine erträgliche Klimaentwicklung. Sie sind, wie bereits betont, nur als Mindestanforderungen zu verstehen. Es kommt deshalb entscheidend darauf an, das Innere des in Abschnitt 4.2 definierten Fensters (siehe Abb. 2) hinsichtlich verschiedener regionaler und sektoraler Auswirkungen zu untersuchen. Dies ist mit einem erheblichen Forschungsbedarf im Bereich der Klimafolgenforschung verbunden.

Wirtschaftliche Auswirkungen der Strategie zum Klimaschutz

Der Beirat hat den schwierigen Versuch unternommen, die energiewirtschaftlichen Auswirkungen des erweiterten WBGU-Szenarios und des Referenzszenarios bei „optimaler“ Wohlfahrt zu berechnen. Dabei wurde das integrierte Modell zur Bewertung regionaler und globaler Auswirkungen von Maßnahmen zur Reduktion von Treibhausgasen verwendet (Model for Evaluating Regional and Global Effects of Greenhouse Gas Reduction Policies – MERGE; Manne und Richels, 1992). Es wird angenommen, daß die soziale Wohlfahrt um so höher ist, je mehr konsumiert wird, wobei der Zuwachs an Wohlfahrt mit steigendem Konsum geringer ausfällt. Auch wird gegenwärtig vorhandener Nutzen grundsätzlich höher bewertet als zukünftiger (Diskontierung). Mit diesem Modell können zwar eine Erhöhung der Energieeffizienz oder die Einführung neuer Technologien berücksichtigt werden, nicht jedoch eine mögliche zukünftige Veränderung der (in den Industrieländern äußerst energie- und ressourcenintensiven) Lebensstile und Konsumgewohnheiten im Sinne einer „Suffizienzrevolution“. Letztere würde ja vermutlich die Beziehung zwischen Konsum und Wohlfahrt verändern.

Trotz der deutlichen Unterschiede zwischen WBGU-Szenario und Referenzszenario bezüglich der Auswirkungen auf das Klima liegt der im Modell berechnete Wohlfahrtswert des WBGU-Szenarios nur etwa 0,4% unter dem des Referenzszenarios, wobei dies vor allem durch einen Rückgang des Konsums in den Jahren 2000–2020 begründet ist. Während sich die Szenarien hinsichtlich der durchschnittlichen Wachstumsrate des Pro-Kopf-Konsums über den Zeitraum 2000–2100 nur geringfügig unterscheiden und das globale Bruttosozialprodukt im WBGU-Szenario um maximal 3,6% niedriger ist als im Referenzszenario, zeigen sich im Energiesektor deutliche Unterschiede. So liegt die ermittelte Energienutzung im WBGU-Szenario im Jahr 2050 um 20% unter dem vergleichbaren Wert des Referenzszenarios. Dies ist aber nicht mit Einschränkungen im Stromverbrauch (bezogen auf die Entwicklung des Bruttosozialprodukts) verbunden, sondern mit einer Minderung des nicht-elektrischen spezifischen (auf das Bruttosozialprodukt bezogenen) Energieverbrauchs vor allem in den Entwicklungsländern. Dies gründet sich zum einen auf den gegenwärtig vergleichsweise niedrigen ökonomischen Entwicklungsstand und die geringere Energieeffizienz in den Entwicklungsländern. Zum anderen kommt hinsichtlich der Reduktion von Emissionen aber auch der zukünftige Einsatz von Technologien ohne Ausstoß von Treibhausgasen zum Tragen, welche im WBGU-Szenario zum frühestmöglichen Zeitpunkt (ab 2020) eingeplant werden, im Referenzszenario dagegen erst ab 2120. Dies verdeutlicht die Notwendigkeit einer

rechtzeitigen Einführung neuer klimaverträglicher Technologien, wie beispielsweise verschiedener Formen der Solarenergienutzung.

5 Nationale Reduktionspflichten

Der zur ersten Vertragsstaatenkonferenz (WBGU, 1995) vom Beirat vorgeschlagene Verteilungsschlüssel ging noch davon aus, daß die Entwicklungsländer (also die nicht in Anlage I der Klimarahmenkonvention aufgeführten Staaten) sofort ihren Emissionsanstieg begrenzen. Dies steht jedoch inzwischen im Widerspruch zum „Berliner Mandat“. Deshalb müssen die nationalen Reduktionsverpflichtungen neu berechnet werden.

Der Beirat schlägt in Anlehnung an die Diskussion in den Abschnitten 3 und 4 folgenden Verteilungsschlüssel vor: Den Entwicklungsländern wird bis etwa 2010 die Ausweitung ihrer Treibhausgasemissionen gemäß dem Business-as-usual-Szenario und anschließend ein befristetes Einfrieren der Emissionen auf dem dann erreichten Wert ermöglicht. Dies führt etwa im Jahre 2050 zu einer Angleichung der Pro-Kopf-Emissionen der Anlage-I- und Nicht-Anlage-I-Staaten (bezogen auf die Bevölkerung im Jahre 1992). Nach 2050 erscheint deshalb eine gleichphasige Minderung der Emissionen beider Staatengruppen gerechtfertigt.

Kombiniert man diesen Verteilungsschlüssel mit dem erweiterten WBGU-Szenario, so ergibt sich der in Abb. 4 wiedergegebene Verlauf der Emissionen der Anlage-I-Staaten (durchgezogene Linie). Kurzfristig übersteigt im so berechneten Verlauf der Emissionen die Reduktionsrate um 2010 den in Abschnitt 4.2 als nicht tolerabel festgelegten Wert von 4% im Jahr. Auch ist der Pfad wegen der mehrmals sich ändernden Raten nur bedingt als Grundlage für Verhandlungen und langfristige Planungen geeignet. Sinnvoll erscheint deshalb eine Glättung des Pfades, ohne die kumulativen Emissionen der Anlage-I-Staaten zu verändern. Ein derartig geglätteter Pfad ist in Abb. 4 dargestellt. Nach einer Übergangszeit von etwa fünf Jahren werden die Emissionen der Anlage-I-Länder bis 2075 jährlich um 3% reduziert, danach um 0,25%. Dieser Pfad gewährleistet, daß das globale Klima im durch die Leitplanken definierten Klimafenster verbleibt und daß die Rate der Emissionsreduktion geringer als 4% pro Jahr ist.

Hieraus ergeben sich rechnerisch die folgenden Reduktionsverpflichtungen, bezogen auf das Basisjahr 1990: Bis 2005 müssen die Anlage-I-Länder ihre Emissionen um etwa 11% reduzieren, bis 2010 um 23%, bis 2020 um 43% und bis 2050 um 77%. Diese Reduktionsverpflichtungen bestätigen in etwa die bereits von der Enquete-Kommission (1990) vorgeschlagenen Reduktionsziele. Sie beziehen sich nicht nur auf Kohlendioxid, sondern auch auf Methan und Distickstoffoxid und betreffen die Anlage-I-Länder als Gesamtheit. Ungeachtet einer Differenzierung innerhalb dieser (wirtschaftlich sehr heterogenen) Staatengruppe sollten die in einem Protokoll zur Klimarahmenkonvention festzulegenden

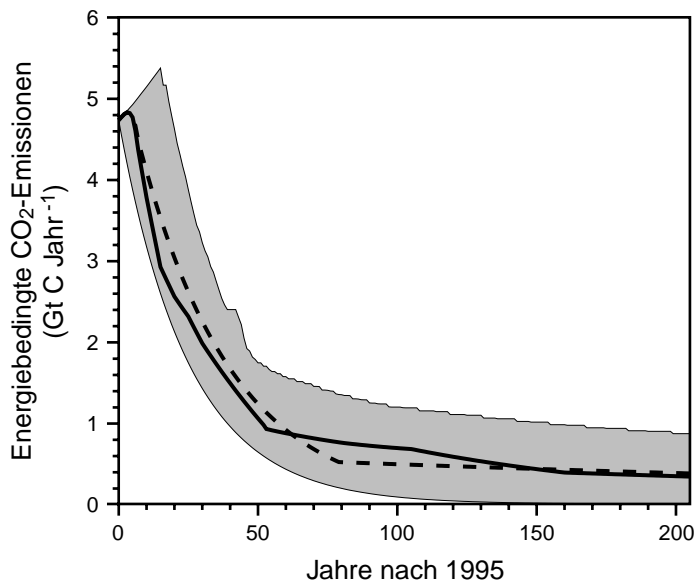


Abbildung 4

Notwendiger Emissionskorridor der Anlage-I-Staaten (*schattierte Fläche*) und zulässige, dem „Berliner Mandat“ gerecht werdende Minderungspfade.

Durchgezogene Linie: Minderungspfad der Anlage-I-Staaten mit Reduktionsraten gemäß WBGU-Szenario, unter Vorgabe eines weiteren Emissionsanstiegs der Entwicklungsländer bis 2010 und anschließenden Einfrierens ihrer Emissionen. Von 2050 an sind die Pro-Kopf-Emissionen der Industrie- und Entwicklungsländer angeglichen und werden gleichphasig reduziert. Die Minderungsrate ist kurzzeitig höher als 4%.

Gestrichelte Linie: Geglätteter Minderungspfad für die Anlage-I-Staaten ohne Änderung der kumulierten Emissionen. Nach einer Übergangszeit von etwa 5 Jahren werden die Emissionen der Anlage-I-Staaten bis zum Jahr 2075 jährlich um 3% reduziert, danach um 0,25% jährlich. Der Minderungspfad verletzt keine der vorgegebenen Leitplanken. Das Klima bleibt im Klimafenster, und die Minderungsrate ist durchweg geringer als 4% im Jahr.

Reduktionsziele auf keinen Fall unterhalb der angegebenen Werte liegen, da diese als Mindestanforderungen an eine tragfähige Entwicklung zu interpretieren sind. Die Realisierung dieser Reduktionsaufgabe hängt entscheidend von der Entwicklung der Weltenergiepreise ab. Bei Fortschreibung des gegenwärtigen globalen Energieverbrauchs ist davon auszugehen, daß die Preise etwa ab 2000–2005 real steigen werden, was die Reduktionsaufgabe erleichtern würde. Da zu erwarten ist, daß die genannten Reduktionsziele nicht alle von den jeweiligen Industrienationen erreicht werden, stellt die gemeinsame Umsetzung eine wichtige Voraussetzung zur Durchsetzung des Nachhaltigkeitspfads dar. Dies setzt ein dem globalen Minderungsziel entsprechendes Anrechnungsverfahren voraus.

Das vom EU-Umweltministerrat am 3. März 1997 vorgeschlagene Reduktionsziel von nur 15% bis 2010 (auf der Basis von 1990) für die Anlage-I-Länder ist demnach keineswegs ausreichend. Allerdings ist dieses Reduktionsziel eine rea-

listische Umschreibung des innerhalb der EU ausschöpfbaren ökonomieverträglichen Minderungspotentials. Kommt es darum nicht zu einem signifikanten Anstieg der Weltenergiepreise, verlangt die nicht zu umgehende Erhöhung des Reduktionsziels auch hier eine stärkere Berücksichtigung des Konzepts der 'joint implementation'.

Wie auch die Enquete-Kommission hält es der Beirat für notwendig, daß die besonders wirtschaftsstarken Industrieländer ihre Emissionen bis 2005 um deutlich mehr als 11% reduzieren, um die begrenzten Möglichkeiten der weniger wirtschaftsstarken Anlage-I-Länder auszugleichen.

Der Beirat rät deshalb aus klimapolitischen Gründen, weiterhin am 25%-Ziel (bis 2005) der Bundesregierung festzuhalten. Ob und wie das Reduktionsziel der Bundesregierung im vereinbarten Zeitraum innerhalb Deutschlands unter Einhaltung der wirtschaftlichen und sozialen Leitplanken verwirklicht werden kann, ist umstritten (Hillebrand et al., 1996; Hillebrand und Wackerbauer, 1996; Bach et al., 1995; Meyer, 1997; Klemmer, 1997). Der Teil der nationalen Reduktionsverpflichtungen, der über die ökonomische und soziale Verträglichkeit hinaus geht, kann durch gemeinsame Umsetzung (joint implementation) von Maßnahmen in anderen Ländern erfüllt werden. Entscheidend ist zudem, daß sowohl kurz- als auch mittel- und langfristige Ziele gesetzt werden, damit einerseits kurzfristig die Anstrengungen nicht verzögert werden, andererseits langfristig Signale gesetzt werden und Planungssicherheit gewährleistet werden kann.

Der vom Beirat vorgeschlagene Verteilungsschlüssel berücksichtigt die auch im „Berliner Mandat“ zum Ausdruck kommende stärkere Inpflichtnahme der Industrieländer, indem angenommen wird, daß den Entwicklungsländern zunächst (bis 2010) ein Anstieg der Emission von Treibhausgasen gemäß dem Business-as-usual-Szenario ermöglicht wird. Von 2010–2050 wird angenommen, daß die Entwicklungsländer ihre Emissionen stabilisieren, obwohl die Pro-Kopf-Emissionen in diesem Zeitraum noch niedriger sind als die der Industrieländer. Dem steht nicht entgegen, daß die Entwicklungsländer bereits vor 2010 zum Klimaschutz beitragen können, etwa in Form einer Konkretisierung der in der Klimarahmenkonvention allgemein formulierten Verpflichtung aller Vertragsstaaten, Maßnahmen zur Abschwächung der Klimaänderungen vorzusehen (Artikel 4 Absatz 1b FCCC). Allerdings müssen die Industrieländer gemäß Artikel 4 Absatz 3 FCCC die Mehrkosten dieser Maßnahmen tragen, soweit hierzu eine Vereinbarung zwischen den Entwicklungsländern und dem Finanzierungsmechanismus der Konvention erreicht werden kann (siehe Abschnitt 6.4). Doch eine beträchtliche Steigerung der Energieeffizienz im Vergleich zum Business-as-usual-Pfad kann in den nächsten 2–3 Jahrzehnten ohne Kosten, teils sogar mit Gewinn realisiert werden (IPCC, 1996c).

Der Beirat empfiehlt zudem zu prüfen, inwieweit im Rahmen der internationalen Verhandlungen eine Aufnahme der Schwellenländer in die Anlage I angemessen ist. Nach Auffassung des Beirats ist es gerade in den Schwellenländern wichtig, daß investive Grundentscheidungen (etwa im Energiebereich) dort schon jetzt getroffen werden. Zudem legt die Klimarahmenkonvention fest, daß die Staaten nicht nur entsprechend ihrer *Verantwortlichkeiten*, sondern auch entsprechend ihrer *Fähigkeiten* in die Pflicht genommen werden sollen (Artikel

3 Absatz 1 FCCC). Damit würde auch deutlich, daß Klimaschutz eine globale Aufgabe ist, zu der letztlich jedes Land und jeder Mensch verpflichtet sind.

6 Umsetzung der im Protokoll festzulegenden Reduktionsverpflichtungen

6.1 *Lebensstile und Wirtschaftsweisen*

Zu den wichtigsten klimarelevanten Aspekten von Lebensstilen zählen Produktions- und Konsummuster, die mit Energieverbrauch verbunden sind. Die Forderung nach einer Änderung der Konsum- und Produktionsmuster im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung stand auch im Mittelpunkt der Sondergeneralversammlung der Vereinten Nationen im Juni 1997 zur Bilanzierung der seit Rio erreichten Erfolge. Dieses Thema wird den übergreifenden Gegenstand der Arbeit der UN-Kommission zur nachhaltigen Entwicklung (CSD) in den nächsten fünf Jahren darstellen. Zu einer Änderung der Konsum- und Produktionsmuster gemäß dem Nachhaltigkeitspostulat ist insbesondere die Steigerung der Energieeffizienz und letztlich die Umstellung der Energieversorgung auf erneuerbare Energieträger erforderlich. Eine Reihe von Studien hat hierzu Untersuchungen vorgelegt (siehe etwa Enquete-Kommission, 1994; Jäger und Loske, 1994; IER und DIW, 1995; ISI und DIW, 1995; BUND und Misereor, 1996). Um Anreize für die Umstellung der Energieversorgung und der Konsum- und Produktionsmuster zu schaffen, kann eine Reihe von Instrumenten eingesetzt werden, um die Reduktionsziele effizient und effektiv zu erreichen. Wie die integrierte Analyse von Klimaschutzstrategien gezeigt hat, sollte diese Weichenstellung rechtzeitig erfolgen, da sonst die Übernahme nicht-nachhaltiger Lebensstile und Wirtschaftsweisen durch die Entwicklungsländer im Zuge der ihnen zugestandenen „nachholenden Entwicklung“ den Handlungsspielraum zukünftiger Generationen erheblich reduzieren oder sogar vollständig zerstören kann. Deutschland als ein führendes Industrieland sollte dabei eine Vorreiterrolle spielen.

Die erheblichen Einsparpotentiale, die durch technische Entwicklungen ausgeschöpft werden können, werden jedoch bei unveränderten Lebensstilen und steigenden Ansprüchen durch die Zunahme der Nachfrage möglicherweise ausgeglichen. Dies ist beispielsweise in Deutschland beim Kraftfahrzeugverkehr zu beobachten, wo die Reduktion des spezifischen Kraftstoffverbrauchs durch die Zunahme des Verkehrsaufkommens fast vollständig ausgeglichen wird (Prognos, 1997). Damit wird deutlich, daß die notwendige Abkehr von nicht-nachhaltigen Konsum- und Produktionsmustern nur mit einem umfassenden und weltweiten gesellschaftlichen Wandel zu erreichen ist. Dieser gesellschaftliche Wandel ist nicht allein mit technischen Lösungen, ökonomischen Instrumenten

und ordnungsrechtlichen Regelungen in Gang zu bringen. Eine Strategie zur langfristigen und stabilen Veränderung umweltschädlicher Handlungsmuster muß deshalb Umweltbildung als unverzichtbaren Bestandteil der Klimaschutzpolitik einbeziehen.

6.2 Umweltbildung

Das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung bedeutet eine Herausforderung für alle Bereiche gesellschaftlichen Lebens. Menschliches Verhalten trägt in vielfacher Weise direkt wie auch indirekt zur Klimaveränderung bei. Es manifestiert sich auf verschiedenen Ebenen individuellen und kollektiven Handelns (Individuum, Gruppe, Familie, Betrieb, Kommune, Nation, internationale Organisationen) und in verschiedenen Lebensbereichen (Wohnen, Konsum, Produktion, Handel, Mobilität, Wahlverhalten, politische Entscheidungen), an denen Menschen jeweils in unterschiedlichen Rollen und Funktionen Anteil haben. Die auf der Rio-Konferenz verabschiedete Agenda 21 spiegelt die Vielzahl der Akteure wider, die zum Wandel klimarelevanter Handlungsweisen beitragen können und müssen.

Wie in Kapitel 36 der Agenda 21 zum Ausdruck kommt, wird zunehmend anerkannt, daß Bildung, Ausbildung und die Förderung des öffentlichen Bewußtseins eine unerläßliche Voraussetzung für eine wirksame Umweltpolitik darstellen. Folglich muß Umweltbildung zu einem unverzichtbaren Bestandteil der Umweltpolitik und Umweltvorsorge werden. Dabei umfaßt Umweltbildung alle Formen formaler und nicht-formaler Bildung, die nicht nur in Schulen und Hochschulen sowie Institutionen der beruflichen Aus- und Weiterbildung stattfindet, sondern alle Lernmöglichkeiten, -medien und -arten für umwelt- und klimarelevantes Verhalten vom Vorschulalter bis in das späte Erwachsenenalter einbeziehen muß. Auch muß Umweltbildung zu einer „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ erweitert werden, die über die Bewahrung der natürlichen Lebensgrundlagen hinaus die ethischen Prinzipien der intra- und intergenerationalen Gerechtigkeit in den Mittelpunkt rückt. Damit wird der zeitliche und sozialräumliche Horizont für gesellschaftliches Handeln ausgedehnt, der nicht nur für politische und wirtschaftliche Entscheidungen, sondern auch für die Bildung eine Herausforderung darstellt, die für Industrie- und Entwicklungsländer gleichermaßen relevant ist. Dementsprechend sind auch die Parteien der Klimarahmenkonvention nach Artikel 4 Absatz 1 Buchstabe i und Artikel 6 zu entsprechenden Fördermaßnahmen und zur Zusammenarbeit in diesem Bereich verpflichtet.

Bisher sind jedoch weder bei den Vertragsparteien noch beim Sekretariat konkrete Programme zur Umweltbildung ersichtlich. Um für eine internationale und nationale Klimapolitik eine gesicherte gesellschaftliche Unterstützung zu erlangen, bedarf es hier intensiverer Anstrengungen. Dies gilt insbesondere für die Entwicklungsländer, in denen der globale Klimaschutz im Gegensatz zu den lokal drängenden Problemen wie zum Beispiel Armut und Wüstenbildung als Umweltproblem der Industriestaaten angesehen wird. Maßnahmen zur

Bekämpfung der Klimaänderungen werden dort vorwiegend als Hemmnis der eigenen wirtschaftlichen Entwicklung wahrgenommen. Entscheidend ist, daß Bildung die verschiedenen Akteure, Interessen- und Zielgruppen in ihren jeweiligen ökologischen, sozialen und kulturellen Lebenswelten ernst nehmen muß. Wissen und Einstellungen sowie Handlungsziele, die ausschließlich von oben vermittelt werden, finden nur selten Akzeptanz. Neue Formen der Kommunikation und Partizipation werden gefordert und müssen gefördert werden (Artikel 4 Absatz 1 Buchstabe i FCCC). So entwickeln sich durch die neuen Initiativen zur Lokalen Agenda 21 in vielen Kommunen weltweit neue Lernorte und Lernprozesse für umweltverantwortliches Handeln, die ein umfangreiches und innovatives Potential für eine breite gesellschaftliche Bildung für eine nachhaltige Entwicklung darstellen. Diese Initiativen müssen in Zukunft verstärkt gefördert werden.

Die Klimarahmenkonvention sieht vor, daß die Industrieländer finanzielle Mittel auch zur Umweltbildung in den Entwicklungsländern bereitstellen sollen, soweit die Entwicklungsländer diese benötigen; dies gilt jedoch nur für diejenigen Mehrkosten der Entwicklungsländer, deren Art und Höhe zuvor mit dem Finanzierungsmechanismus der Konvention (derzeit die GEF) vereinbart worden ist (Artikel 4 Absatz 3 Satz 2 FCCC in Verbindung mit Artikel 4 Absatz 1 Buchstabe i).

6.3 Flexible Instrumente der Umsetzung

Neben nationalen und lokalen Politiken und Maßnahmen erfordern die ehrgeizigen Reduktionsziele, die zum Schutz des Klimasystems erreicht werden müssen, auch den Einsatz globaler Instrumente wie die gemeinsame Umsetzung (joint implementation) von Maßnahmen und ein internationales Zertifikatesystem. Diese Maßnahmen, die der Beirat wiederholt ausführlich diskutiert hat (WBGU, 1994, 1995 und 1996), zielen insbesondere darauf ab, die kurzfristig nötigen erheblichen Anstrengungen effizient und flexibel und damit volkswirtschaftlich kostengünstig zu erreichen.

Gemeinsame Umsetzung

Ob und wie das kurzfristige Reduktionsziel der Bundesregierung wachstums-, beschäftigungs- und preisniveauneutral verwirklicht werden kann, ist in den empirischen Wirtschaftswissenschaften umstritten (Hillebrand et al., 1996; Hillebrand und Wackerbauer, 1996; Bach et al., 1995; Meyer, 1997; Klemmer, 1997). Vieles hängt davon ab, inwieweit die Kosteneffekte neutralisiert und die unvermeidbaren Struktureffekte ausgeglichen werden können. Gemäß Hillebrand et al. (1996) ist die von Deutschland eingegangene Reduktionsverpflichtung mit dem bisher von der Bundesregierung beschlossenen Maßnahmenkatalog allein nicht realisierbar.

In vielen Entwicklungs- und Schwellenländern oder in wirtschaftlich schwachen Industrieländern ist der Wirkungsgrad von Kraftwerken sehr niedrig. Auch begünstigt die Altersstruktur des Realkapitals frühzeitige Ersatzinvestitionen.

Deshalb bestehen dort viele Möglichkeiten, schnell und kostengünstig eine Minderung der Kohlendioxidemissionen zu erreichen, wenn geeignete Mittel zur Verfügung gestellt werden. Ein Teil der nationalen Reduktionsverpflichtungen der Industrieländer sollte deshalb durch gemeinsame Umsetzung (joint implementation) von Maßnahmen in anderen Ländern erfüllt werden können. Wie neuere Untersuchungen zeigen, würde durch eine verstärkte internationale Kompensation von Treibhausgasemissionen die Effizienz nationaler klimapolitischer Instrumente deutlich verbessert (Michaelowa, 1997).

Auf der anderen Seite begegnet das Konzept der gemeinsamen Umsetzung auch manchen Bedenken. Während der Pilotphase wurde deutlich, daß die Umsetzung in der Realität auf eine Vielzahl von Hindernissen stößt, die nur in geringem Maße ökonomisch bedingt sind. So bereitet die Definition des Referenzzustands bei den externen Vertragspartnern (also der Emissionen ohne die geplante Maßnahme zur gemeinsamen Umsetzung) und die Verifizierung der anzurechnenden, tatsächlich erzielten Reduktion erhebliche praktische Schwierigkeiten. Auch ist die Festlegung von geeigneten Projekten mit erheblichen Such- und Transaktionskosten verbunden. Dadurch werden unter Umständen große zentrale Projekte gegenüber dezentralen Maßnahmen bevorzugt.

Die Regierungen vieler Entwicklungsländer befürchten, daß die Industriestaaten sich auf diese Weise von ihren Verpflichtungen „freikaufen“ und eigene innerstaatliche Reduktionsmaßnahmen zu Lasten der Entwicklungsländer unterlassen werden. Damit würden die Industrieländer ihrer führenden Rolle bei der Bekämpfung der Klimaänderungen kaum gerecht, zu der sie sich nach dem Grundsatz der gemeinsamen, aber unterschiedlichen Verantwortlichkeiten gemäß Artikel 3 Absatz 1 der Klimarahmenkonvention verpflichtet haben. Diese Bedenken gewinnen neues Gewicht, wenn mittelfristig die Entwicklungsländer zu Emissionsreduktionen verpflichtet werden sollen, wie oben in Abschnitt 5 vorgeschlagen wurde. Dann ergibt sich die Gefahr, daß zu diesem Zeitpunkt die in den Entwicklungsländern vorhandenen Potentiale bereits durch Maßnahmen der gemeinsamen Umsetzung von den Industriestaaten weitgehend abgeschöpft worden sind. Eigene Klimaanstrengungen der Entwicklungsländer erfordern dann einen erheblich höheren und kostenintensiveren Aufwand. Dieser Einwand darf allerdings keinesfalls dahingehend mißbraucht werden, daß ökologisch unvertretbare Kraftwerke erhalten bleiben, nur um zu einem späteren Zeitpunkt ein kostengünstigeres Reduktionspotential zur Verfügung zu haben. Vielmehr ist es gerade auch in den Schwellenländern wichtig, daß investive Grundentscheidungen schon jetzt unter Berücksichtigung ökologischer Belange getroffen werden.

Daher empfiehlt der Beirat wie bereits im Jahresgutachten 1995 (WBGU, 1996), daß die Anlage-I-Staaten sich verpflichten, den weit überwiegenden Anteil ihrer Reduktionsverpflichtungen – beispielsweise 70-80% – innerhalb ihrer eigenen Staatengruppe zu realisieren. Damit soll gewährleistet werden, daß die Industrieländer rechtzeitig die geeigneten Rahmenbedingungen schaffen, um eigene Einsparpotentiale, die hier insbesondere mittel- und langfristig vorhanden sind, auszuschöpfen und so den sehr hohen Pro-Kopf-Ausstoß an Kohlendioxid zu reduzieren. Auch muß gewährleistet werden, daß der Transfer

finanzieller Ressourcen und die Weitergabe von Technologie nach Artikel 4 Absatz 3 eine eigenständige Bedeutung unabhängig von den im Rahmen der gemeinsamen Umsetzung erbrachten Leistungen behalten. Schließlich ist für ein Gelingen von Joint-implementation-Projekten die Beteiligung der Bevölkerung vor Ort ein wichtiges Kriterium.

Die derzeit laufende Pilotphase zeigt, daß wichtige Anreizelemente für die Industrieländer zur gemeinsamen Umsetzung klimapolitischer Maßnahmen fehlen, wenn keine Möglichkeit besteht, sich die erzielten Emissionen anrechnen zu lassen. Grundsätzlich sollte diese Anrechnung jedoch nur dann möglich sein, wenn die Maßnahmen zwischen Staaten vereinbart werden, für die maximale Emissionsspielräume vereinbart worden sind. Der Beirat stellt fest, daß die Industrieländer ihren Spielraum bereits heute mehr als ausgeschöpft haben.

Internationales Zertifikatesystem

Eine weitere Flexibilisierung der länderweiten Reduktionspflichten wird durch die Einführung eines internationalen Systems von handelbaren Emissions-Zertifikaten erreicht. Der Handel mit Zertifikaten, die Emissionsrechte verbrieften, erlaubt es den Vertragsstaaten, ihre noch nicht benötigten Emissionsrechte anderen Staaten durch zeitweise Verpachtung zur Verfügung zu stellen und so Einnahmen zu erzielen. Auf diese Weise lassen sich die global erforderlichen Zielvorgaben deutlich effizienter erreichen, und die Nutzung alternativer Energiequellen (Sonne, Wasser und Wind) würde honoriert. Der Beirat empfiehlt deshalb den Vertragsstaaten, die Bedingungen für die Einführung eines internationalen Zertifikatesystems untersuchen zu lassen. Dabei sind eine Reihe von Festlegungen zu treffen. Für die Ausgangsverteilung der nationalen Emissionsquoten ist die Festlegung der nationalen Minderungsobligationen nach dem Pro-Kopf-Ansatz ein geeigneter Anhaltspunkt. Unabhängig von der Weiterentwicklung eines globalen Zertifikatesystems sollten die Mitgliedstaaten der Europäischen Union umgehend Vorbereitungen treffen, um innerhalb ihrer Ländergruppe ein solches System baldmöglichst zu etablieren, da die Erfolgsbedingungen in dieser Konstellation besonders günstig erscheinen.

Vorrangig bleibt jedoch die Bestimmung konkreter Reduktionsquoten, die überhaupt erst die Voraussetzung für die in diesem Abschnitt angesprochenen flexiblen Umsetzungsinstrumente bilden.

6.4 Unterstützung der Entwicklungsländer

Obgleich die Klimarahmenkonvention die Entwicklungsländer nicht zur Reduktion ihrer Treibhausgasemissionen verpflichtet und eine solche Verpflichtung gemäß dem „Berliner Mandat“ auch in Kyoto nicht zur Verhandlung steht, werden doch auch Entwicklungsländer in Artikel 4 Absatz 1 der Konvention allgemein aufgefordert, den globalen Klimaschutz aktiv zu unterstützen. Für die Entwicklungsländer ergeben sich aus Artikel 4 Absatz 1 der Klimarahmenkonvention im wesentlichen zwei Pflichten:

Zunächst haben alle Vertragsparteien nach Artikel 4 Absatz 1 Buchstabe a in Verbindung mit Artikel 12 Absatz 1 ein Verzeichnis ihrer Treibhausgasemissionen zu erstellen und über ihre Aktivitäten im Bereich des Klimaschutzes zu berichten. Diese Kosten lassen sich relativ gut kalkulieren. Sie sind von den Industriestaaten gemäß Artikel 4 Absatz 3 Satz 1 als die „vereinbarten vollen Kosten“ zu erstatten. Weiterhin haben auch die Entwicklungsländer nach Artikel 4 Absatz 1 Buchstabe b Programme mit Maßnahmen zur Abschwächung der Klimaänderungen auszuarbeiten. Die Kosten für diese eigentlichen Klimaschutzmaßnahmen sind nahezu nicht berechenbar. Daher tragen hier die Industriestaaten lediglich die „vereinbarten vollen Mehrkosten“, soweit die Kosten zwischen Finanzierungsmechanismus und Entwicklungsland vereinbart wurden und die Mittel benötigt werden (Artikel 4 Absatz 3 Satz 2).

Die Feststellung des Umfangs der letztgenannten „Mehrkosten“ kann im Einzelfall sehr schwierig sein. Gerade auch im Hinblick auf die mittelfristig angestrebte Einbindung der Entwicklungsländer empfiehlt der Beirat deshalb die Prüfung von Verfahren und Mechanismen zur verbindlichen Feststellung dieser gegebenenfalls von den Industriestaaten zu tragenden Mehrkosten.

Nach Artikel 11 in Verbindung mit Artikel 21 Absatz 3 dient die Globale Umweltfazilität (Global Environment Facility - GEF) der Klimarahmenkonvention auf einer vorläufigen Basis als Finanzierungsmechanismus. Trotz der 1994 erfolgten Restrukturierung der 1991 gegründeten GEF und dem vorläufigen Abschluß eines 'Memorandum of Understanding' zwischen der Vertragsstaatenkonferenz der Konvention und dem Verwaltungsrat der GEF hält die heftige Kritik an der GEF durch die Entwicklungsländer weiter an (Ehrmann, 1997). Bevor der GEF daher im Rahmen eines Klimaprotokolls weitreichende weitere Aufgaben übertragen werden, empfiehlt der Beirat mittelfristig eine Prüfung der Struktur und Arbeitsweise der GEF. Um Anreize für Entwicklungsländer zu schaffen, schon jetzt ohne mengenmäßig und zeitlich bestimmte Reduktionspflichten zum Klimaschutz beizutragen, empfiehlt der Beirat jedoch kurzfristig, sich in den derzeit laufenden Verhandlungen für eine entsprechende Aufstockung der GEF-Mittel im Rahmen der Bestimmungen der Klimarahmenkonvention einzusetzen. Auf Effizienz und geringe Verwaltungskosten ist dabei zusätzlich zu achten.

7 Literatur

- Bach, S., Kohlhaas, M. et al. (1995): Ökosteuer – Sackgasse oder Königsweg? Wirtschaftliche Auswirkungen einer ökologischen Steuerreform. DIW-Gutachten im Auftrag von Greenpeace. Berlin: DIW.
- Biermann, F. (1996): 'Common Concern of Humankind'. The Emergence of a New Concept of International Environmental Law. *Archiv des Völkerrechts* 34 (4), 426–481.
- Brunée, J. (1989): 'Common Interest'. Echoes from an Empty Shell? Some Thoughts on Common Interest and International Environmental Law. *Zeitschrift für ausländisches öffentliches Recht und Völkerrecht* 49 (3/4), 791–808.
- BUND und Misereor (Hrsg.) (1996): *Zukunftsfähiges Deutschland. Ein Beitrag zu einer global nachhaltigen Entwicklung. Studie des Wuppertal Instituts für Klima, Umwelt, Energie.* Basel: Birkhäuser.
- Ehrmann, M. (1997): Die Globale Umweltfazität. *Zeitschrift für ausländisches öffentliches Recht und Völkerrecht* 57 (2/3), im Erscheinen.
- Enquete-Kommission (1990): *Dritter Bericht der Enquete-Kommission „Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre“ des 11. Deutschen Bundestages.* Bonn: Heger.
- Enquete-Kommission (1994): *Schlußbericht der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ des 12. Deutschen Bundestages.* Bonn: Bundesanzeiger.
- FCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change (1992): *Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen, New York, 9. Mai 1992, in Kraft 21. März 1994.* Bundesgesetzblatt Teil II, 1993, 1783.
- Hegerl, G. C., Hasselmann, K., Cubasch, U., Mitchell, J. F. B., Roeckner, E., Voss, R. und Waszkewitz, J. (1997): *On multi-fingerprint detection and attribution of greenhouse gas- and aerosol forced climate change.* *Climate Dynamics*, im Erscheinen.
- Hillebrand, B. und Wackerbauer, J. (1996): *Ökologische und ökonomische Wirkungen von CO₂-Minderungsstrategien.* *RWI-Mitteilungen* 47, 107–136.
- Hillebrand, B., Wackerbauer, J., Behring, K., Karl, H.-D., Lehr, U., Oberheimann, A., Ratzenberger, R., Siebe, Th., Storchmann, K.-H., Goldrian, G. und Hild, R. (1996): *Gesamtwirtschaftliche Beurteilung von CO₂-Minderungsmaßnahmen. Untersuchungen des Rheinisch-Westfälischen Instituts für Wirtschaftsforschung (RWI) 19.* Essen: RWI.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (1990): *Climate Change - the IPCC Scientific Assessment.* Cambridge, New York: Cambridge University Press.

- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (1992): Climate Change 1992. The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment. Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (1996a): Climate Change 1995. The Science of Climate Change. Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (1996b): Climate Change 1995. Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analysis. Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (1996c): Climate Change 1995. Economic and Social Dimensions of Climate Change. Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- IER und DIW (1995): Integrierte Gesamtstrategien der Minderung energiebedingter Treibhausgasemissionen (2005/2020). In: Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ des Deutschen Bundestages: Studienprogramm Energie, Teilband 2. Bonn: Economica.
- ISI und DIW (1995): Gesamtwirtschaftliche Auswirkungen von Emissionsminderungsstrategien. In: Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ des Deutschen Bundestages: Studienprogramm Energie, Teilband 2. Bonn: Economica.
- Jäger, J. und Loske, R. (1994): Handlungsmöglichkeiten zur Fortschreibung und Weiterentwicklung der Verpflichtungen innerhalb der Klimarahmenkonvention. Wuppertal Papers 23.
- Klemmer, P. (1997): CO₂-Minderungsstrategien auf dem Prüfstand. Energiewirtschaftliche Tagesfragen 10/1997.
- Manne, A. S. und Richels, R. G. (1992): Buying Greenhouse Insurance: The Economic Costs of Carbon Dioxide Emission Limits. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Meyer, B. (1997): Stellungnahme Gruppe Energie 2000. Experten-Anhörung vom Thema Öko/Energiesteuer am 15.5.1997. Osnabrück: vervielfältigtes Manuskript.
- Michaelowa, A. (1997): Internationale Kompensationsmöglichkeiten zur CO₂-Reduktion – Steuerliche Anreize und ordnungsrechtliche Maßnahmen. Veröffentlichungen des HWWA-Instituts für Wirtschaftsforschung 33. Baden-Baden: Nomos.
- Michaels, P. J., Knappenberger, P. C., Weber, G.-R., Santer, B. D., Boyle, J. S. und Parker, D. E. (1996): Human effect on global climate? Nature 384, 522–524.
- Nicholls, N. (1996): An incriminating fingerprint. Nature 382, 27–28.
- Pearce, F. (1997): The concrete jungle overheats. New Scientist, 19.7.1997, 14.
- Prognos (1997): Energieverbrauch im Verkehr bleibt gleich. VDI-Nachrichten 20.

- Santer, B. D., Taylor, K. E., Wigley, T. M. L., Johns, T. C., Jones, P. D., Karoly, D. J., Mitchell, J. F. B., Dost, A. H., Penner, J. E., Ramaswamy, V., Schwarzkopf, M. D., Stouffer, R. J. und Tett, S. (1996): A search for human influences on the thermal structure of the atmosphere. *Nature* 382, 39–46.
- Toth, F. L., Bruckner, Th., Füssel, H.-M., Leimbach, M., Petschel-Held, G. und Schellnhuber, H.-J. (1997): The tolerable windows approach to integrated assessments. *Proceedings of the IPCC Asia-Pacific Workshop on Integrated Assessment Models*, Tokyo, Japan, 10-12th March 1997.
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat Globale Umweltveränderungen (1994): *Welt im Wandel. Die Gefährdung der Böden. Jahresgutachten 1994*. Bonn: Economica.
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat Globale Umweltveränderungen (1995): *Szenario zur Ableitung globaler CO₂-Reduktionsziele und Umsetzungsstrategien. Stellungnahme aus Anlaß der Ersten Vertragsstaatenkonferenz zum Rahmenübereinkommen über Klimaänderungen in Berlin*. Bremerhaven: WBGU.
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat Globale Umweltveränderungen (1996): *Welt im Wandel. Wege zur Lösung globaler Umweltprobleme. Jahresgutachten 1995*. Berlin: Springer.

Anhang

A 1 Die Mitglieder des Beirats (Stand 19.9.97)

Prof. Dr. Friedrich Beese

Agronom: Direktor des Instituts für Bodenkunde und Waldernährung der Universität Göttingen

Prof. Dr. Klaus Fraedrich

Meteorologe: Meteorologisches Institut der Universität Hamburg

Prof. Dr. Paul Klemmer

Ökonom: Präsident des Rheinisch-Westfälischen Instituts für Wirtschaftsforschung

Prof. Dr. Dr. Juliane Kokott (Stellvertretende Vorsitzende)

Juristin: Lehrstuhl für Deutsches und Ausländisches Öffentliches Recht, Völkerrecht und Europarecht der Universität Düsseldorf

Prof. Dr. Lenelis Kruse-Graumann

Psychologin: Schwerpunkt „Ökologische Psychologie“ der Fernuniversität Hagen

Prof. Dr. Ortwin Renn

Soziologe: Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg

Prof. Dr. Hans-Joachim Schellnhuber (Vorsitzender)

Physiker: Direktor des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung

Prof. Dr. Ernst-Detlef Schulze

Botaniker: Lehrstuhl für Pflanzenökologie der Universität Bayreuth

Prof. Dr. Max Tilzer

Limnologe: Direktor des Alfred-Wegener-Instituts für Polar- und Meeresforschung

Prof. Dr. Paul Velsinger

Ökonom: Leiter des Fachgebiets Raumwirtschaftsplanung der Universität Dortmund

Prof. Dr. Horst Zimmermann

Ökonom: Leiter der Abteilung für Finanzwissenschaften der Universität Marburg

A 2 Der Auftrag des Beirats

Gemeinsamer Erlaß zur Errichtung des Wissenschaftlichen Beirats Globale Umweltveränderungen (8. April 1992)

§ 1

Zur periodischen Begutachtung der globalen Umweltveränderungen und ihrer Folgen und zur Erleichterung der Urteilsbildung bei allen umweltpolitisch verantwortlichen Instanzen sowie in der Öffentlichkeit wird ein wissenschaftlicher Beirat „Globale Umweltveränderungen“ bei der Bundesregierung gebildet.

§ 2

(1) Der Beirat legt der Bundesregierung jährlich zum 1. Juni ein Gutachten vor, in dem zur Lage der globalen Umweltveränderungen und ihrer Folgen eine aktualisierte Situationsbeschreibung gegeben, Art und Umfang möglicher Veränderungen dargestellt und eine Analyse der neuesten Forschungsergebnisse vorgenommen werden. Darüber hinaus sollen Hinweise zur Vermeidung von Fehlentwicklungen und deren Beseitigung gegeben werden. Das Gutachten wird vom Beirat veröffentlicht.

(2) Der Beirat gibt während der Abfassung seiner Gutachten der Bundesregierung Gelegenheit, zu wesentlichen sich aus diesem Auftrag ergebenden Fragen Stellung zu nehmen.

(3) Die Bundesregierung kann den Beirat mit der Erstattung von Sondergutachten und Stellungnahmen beauftragen.

§ 3

(1) Der Beirat besteht aus bis zu zwölf Mitgliedern, die über besondere Kenntnisse und Erfahrung im Hinblick auf die Aufgaben des Beirats verfügen müssen.

(2) Die Mitglieder des Beirats werden gemeinsam von den federführenden Bundesminister für Forschung und Technologie und Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit im Einvernehmen mit den beteiligten Ressorts für die Dauer von vier Jahren berufen. Wiederberufung ist möglich.

(3) Die Mitglieder können jederzeit schriftlich ihr Ausscheiden aus dem Beirat erklären.

(4) Scheidet ein Mitglied vorzeitig aus, so wird ein neues Mitglied für die Dauer der Amtszeit des ausgeschiedenen Mitglieds berufen.

§ 4

(1) Der Beirat ist nur an den durch diesen Erlaß begründeten Auftrag gebunden und in seiner Tätigkeit unabhängig.

(2) Die Mitglieder des Beirats dürfen weder der Regierung noch einer gesetzgebenden Körperschaft des Bundes oder eines Landes noch dem öffentlichen Dienst des Bundes, eines Landes oder einer sonstigen juristischen Person des Öffentlichen Rechts, es sei denn als Hochschullehrer oder als Mitarbeiter eines

wissenschaftlichen Instituts, angehören. Sie dürfen ferner nicht Repräsentant eines Wirtschaftsverbandes oder einer Organisation der Arbeitgeber oder Arbeitnehmer sein, oder zu diesen in einem ständigen Dienst- oder Geschäftsbesorgungsverhältnis stehen. Sie dürfen auch nicht während des letzten Jahres vor der Berufung zum Mitglied des Beirats eine derartige Stellung innegehabt haben.

§ 5

(1) Der Beirat wählt in geheimer Wahl aus seiner Mitte einen Vorsitzenden und einen stellvertretenden Vorsitzenden für die Dauer von vier Jahren. Wiederwahl ist möglich.

(2) Der Beirat gibt sich eine Geschäftsordnung. Sie bedarf der Genehmigung der beiden federführenden Bundesministerien.

(3) Vertritt eine Minderheit bei der Abfassung der Gutachten zu einzelnen Fragen eine abweichende Auffassung, so hat sie die Möglichkeit, diese in den Gutachten zum Ausdruck zu bringen.

§ 6

Der Beirat wird bei der Durchführung seiner Arbeit von einer Geschäftsstelle unterstützt, die zunächst bei dem Alfred-Wegener-Institut (AWI) in Bremerhaven angesiedelt wird.

§ 7

Die Mitglieder des Beirats und die Angehörigen der Geschäftsstelle sind zur Verschwiegenheit über die Beratung und die vom Beirat als vertraulich bezeichneten Beratungsunterlagen verpflichtet. Die Pflicht zur Verschwiegenheit bezieht sich auch auf Informationen, die dem Beirat gegeben und als vertraulich bezeichnet werden.

§ 8

(1) Die Mitglieder des Beirats erhalten eine pauschale Entschädigung sowie Ersatz ihrer Reisekosten. Die Höhe der Entschädigung wird von den beiden federführenden Bundesministerien im Einvernehmen mit dem Bundesminister der Finanzen festgesetzt.

(2) Die Kosten des Beirats und seiner Geschäftsstelle tragen die beiden federführenden Bundesministerien anteilig je zur Hälfte.

Dr. Heinz Riesenhuber

Bundesminister für Forschung und Technologie

Prof. Dr. Klaus Töpfer

Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Anlage zum Mandat des Beirats

Erläuterung zur Aufgabenstellung des Beirats gemäß § 2 Abs. 1. Zu den Aufgaben des Beirats gehören:

- (1) Zusammenfassende, kontinuierliche Berichterstattung von aktuellen und akuten Problemen im Bereich der globalen Umweltveränderungen und ihrer Folgen, z. B. auf den Gebieten Klimaveränderungen, Ozonabbau, Tropenwälder und sensible terrestrische Ökosysteme, aquatische Ökosysteme und Kryosphäre, Artenvielfalt, sozioökonomische Folgen globaler Umweltveränderungen.

In die Betrachtung sind die natürlichen und die anthropogenen Ursachen (Industrialisierung, Landwirtschaft, Übervölkerung, Verstädterung etc.) einzubeziehen, wobei insbesondere die Rückkopplungseffekte zu berücksichtigen sind (zur Vermeidung von unerwünschten Reaktionen auf durchgeführte Maßnahmen).

- (2) Beobachtung und Bewertung der nationalen und internationalen Forschungsaktivitäten auf dem Gebiet der globalen Umweltveränderungen (insbesondere Meßprogramme, Datennutzung und –management etc.).
- (3) Aufzeigen von Forschungsdefiziten und Koordinierungsbedarf.
- (4) Hinweise zur Vermeidung von Fehlentwicklungen und deren Beseitigung.

Bei der Berichterstattung des Beirats sind auch ethische Aspekte der globalen Umweltveränderungen zu berücksichtigen.

Veröffentlichungen des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen

Welt im Wandel: Grundstruktur globaler Mensch-Umwelt-Beziehungen. Jahresgutachten 1993. Economica Verlag Bonn, 1993, 224 Seiten.

World in Transition: Basic Structure of Global Human-Environment Interactions. 1993 Annual Report. Economica Verlag Bonn, 1994, 214 pages.

Welt im Wandel: Die Gefährdung der Böden. Jahresgutachten 1994. Economica Verlag Bonn, 1994, 278 Seiten.

World in Transition: The Threat to Soils. 1994 Annual Report. Economica Verlag Bonn, 1995, 252 pages.

Szenario zur Ableitung globaler CO₂-Reduktionsziele und Umsetzungsstrategien. Stellungnahme zur ersten Vertragsstaatenkonferenz der Klimarahmenkonvention in Berlin 1995. WBGU Bremerhaven, 1995, 41 Seiten.

Scenario for the Derivation of Global CO₂-reduction Targets and Implementation Strategies. Statement on the Occasion of the First Conference of the Parties to the Framework Convention on Climate Change in Berlin. WBGU Bremerhaven, 1995, 39 pages.

Welt im Wandel: Wege zur Lösung globaler Umweltprobleme. Jahresgutachten 1995. Springer-Verlag Berlin, 1996, 247 Seiten.

World in Transition: Ways Towards Global Environmental Solutions. 1995 Annual Report. Springer-Verlag Berlin, 1996, 235 pages.

Welt im Wandel: Herausforderung für die deutsche Wissenschaft. Jahresgutachten 1996. Springer-Verlag Berlin, 1996, 200 Seiten.

World in Transition: The Research Challenge. 1996 Annual Report. Springer-Verlag Berlin, 1997.

Welt im Wandel: Wege zu einem nachhaltigen Umgang mit Süßwasser. Jahresgutachten 1997. Springer-Verlag Berlin, im Druck.

World in Transition: Ways Towards Sustainable Management of Freshwater Resources. 1997 Annual Report. Springer-Verlag Berlin. Forthcoming 1998.