

GLOBALER KLIMAWANDEL:

URSACHEN, FOLGEN,
HANDLUNGSMÖGLICHKEITEN




GERMANWATCH

Diese Broschüre wurde im Rahmen der Klimaexpedition von Germanwatch erarbeitet.

Weitere Informationen zu der Klimaexpedition unter www.germanwatch.org/klimaexpedition.htm

Germanwatch
Büro Bonn
Dr. Werner-Schuster-Haus
Kaiserstraße 201
D-53113 Bonn
Tel.: +49 (0) 228 - 60492-0
E-Mail: info@germanwatch.org

Germanwatch
Büro Berlin
Voßstraße 1
D-10117 Berlin
Tel.: +49 (0) 30 - 28 88 356-0
E-Mail: info@germanwatch.org

www.germanwatch.org

Gedruckt auf 100% Recycling-Papier

AutorInnen:
Sven Anemüller, Christoph Bals, Robin Girmes,
Britta Horstmann, Gerold Kier

Layout:
ART:BÜRO Dietmar Putscher, Köln
www.dietmar-putscher.de



Germanwatch-Klimaexpedition zeigt Live-Satellitenbilder in Schulen. Klimazusammenhänge werden so leicht verständlich.



Eröffnung des Klimagipfels in Johannesburg, 26.8.2002

Foto: Dörte Bernhardt

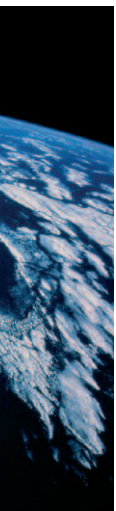


Bestellnummer: 05-2-10

Gefördert durch das :



1	Klima und Treibhauseffekt	4
1.1	Das Klima	4
1.2	Der natürliche Treibhauseffekt	4
1.3	Der Kohlenstoffkreislauf	4
1.4	Das Klima ändert sich	5
1.5	Der menschengemachte Treibhauseffekt	6
1.6	Belege für den menschlichen Einfluss auf das Klima	8
<hr/>		
2	Verursacher des menschengemachten Treibhauseffekts	10
2.1	Welche Länder sind die Hauptverursacher von Treibhausgasemissionen?	10
2.2	Absolute und Pro-Kopf-Emissionen der Länder heute	10
2.3	Emissionen nach Sektoren	12
2.4	Trends in den Treibhausgasemissionen	13
2.5	Ursachen für Veränderungen des CO ₂ -Ausstoßes	14
<hr/>		
3	Der Blick in die Zukunft: Szenarien und Auswirkungen des Klimawandels	15
3.1	Grundsätzliche Ergebnisse des Dritten IPCC-Sachstandberichts und neuerer Forschungen	16
3.2	Abschmelzen der Gletscher- und Eisflächen	18
3.3	Anstieg des Meeresspiegels	18
3.4	Abschwächung der Meeresströmung im Nordatlantik	19
3.5	Verschiebung der Klimazonen und Verlust von Ökosystemen	19
3.6	Extreme Wetterereignisse	20
3.7	Gefährdung von Ernährungssicherung und landwirtschaftlicher Produktion	21
3.8	Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit	22
3.9	Betroffenheit der Entwicklungsländer	23
<hr/>		
4	Das Kyoto-Protokoll: Ergebnis jahrelanger Klimadiplomatie	24
4.1	Das Ziel: Gefährlichen Klimawandel vermeiden	24
4.2	Die Klimarahmenkonvention	24
4.3	Das Kyoto-Protokoll	25
4.4	Bonner Klimagipfel 2001: Durchbruch für das Kyoto-Protokoll	26
4.5	Warten auf Russland	27
<hr/>		
5	Die wichtigsten klimapolitischen Herausforderungen	28
5.1	Verantwortungsübernahme als Grundprinzip	28
5.2	Einbezug der USA in den internationalen Klimaschutz	28
5.3	Bleibt die EU Zugpferd?	28
5.4	Einbezug der Entwicklungsländer	28
5.5	Die Rolle Chinas	29
5.6	Anpassung an den Klimawandel	29
5.7	Finanzmärkte	30
5.8	Technologien	31
<hr/>		
6	Maßnahmen zum Klimaschutz	32
6.1	Was kann die Politik tun?	32
6.2	Welche Handlungsmöglichkeiten hat die Wirtschaft?	33
6.3	Welchen Beitrag kann jede(r) Einzelne leisten?	34
<hr/>		
7	Weiterführende Literatur und Internetseiten	36
7.1	Weiterführende Literatur	36
7.2	Weiterführende Publikationen von Germanwatch	37
7.3	Weiterführende Internetseiten	37
<hr/>		
8	Im Text zitierte Quellen	38



■ 1.1 Das Klima

Das Klima beschreibt die Gesamtheit der meteorologischen Erscheinungen, die den durchschnittlichen Zustand der Atmosphäre an einem Ort charakterisieren. Üblicherweise werden hierzu die Messwerte des zurückliegenden 30-jährigen Zeitraums herangezogen. Hierin unterscheidet sich das Klima grundsätzlich vom Wetter, das nur kurzfristige und lokale Erscheinungen wie ein Gewitter oder einen kalten Wintertag kennzeichnet. Das globale Klima ist nicht konstant, sondern unterliegt ständigen Änderungen. Die Ursache hierfür liegt in mehreren Antriebsmechanismen. Die Atmosphäre hat dabei den größten Einfluss, steht jedoch in Wechselwirkung mit anderen Komponenten wie den Ozeanen und Eisflächen, der Landoberfläche und der Biosphäre. Der Antrieb für den Austausch zwischen diesen Teilsystemen wird von der Sonne geliefert, wobei je nach Breitengrad und Jahreszeit unterschiedlich viel Energie durch die Atmosphäre bis zur Erdoberfläche dringt. Dieses Ungleichgewicht, das Temperaturunterschiede und somit Luftdruckgefälle insbesondere zwischen dem Äquator und den Polen verursacht, setzt Ausgleichsprozesse wie zum Beispiel Wind oder Meeresströmungen in Kraft.¹

■ ■ 1.2 Der natürliche Treibhauseffekt

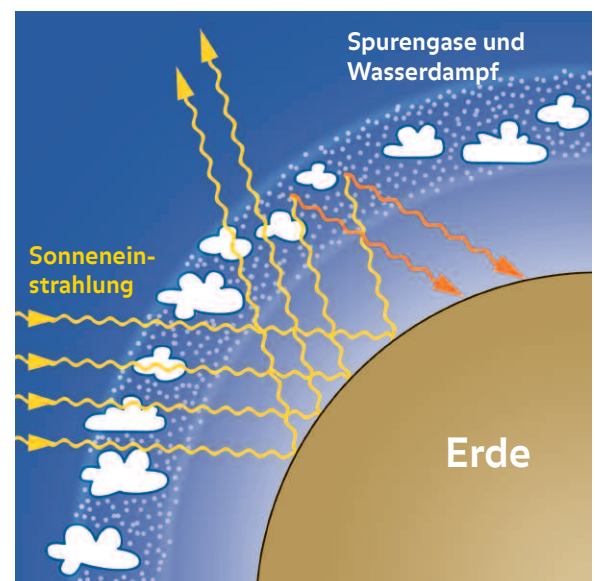
Erst durch das Entstehen einer Atmosphäre und durch den natürlichen Treibhauseffekt ist Leben auf der Erde möglich. Der Treibhauseffekt bezeichnet den Erwärmungseffekt der Atmosphäre: Kurzwellige Sonnenstrahlung kann die Atmosphäre fast ungehindert bis zur Erdoberfläche durchdringen, die von der Erdoberfläche reflektierte langwellige Wärmestrahlung jedoch wird von so genannten Treibhausgasen zu Teilen absorbiert und dadurch in der Atmosphäre gehalten (siehe Abbildung 1). So wird die globale Mitteltemperatur in Bodennähe, die ohne das Vorhandensein einer derartigen Atmosphäre -18°C betragen würde, um 33°C auf ca. $+15^{\circ}\text{C}$ angehoben.² Ohne diese Erwärmung wäre es folglich so kalt auf der Erde, dass sich kein höheres Leben hätte entwickeln können.

Zu den „klimawirksamen“ Treibhausgasen der Atmosphäre, welche die Wärmestrahlung absorbieren, gehören vor allem Wasserdampf (H_2O), Kohlendioxid (CO_2), Distickstoffoxid (N_2O), Methan (CH_4) und Ozon (O_3). Diese Gase sind in unterschiedlichen Konzentrationen auch ohne menschliches Zutun in der Atmosphäre enthalten und somit für den natürlichen Treibhauseffekt

verantwortlich. Ändert sich die Zusammensetzung der atmosphärischen Gase, so ändert sich auch die Durchlässigkeit für die Wärmeabstrahlung der Erde.

Die einzelnen Gase unterscheiden sich allerdings deutlich in ihrer Erwärmungswirkung. So hat ein Molekül Methan die gleiche Erwärmungswirkung wie 23 Moleküle Kohlendioxid (siehe Tabelle 1). Um diese Effekte besser vergleichbar zu machen und in ihrer Gesamtheit zu berechnen, verwenden die Klimawissenschaftler den Vergleichsmaßstab der CO_2 -Äquivalente: Allen Treibhausgasen werden Werte zugerechnet, welche die Erwärmungswirkung in Relation zum CO_2 ausdrücken. Die Wirkung der Treibhausgase wird auch als Veränderung des Strahlungsantriebs bezeichnet, der die Veränderung der Bilanz aus solarer Einstrahlung und terrestrischer Abstrahlung in der unteren Atmosphäre darstellt und in der Regel in der Einheit Watt pro m^2 angegeben wird.

Abb. 1: Schematische Darstellung des Treibhauseffekts



Quelle: eigene Darstellung nach Justus-Perthes-Verlag, 1998

■ ■ ■ 1.3 Der Kohlenstoffkreislauf

Der Anteil kohlenstoffbasierter Treibhausgase wie CO_2 und CH_4 in der Atmosphäre ist für das Ausmaß des Treibhauseffektes von zentraler Bedeutung und wird durch die Prozesse des Kohlenstoffkreislaufs bestimmt (siehe Abbildung 2). Dieser Kreislauf erstreckt sich über die natürlichen Teilsysteme Ozean, Atmosphäre und Landökosysteme. Jedes Teilsystem des Kreislaufs gibt Kohlenstoff ab und nimmt ihn wieder auf.

¹ vgl. Lauer 1995

² vgl. Kraus 2004

Diejenigen Systemkomponenten, aus denen der Atmosphäre treibhauswirksame Gase zugeführt werden, bezeichnet man als „Quellen“. Fossile Energieträger wie Erdöl oder Kohle, die heute in großem Maßstab durch den Menschen verbrannt werden, oder die Zerstörung der tropischen Regenwälder sind hierfür Beispiele. Den „Quellen“ stellt man die sogenannten „Senken“ gegenüber. Senken, wie zum Beispiel Ozeane, Böden oder Pflanzen, sind bis zu einem bestimmten Grad in der Lage, aus der Atmosphäre zusätzliches CO₂ aufzunehmen und zu speichern. Beispielsweise binden Wälder während ihrer Wachstumsphase in der Regel große Mengen an CO₂. Wenn dann zu einem späteren Zeitpunkt das Holz verbrannt wird oder verrottet, wird das CO₂ wieder in die Atmosphäre freigesetzt.

Am Beispiel der Ozeane zeigt sich aber auch die Begrenztheit dieser Senken. Mit zunehmender CO₂-Anreicherung sinkt die Aufnahmekapazität: Die Senkenfunktion für die Aufnahme von zusätzlichem CO₂ aus der Atmosphäre nimmt ab. Die Austausch- und Rückkopplungsprozesse zwischen den Subsystemen sind teilweise hochkomplex und quantitativ schwer abzuschätzen.

1.4 Das Klima ändert sich

Die globale Durchschnittstemperatur ist im Laufe des 20. Jahrhunderts um ca. 0,6° C angestiegen, allerdings nicht gleichmäßig. Besonders in den Zeiträumen 1910 bis 1945 und seit 1976 ist es zu einer deutlichen Erwärmung gekommen. Die 1990er Jahre waren das global wärmste Jahrzehnt seit Beginn der Temperaturmessung 1860. 1998 war das wärmste Jahr, 2002 und 2003 das zweit- und drittwärmste.³ Der Anstieg fand vor allem über den Landflächen statt und hier besonders über der nördlichen Erdhalbkugel. Der durchschnittliche globale Meeresspiegel ist im 20. Jahrhundert zwischen 10 und 20 Zentimeter angestiegen. Zudem ist das Klimawissenschaftlergremium IPCC (siehe Kasten 1) zu dem Ergebnis gekommen, dass sich der Wasserkreislauf bzw. der hydrologische Kreislauf verändert hat. Während es über der Nordhalbkugel eine Zunahme der kontinentalen Niederschläge um 5-10 Prozent während des 20. Jahrhunderts gegeben hat, ist in manchen Regionen (z.B. Nord- und Westafrika) ein Rückgang zu beobachten. In den mittleren und höheren nördlichen Breiten scheint es eine Zunahme extremer Niederschlagsereignisse gegeben zu haben. Ferner beobachtet man einen weiträumigen Rückzug von Berggletschern,

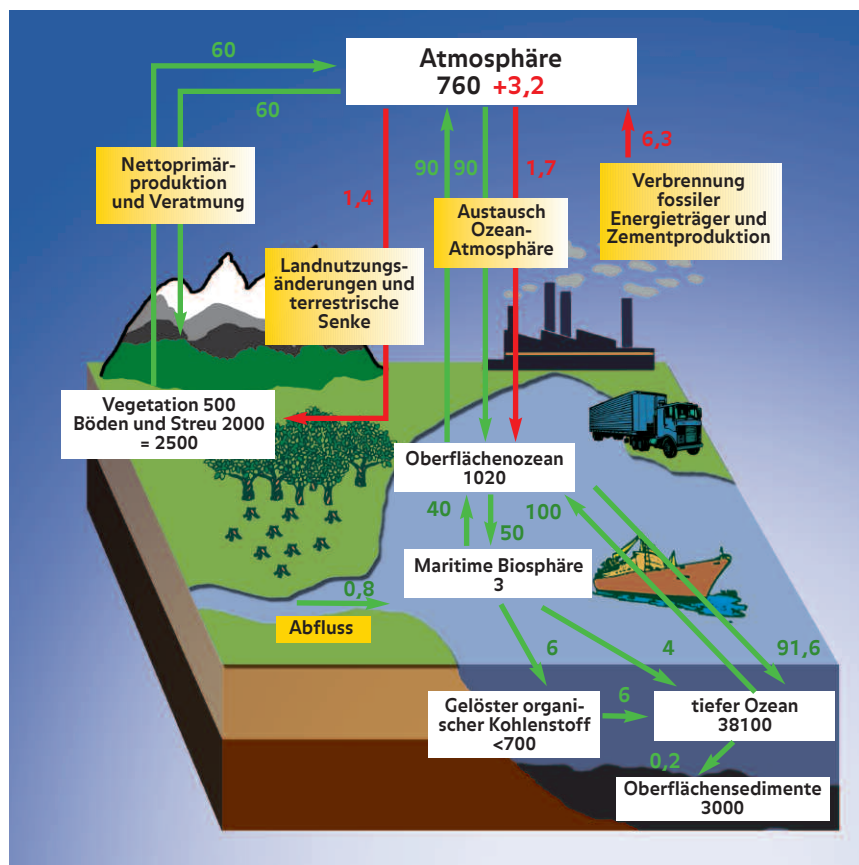
die aufgrund ihrer Sensibilität gegenüber Temperaturveränderungen auch als „Fieberthermometer der Erde“ bezeichnet werden. Auch ist ein Aufweichen von Permafrostböden in Teilen der Polar- und Subpolarregionen zu bemerken.⁴

Die Abbildung zeigt die Kohlenstoff-Reservoirs (weiße Felder) in GtC, die natürlichen Kohlenstoffflüsse (grüne Pfeile) und die Flüsse aufgrund anthropogener Störungen (rote Pfeile) in GtC pro Jahr.

Die Flüsse zwischen Atmosphäre und Ozean sowie Atmosphäre und Landvegetation sind durchschnittliche Jahresnetzwerte für die 1990er Jahre.

Quelle: eigene Darstellung nach: <http://www.hamburger-bildungs-server.de/welcome.phtml?unten=/klima/treibhaus/>

Abb. 2: Der Kohlenstoffkreislauf



³ Kasang 2005

⁴ alle Angaben IPCC 2001a: 2ff

Info-Kasten 1: IPCC - höchste Autorität der Klimawissenschaft

Ohne den Rat unabhängiger WissenschaftlerInnen kann die Politik keine fundierten und wirkungsvollen Entscheidungen in Richtung Klimaschutz treffen. Es bedarf folglich einer Institution, die den Sachverstand der weltweiten Klimawissenschaft so umfassend und objektiv wie möglich bündelt. Zu diesem Zweck gründeten 1988 die Weltorganisation für Meteorologie (WMO) und das Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) das Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

Seine umfangreichen Sachstandberichte (siehe Abbildungen unten) waren stets eine wichtige Grundlage für wissenschaftlich fundierte klimapolitische Entscheidungen. So war der erste Bericht (1990) die wichtigste wissenschaftliche Grundlage für die Klimarahmenkonvention, der zweite Bericht (1995) hatte diese Funktion für das Kyoto-Protokoll.

Die klimawissenschaftlichen Fakten des dritten Berichts (2001) waren ein wichtiger Antrieb für viele Regierungen, das Kyoto-Protokoll mit seinen verbindlichen Klimaschutzpflichten zu ratifizieren.⁵

Und der vierte Bericht (erscheint voraussichtlich 2007) wird sicherlich ebenfalls Grundlage für zukünftiges Handeln sein. Die Sachstandberichte werden jeweils von mehreren hundert Fachleuten aus aller Welt erstellt. Dabei dürfen nur Erkenntnisse aufgenommen werden, die in wissenschaftlichen Zeitungen bereits einem Gegencheck von WissenschaftlerInnen unterworfen waren („Peer-Reviewing“).

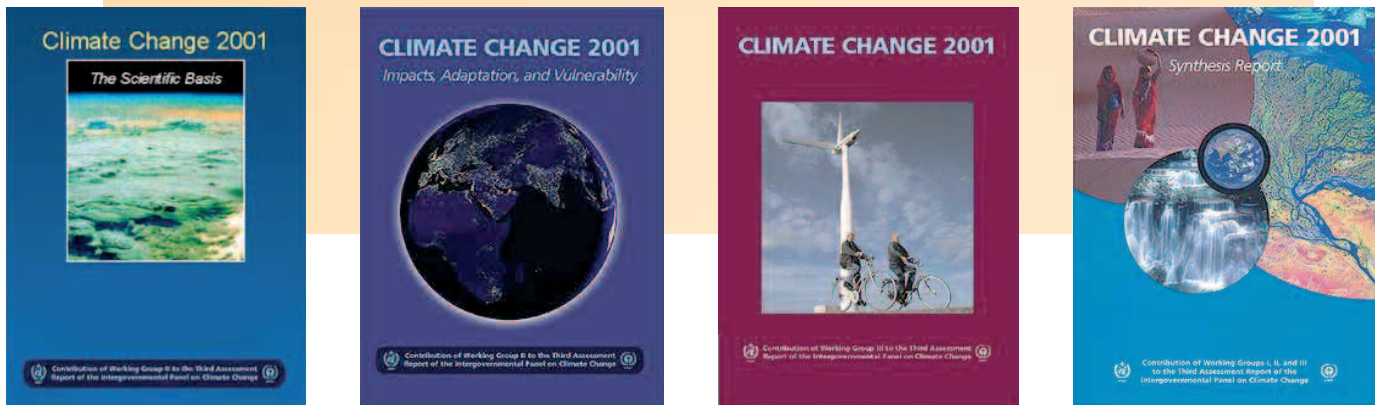


Abb. 3: Die vier Bände des 3. IPCC-Sachstandsberichts – die umfassendste Darstellung des klimawissenschaftlichen Kenntnisstands von 2001

Quelle: <http://www.ipcc.ch>

1.5 Der menschgemachte Treibhauseffekt

Bei all diesen Veränderungen stellt sich die Frage, ob und in welchem Ausmaß sie natürlichen Ursprungs oder durch den Menschen verursacht sind. Zunächst lässt sich zweifelsfrei festhalten, dass der Mensch mit seinem Handeln die Konzentration von Treibhausgasen und damit die chemische Zusammensetzung der Atmosphäre deutlich beeinflusst. Durch eine Vielzahl von Prozessen setzt er große Mengen an Treibhausgasen frei: vor allem durch die Verbrennung fossiler Energieträger (Braun- und Steinkohle, Erdöl, Erdgas), die großflächige Änderung der Landnutzung (z.B. Rodung von Wäldern), landwirtschaftliche Tätigkeiten (v.a. Viehwirtschaft und Reisanbau) und industrielle Prozesse. Dieser menschliche Einfluss ist verantwortlich für den signifikanten Konzentrationsanstieg von Treib-

⁵ Volltext der englischen Version des dritten Sachstandsberichts: <http://www.ipcc.ch/pub/reports.htm>
 Zusammenfassung für Entscheidungsträger (deutsch): <http://www.ipcc.ch/pub/nonun.htm>
 Deutschsprachiger Kommentar von Germanwatch: <http://www.germanwatch.org/rio/bpipcc01.htm>

hausgasen in der Atmosphäre seit Beginn der Industrialisierung (siehe Tabelle 1) und die dadurch ausgelöste Verstärkung des Treibhauseffektes. Daher bezeichnet man den Anteil am gesamten Treibhauseffekt, den der Mensch durch sein Handeln verursacht, als menschengemachten oder anthropogenen Treibhauseffekt.

Der Beitrag des wichtigsten menschengemachten Treibhausgases, CO₂, zum anthropogenen Treibhauseffekt liegt bei etwa 55%, der von Methan bei etwa 15% (siehe Tabelle 1). Neben diesen gehören Distickstoffoxid (N₂O) sowie industriell erzeugte Gase wie Fluorkohlenwasserstoffe zu den relevantesten anthropogenen Treibhausgasen. Ozon (O₃) wird nicht direkt ausgestoßen, sondern entfaltet seine Wirksamkeit als Folgeprodukt u.a. bei der Verbrennung fossiler Energieträger. Wasserdampf ist das natürlich am stärksten konzentrierte Treibhausgas in der Atmosphäre. Der Mensch beeinflusst dessen Konzentration direkt durch den

Flugverkehr und indirekt durch die erwärmungsbedingte Veränderung des Wasserkreislaufs.

Aus der Analyse von Bohrungen im antarktischen Eis ist bekannt, dass die atmosphärische CO₂-Konzentration in den letzten 420.000 Jahren nie 290 ppm⁶ überschritten hat. Seit Beginn der Industrialisierung um 1750 – und damit der massiven Ausweitung oben skizzierter menschlicher Einflüsse – stieg die Konzentration von CO₂ jedoch um ca. 30% und betrug im Jahre 2003 bereits 375 ppm, mit einer jährlichen Zuwachsrate von etwa 1,5 ppm.⁷ Die Methankonzentration steigerte sich sogar um ca. 170%.⁸

Allerdings gibt es auch menschliche Handlungen, die einen kühlenden Effekt haben, beispielsweise die industriellen Emissionen von Schwefeldioxid (SO₂).⁹ Insgesamt aber überwiegt der Ausstoß erwärmend wirkender Treibhausgase deutlich (siehe Tabelle 2).

Tabelle 1: Die wichtigsten anthropogenen Treibhausgase

Spurengas	Anthropogene Herkunft	Derzeitige (und vorindustrielle) Konzentration	Konzentrationsanstieg pro Jahr	Anteil am anthropogenen Treibhauseffekt	Treibhauspotential pro Teilchen, CO ₂ = 1
Kohlendioxid (CO₂)	Verbrennung fossiler Energien; Waldrodungen und Bodenerosion; Holzverbrennung	ca. 375 (280) ppm	1,5 ppm	55%	1
Methan (CH₄)	Reisanbau; Viehhaltung; Erdgaslecks; Verbrennung von Biomasse; Mülldeponien; Nutzung fossiler Energien	ca. 1,745 ppm (0,7 ppm)	7,0 ppb	15%	ca. 23
Ozon (O₃)	Wird indirekt gebildet durch fotochemische Reaktionen; Verbrennung fossiler Energieträger durch Verkehrsmittel	ca. 0,02 ppm in Troposphäre (< 0,01) 5 - 10 ppm in Stratosphäre bei 30 km Höhe (8 - 10 ppm)	1%	7%	ca. 2.000
Distickstoffoxid (N₂O)	Verbrennen von Biomasse und fossilen Energieträgern; Düngemittleinsatz	0,31 (0,285) ppm	0,25%	5%	ca. 200-300
Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW)	Treibmittel in Sprühdosen; Beimengung im Leitungssystem von Kühlaggregaten, Isoliermaterial, Reinigungsmittel	ca. 0,003 (0) ppm	4%	5%	ca. 14.000
Wasserdampf (H₂O)	Verbrennungsprozesse: hochfliegende Flugzeuge	0,02 - 0,3 ppm in Troposphäre, 3 ppm in Stratosphäre	Anstieg durch Industrie und Flugverkehr	< 10%	k.A.

ppm (parts per million): Teilchen pro Million; ppb (parts per billion): Teilchen pro Milliarde; Prozent: Teilchen pro Hundert
 Quellen: Bender 2001: 37, DIW 2001, CDIAC 2005, IPCC 2001a: 38

⁶ ppm (parts per million): Teilchen pro Million
⁷ CDIAC 2005
⁸ IPCC 2001a
⁹ IPCC 2001a: 9

1.6 Belege für den menschlichen Einfluss auf das Klima

Klimaänderungen hat es in der Vergangenheit immer wieder gegeben. Sind jedoch die jüngsten Veränderungen des Klimas ohne den Einfluss des Menschen zu erklären? Prinzipiell sind auch Ursachen denkbar, die nicht auf den Kohlenstoffkreislauf und die Konzentration von Treibhausgasen zurückzuführen sind (siehe auch Tabelle 2). Änderungen der Erdparameter und unterschiedlich starke Sonnenaktivität lassen die Einstrahlung der Sonnenenergie schwanken, die auf die Erdoberfläche trifft. Vulkanausbrüche können eine Abkühlung bewirken, wenn große Mengen Asche in die Atmosphäre geschleudert werden, welche die Durchlässigkeit der Sonnenstrahlung verringern. Dies war beispielsweise in den Jahren 1991-1993 der Fall, die in Folge des Ausbruchs des philippinischen Vulkans Pinatubo relativ kühl waren.¹⁰ Auch können interne Wechselwirkungen und Rückkopplungsmechanismen zwischen Atmosphäre und Ozeanen wie z. B. das El-Niño-Ereignis das globale Klima über mehrere Jahre hinweg beeinflussen.

Laut IPCC kann die Erwärmung in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts aber nicht allein durch

natürliche Faktoren wie eine veränderte Sonnenaktivität erklärt werden. Vielmehr sieht das IPCC „neue und überzeugendere Hinweise dafür, dass der Großteil der in den letzten 50 Jahren beobachteten Erwärmung auf menschliche Aktivitäten zurückzuführen ist“.¹² Das internationale Wissenschaftlergremium stützt sich in seiner Aussage über die globale Klimaänderung durch den Menschen im Wesentlichen auf drei Pfeiler: die anthropogene Zunahme von Treibhausgasen (s. Seite 7), die hohe Korrelation zwischen globaler Mitteltemperatur und der Kohlendioxidkonzentration in der Vergangenheit (siehe Abbildung 5) sowie Hochrechnungen mit Klimamodellen.¹³

Die Analyse der so genannten Vostok-Eiskurve – Ergebnis von Eiskernbohrungen in der Arktis – zeigt für die letzten 160.000 Jahre eine gute Korrelation zwischen der Entwicklung der globalen Durchschnittstemperatur und der atmosphärischen CO₂-Konzentration.

Wenn man bei der Simulation der Temperaturentwicklungen der letzten eineinhalb Jahrhunderte sowohl die natürlichen Faktoren als auch die menschgemachten mit einbezieht, lässt sich der tatsächliche Temperaturverlauf sehr genau simulieren (siehe Abbildung 4). Die Simulation der natürlichen Entwicklung beschränkt sich dabei auf die Faktoren Variation der Solarstrahlung und Vulkanausbrüche. Die Simulation der mensch-

Tabelle 2: Großräumig wirksame Klimafaktoren und die zugehörigen Strahlungsantriebe und Temperatursignale (seit 1860)

Klimafaktor	Strahlungsantrieb	Signal ¹¹	Signalstruktur
Treibhausgase, TR (a)	2,1 bis 2,8 W/m ²	0,9 bis 1,3°C	Progressiver Trend
Sulfataerosol, SU (a)	-0,4 bis -1,5 W/m ²	-0,2 bis -0,4°C	Uneinheitl. Trend
Kombiniert, TR + SU (a)	0,6 bis 2,4 W/m ²	0,5 bis 0,7°C	Uneinheitl. Trend
Vulkanneruptionen	max. -1 bis -3 W/m ² *	-0,1 bis -0,2°C	Episodisch (1-3 Jahre)
Sonnenaktivität	0,1 bis 0,5 W/m ²	0,1 bis 0,2°C	Fluktuativ (+ Trend?)
El Niño/Southern Oscillation	-	0,2 bis 0,3°C	Episodisch

* Pinatubo-Ausbruch 1991: 2,4 W/m², 1992: 3,2 W/m², 1993: 0,9 W/m²
(a) anthropogen, Quelle: Schönwiese 2004: 8

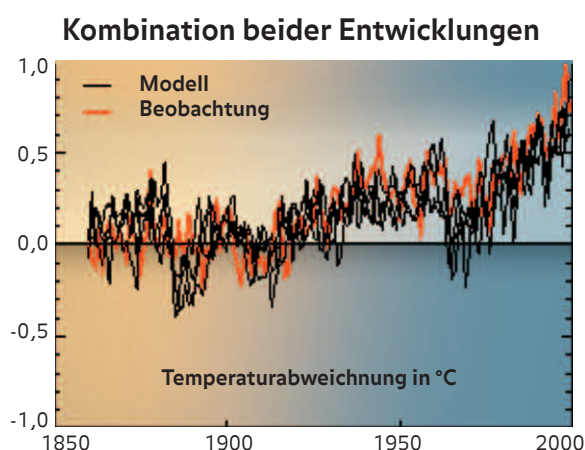
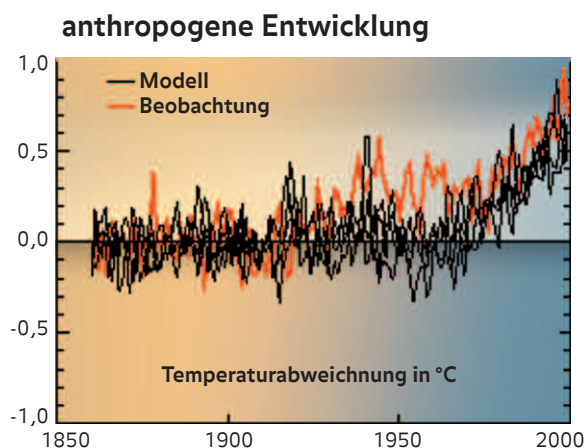
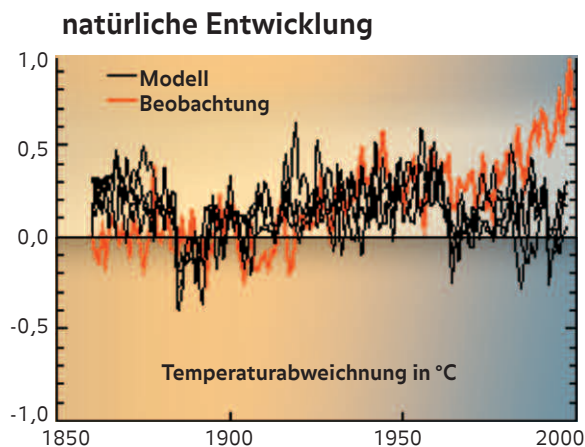
¹⁰ Schönwiese 2004: 8

¹¹ Die natürlichen internen Schwankungen des Klimas sind das „Rauschen“, gegenüber dem sich Klimaänderungen durch bestimmte externe Anstöße, ob durch natürliche Ursachen oder den Menschen, als „Signal“ abheben. Will man eine ungewöhnliche Klimaänderung wie z.B. die Erwärmung der letzten Jahrzehnte erklären, so muss man zunächst untersuchen, ob es sich dabei um ein Phänomen handelt, das sich signifikant von dem natürlichen „Rauschen“ des Klimas unterscheidet und nicht als natürliche interne Variabilität erklärt werden kann. Falls das so ist, muss man in einem zweiten Schritt versuchen, die Ursache des „Signals“ herauszufinden, also zu bestimmen, ob es durch natürliche oder anthropogene externe Antriebsfaktoren bedingt ist. (Kasang 2004)

¹² IPCC 2001a: 10.

¹³ vgl. auch IPCC 1996: 6; Graßl, 1998: 12; Bolin, 1998: 352

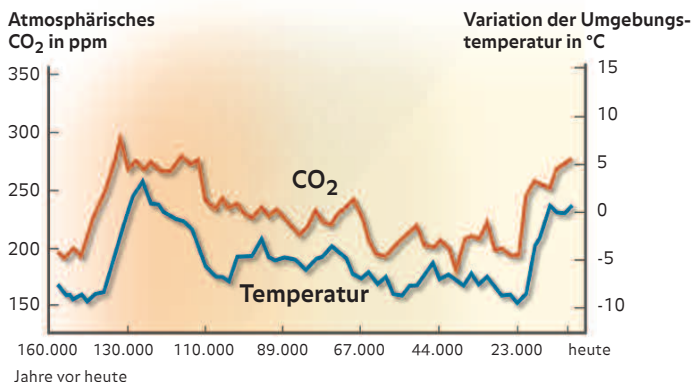
Abb. 4: Vergleich zwischen simulierten (mit natürlichen und anthropogenen Verursachern) und gemessenen Temperaturschwankungen seit 1860



Quelle: eigene Darstellung nach IPCC 2001a: 11

¹⁴ Für weitergehende Informationen zu dieser Debatte siehe Webseite des Umweltbundesamtes <http://www.umweltbundesamt.de/klimaschutz/faq.htm> – dort nehmen Fachwissenschaftler Stellung zu Argumenten, die häufig gegen einen signifikanten Einfluss des Menschen auf den Klimawandel vorgebracht werden.

Abb. 5: Korrelation von CO₂-Konzentration und Temperatur in der Vergangenheit



Die so genannte Vostok-Eiskurve zeigt eine enge Verbindung zwischen CO₂-Konzentration und Temperaturentwicklung während der letzten 160.000 Jahre, chemisch gemessen aus fossilen Luftbläschen im antarktischen Eis. Quelle: eigene Darstellung nach Weizsäcker 1999: 21

gemachten Entwicklung bezieht nur die Faktoren Treibhausgasemissionen und Emissionen von Sulfataerosolen (die eine abkühlende Wirkung haben) mit ein. Bereits die Simulation der menschgemachten Faktoren würde eine plausible Erklärung für den größten Teil der beobachteten Temperaturentwicklung liefern. Die Integration beider Faktorenbündel hingegen stellt eine noch größere Annäherung an die in der Realität beobachtete Entwicklung dar. Allerdings schließt dies nicht prinzipiell die Möglichkeit aus, dass noch weitere Faktoren eine begrenzte Rolle für den Temperaturanstieg gespielt haben könnten.

Die Betrachtung des Strahlungsantriebs unterschiedlicher großräumig wirksamer Klimafaktoren (Tabelle 2) und die daraus berechneten Temperatursignale unterstützen die Hypothese, dass der Mensch über die Treibhausgase einen deutlich größeren Einfluss auf die Temperaturveränderung seit 1860 genommen hat als natürliche Faktoren wie veränderte Sonnenaktivität oder Vulkaneruptionen. Insgesamt sind das demnach 0,5-0,7°C, was in etwa dem beobachteten Anstieg von 0,6°C im 20. Jahrhundert entspricht. Die natürlichen Klimasignale sind demgegenüber relativ klein sowie episodisch bzw. fluktuativ, haben also zu dem Langfristtrend der letzten 100 Jahre kaum beigetragen.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass der Einfluss des Menschen auf das Klima nicht mehr wissenschaftlich umstritten ist, sondern lediglich das genaue Ausmaß dieses Einflusses. Die Debatte mit den „Klimaskeptikern“ verschiebt sich aber zunehmend hin zu der Frage, wie dramatisch die Auswirkungen des Klimawandels ein werden.¹⁴

2. VERURSACHER DES MENSCHGEMachten TREIBHAUSEFFEKTS

Wie gezeigt wurde, greift der Mensch durch sein Handeln massiv in die chemische Zusammensetzung der Atmosphäre ein und ist somit fast zweifelsfrei der Hauptverursacher für den sich verstärkenden Treibhauseffekt der Erde. Allerdings ist nicht jeder Mensch oder jedes Land in gleicher Weise verantwortlich. Der Beitrag der verschiedenen Staaten und ihrer Bewohner zum Klimawandel war und ist sehr verschieden – v.a. wegen ihrer unterschiedlichen wirtschaftlichen, sozialen und technologischen Situationen.

■ 2.1 Welche Länder sind die Hauptverursacher von Treibhausgasemissionen?

Die Frage, welche Länder für welche Mengen an Emissionen verantwortlich sind, stellt sich sowohl für die Vergangenheit als auch für Gegenwart und Zukunft. Aus zwei Gründen ist der Blick in die Vergangenheit besonders wichtig. Erstens ist CO₂ ein rund 100 Jahre lang wirksames Treibhausgas, d.h. die Frage der Verantwortung für den heute bereits sichtbaren globalen Klimawandel ergibt sich aus den kumulierten Emissionen des letzten Jahrhunderts. Zweitens haben diejenigen Länder, die in der Vergangenheit einen besonders hohen Energieverbrauch und damit auch meist besonders hohe Treibhausgasemissionen hatten, von diesem Verhalten profitiert, indem sie Infrastruktur, Produktionsanlagen und Kapital aufgebaut haben. Dieser Reichtum verschafft ihnen einen deutlich größeren Handlungsspielraum, in die Entwicklung und Verbreitung klimafreund-

licher Energietechnologien zu investieren, als es in armen Ländern der Fall ist. Letztere erheben daher einen Anspruch auf „nachholende Entwicklung“ mit hohem Wirtschaftswachstum.

Abbildung 6 zeigt, dass die Industrieländer die Hauptverursacher des anthropogenen Treibhauseffektes sind, wenn man die im letzten Jahrhundert in der Atmosphäre durch den Menschen angehäuften Treibhausgase betrachtet. Mehr als die Hälfte (58%) entfallen alleine auf Europa und die USA, auf das Gebiet der ehemaligen Sowjetunion weitere 13,7%. Die Gesamtheit der so genannten Entwicklungsländer zeichnet hingegen nur für 21% der angehäuften CO₂-Emissionen verantwortlich.

■ ■ 2.2 Absolute u. Pro-Kopf-Emissionen der Länder heute

In den meisten Entwicklungsländern steigen die Treibhausgasemissionen heute stark an, was allerdings auch auf verschiedene Industrieländer zutrifft. Die USA sind absolut gesehen die Nation, die durch ihre CO₂-Emissionen mit Abstand am meisten zum Klimawandel beiträgt: Fast 25% des weltweiten CO₂-Ausstoßes gingen im Jahr 2002 auf ihr Konto. China ist mittlerweile zum zweitgrößten Emittenten geworden und stößt mit seinen rund 1,3 Milliarden Einwohnern etwa so viel CO₂ aus wie die 15 Länder der „alten EU“ mit ihren rund 380 Millionen Einwohnern. Danach folgen unter den Einzelstaaten Russland, Japan und Indien (siehe Abbildung 7).

Abb. 6: Kumulierte CO₂-Emissionen 1900-1999

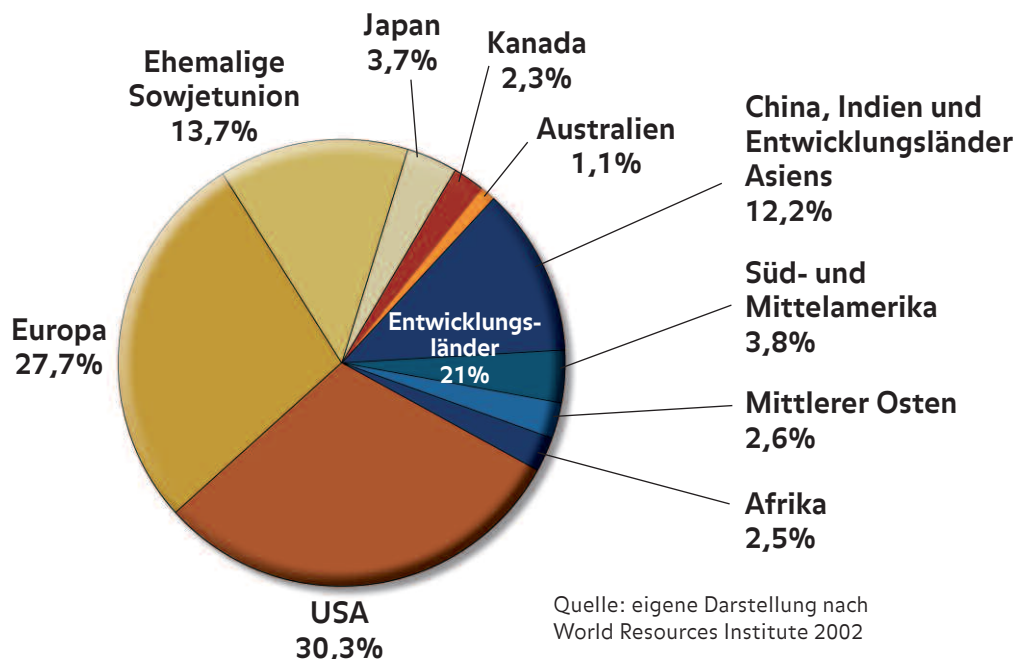
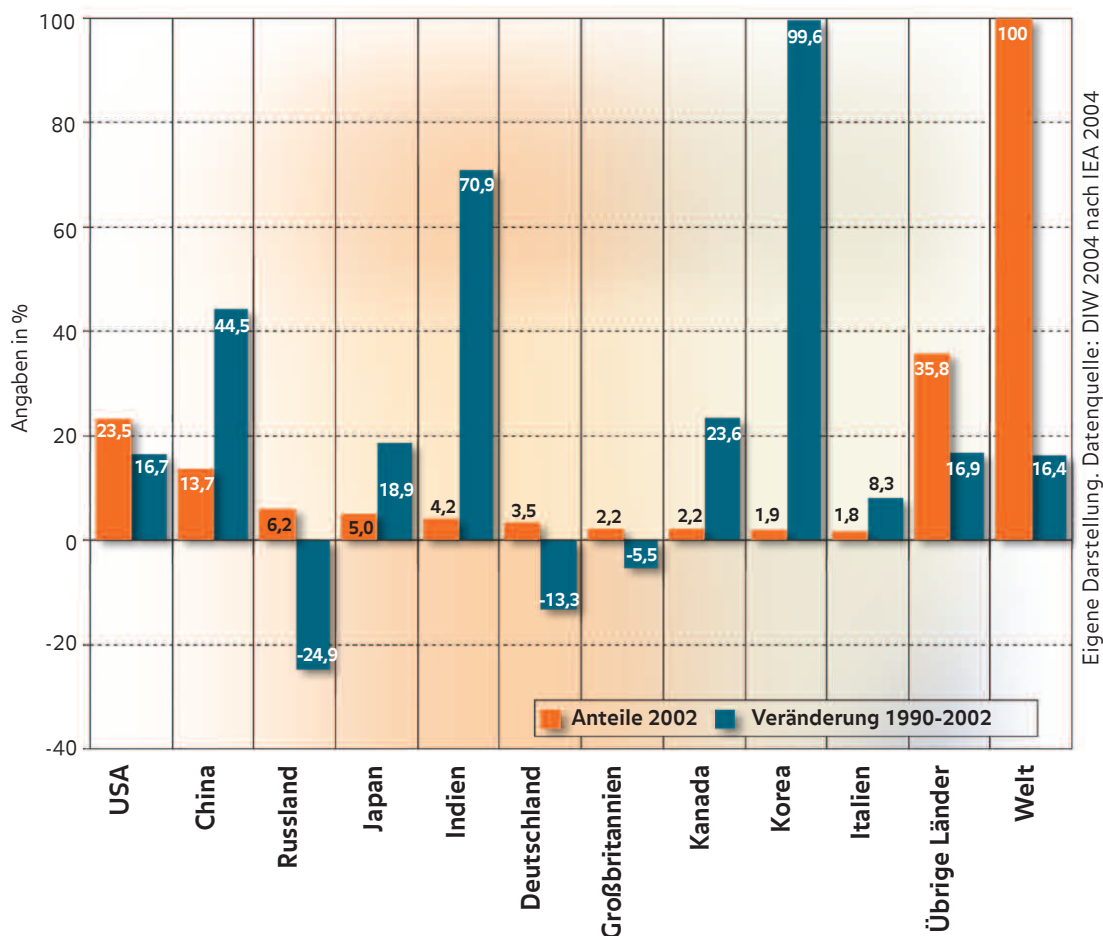


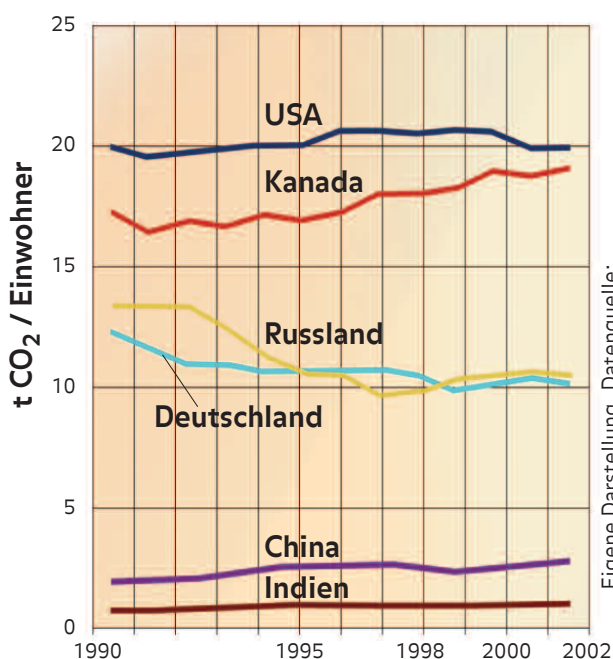
Abb. 7: Anteile an den weltweiten energiebedingten CO₂-Emissionen im Jahr 2002 sowie Veränderungen von 1990 bis 2002 in den zehn emissionsgrößten Ländern



Eigene Darstellung. Datenquelle: DIW 2004 nach IEA 2004

Unter dem Aspekt der Gerechtigkeit stellt sich jedoch weniger die Frage der Gesamtemissionen eines Landes, sondern eher die der Pro-Kopf-Emissionen. Abbildung 8 zeigt die Entwicklung in den 1990er Jahren für ausgewählte Länder. Hier liegen die USA und Kanada mit ca. 20 bzw. 18 t CO₂ im Jahr 2002 deutlich vorne. Zu beachten ist allerdings, dass einige der arabischen Golfstaaten noch weit höhere Pro-Kopf-Werte haben, Qatar ca. 60 Tonnen.¹⁵ In Deutschland und Russland sind mit dem deutlichen Gesamtrückgang auch sinkende Pro-Kopf-Emissionen verknüpft. Nichtsdestotrotz produziert jeder Deutsche im Durchschnitt immer noch etwa 10 t CO₂ pro Jahr. Die Betrachtung der Pro-Kopf-Werte relativiert auch die hohen Gesamtemissionen Chinas und Indiens. Als bevölkerungsreichste Länder der Erde mit über 1,3 Mrd. bzw. über 1 Mrd. Einwohnern haben sie zwar hohe absolute Emissionen, ihre Pro-Kopf-Emissionen liegen jedoch nur bei 2,5 bzw. 1 t CO₂ pro Jahr. Und diese Emissionen werden ganz überwiegend von einer Minderheit der chinesischen Bevölkerung erzeugt: Nur etwa 20% werden der „globalen Konsumentenklasse“ zugeordnet, die durch einen konsum- und ressourcenintensiven Lebensstil erhebliche CO₂-Emissionen verursacht.¹⁶

Abb. 8: Entwicklung der CO₂-Emissionen pro Einwohner zwischen 1990 und 2002 für 6 ausgewählte Länder



Eigene Darstellung. Datenquelle: Energy Information Administration 2004

¹⁵ IEA 2004: 104

¹⁶ Gardner/Assadourian/Sarin 2004: 43f

2.3 Emissionen nach Sektoren

Die derzeitige Erwärmung ist auf eine Reihe von Emissionsquellen zurückzuführen. Im Folgenden wird zunächst die globale Ebene¹⁷ betrachtet, dann die Verhältnisse in Deutschland.

Hauptfaktor für den energiebedingten Ausstoß von CO₂ im Jahr 2002 war der Sektor Elektrizität und Wärmeversorgung mit ca. 35%. Durch ein massives Wachstum in den letzten Jahren ist der Verkehrssektor mittlerweile die zweitgrößte Emissionsquelle im Bereich CO₂ geworden: dort entstehen ca. 23% der globalen CO₂-Emissionen. Der Zuwachs ist vor allem auf den Anstieg im internationalen Schiffs- und Flugverkehr zurückzuführen, mit Wachstumsraten von 27,6% bzw. 23,9% seit 1990. Die Bedeutung des Flugverkehrs für den Klimawandel ist allerdings wegen anderer klimarelevanter Emissionen in großer Höhe noch etwa zwei- bis viermal größer als die CO₂-Zahlen zum Ausdruck bringen (siehe auch Info-Kasten 6, S.30). Die Industrie ist als drittgrößter Emittent für ca. 17% verantwortlich – allerdings nutzt sie auch einen großen Teil des Stroms und ist für diese Emissionen indirekt mitverantwortlich.

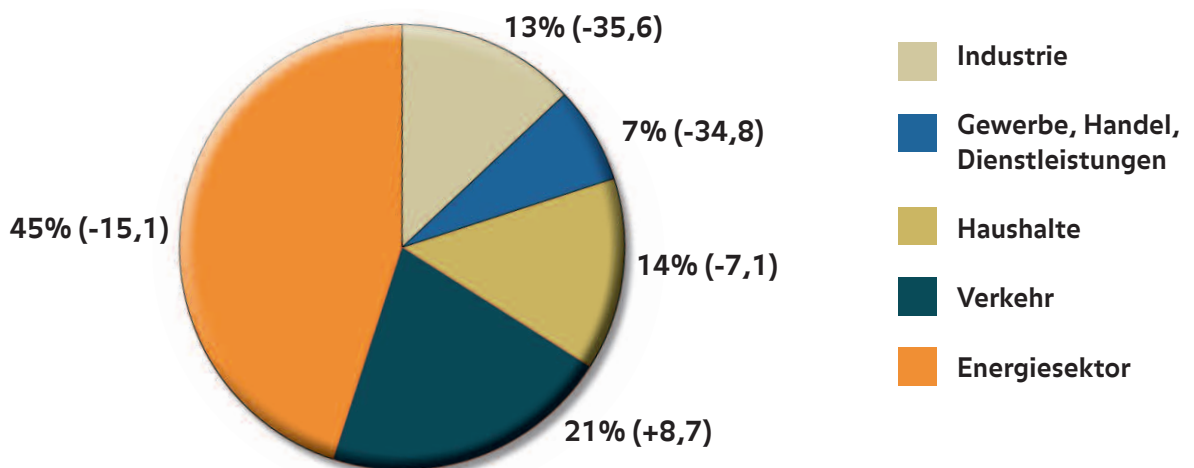
Die Änderung der Landnutzung (z. B. durch die Rodung tropischer Regenwälder) trägt jährlich schätzungsweise in einem Ausmaß zum Treibhauseffekt bei, das weiteren 30% der energiebedingten Emissionen entspricht.¹⁸ Auch die Landwirtschaft ist ein wichtiger Faktor für den anthropogenen Treibhauseffekt: Der überwiegende Anteil an den weltweiten anthropogenen Methanemissionen entsteht durch Nassreisfeldbau und

Rinderzucht.¹⁹ Da durch die Bereitstellung von Weideflächen oft ursprünglich bewaldete Gebiete gerodet werden, gehen zugleich wichtige CO₂-Senken verloren.

In diesem Zusammenhang kann man jedoch die Frage aufwerfen, ob alle Emissionen als prinzipiell qualitativ gleichwertig anzusehen sind oder ob man bei dem Vergleich nicht unterscheiden muss, zur Erfüllung welchen Zwecks die Emissionen verursacht werden. So sind z. B. die Emissionen, die durch Freizeitreiseverkehr entstehen, aus dieser Perspektive anders zu bewerten als beispielsweise der Methanausstoß, den asiatische Bauern durch den für sie überlebensnotwendigen Reis-anbau verursachen. Wengleich die zu dieser Frage teilweise verwendeten Begriffe „Luxus-Emissionen“ und „Überlebens-Emissionen“ nicht immer eindeutig definiert werden können, veranschaulichen sie doch gut die Rolle, welche die extrem unterschiedlichen Wohlstandsniveaus zwischen reichen und armen Staaten und Menschen für das Ausmaß der Treibhausgasemissionen und damit auch für die Vermeidungsmöglichkeiten spielt.

In Deutschland sind speziell der Energiesektor und der Verkehr die Hauptemissionsquellen (siehe Abbildung 9). Der Verkehr ist in diesem Kontext als „klimapolitisches Sorgenkind“ zu bezeichnen: Während in allen anderen Sektoren teilweise deutliche Reduktionen erzielt wurden, sind die Verkehrsemissionen zwischen 1990 und 2000 deutlich angestiegen. Seitdem sind die Emissionen des PKW-Verkehrs zwar leicht gesunken, der übrige Verkehr und sein Treibhausgasausstoß steigen jedoch weiterhin stark an, was insbesondere für den Flugverkehr gilt.

Abb. 9: Anteil der Sektoren an den energiebedingten Gesamt-CO₂-Emissionen Deutschlands im Jahr 2002 und Veränderung gegenüber 1990



In Klammern ergänzt ist die prozentuale Änderung der Emissionsmenge gegenüber 1990.
Quelle: eigene Darstellung nach UBA 2005.

¹⁷ Quelle für alle Daten hierzu: IEA 2004

¹⁸ IPCC 2001a: 188

¹⁹ IPCC 2001a: 250

2.4 Trends in den Treibhausgasemissionen

Wie aus den Daten der Internationalen Energieagentur (IEA) hervorgeht, ist gerade beim wichtigsten menschengemachten Treibhausgas, dem Kohlendioxid, der Wachstumstrend auf globaler Ebene ungebrochen. Zwischen 1990 und 2002 ist es zu einem Wachstum von 16,4% bei den CO₂-Emissionen gekommen (siehe Abbildung 7), der Trend hat sich in den letzten Jahren beschleunigt. In fast allen Weltregionen ist ein deutlicher Anstieg der Emissionen in dem besagten Zeitraum zu beobachten, wobei dieser natürlich auf stark unterschiedlichen Ausgangsniveaus aufbaut.

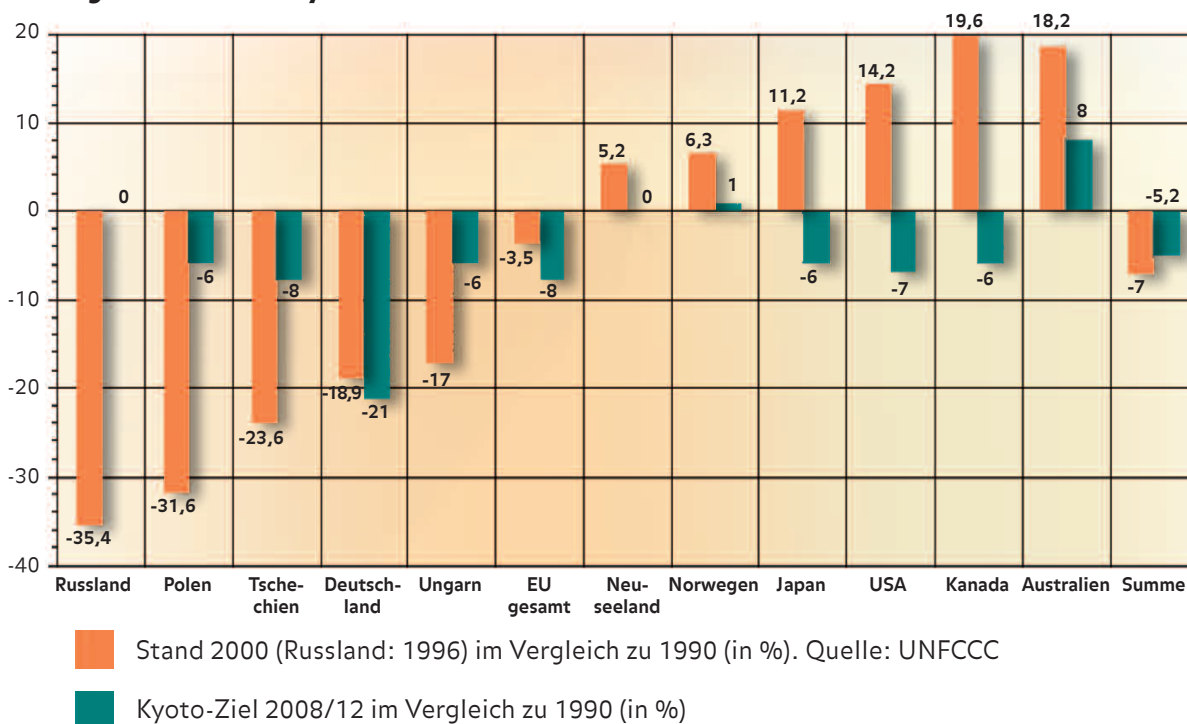
Im Kyoto-Protokoll haben sich die Industrieländer 1997 zu moderaten Emissionsminderungen bis 2012 gegenüber 1990 verpflichtet. Wie Abbildung 10 zeigt, sieht die Bilanz hinsichtlich der Erfüllung der Reduktionsziele je nach Land äußerst unterschiedlich aus.

Eine Reihe von Staaten befindet sich auf gutem Wege, die für 2012 vereinbarten Ziele zu errei-

chen. Hierzu zählen einige wenige westliche Industriestaaten wie z.B. Großbritannien (nicht in der Abbildung enthalten) oder Deutschland. Auch in den Staaten des ehemaligen Ostblocks ist es aufgrund der starken Umstrukturierung ihrer Wirtschaften nach 1990 zu einem starken Emissionsrückgang gekommen.

Bei den meisten westlichen Industriestaaten läuft hingegen das anhaltende Wachstum der Emissionen den vereinbarten Reduktionen stark entgegen. Dies gilt z.B. für Norwegen, Japan und Kanada, die das Kyoto-Protokoll völkerrechtlich verbindlich ratifiziert haben. USA und Australien hatten ihren Reduktionsverpflichtungen zwar ursprünglich zugestimmt, das Protokoll aber letztendlich bis heute nicht ratifiziert, so dass es für sie auch nach Inkrafttreten zumindest völkerrechtlich nicht verbindlich ist. Es ist möglich, dass die „Kyoto-Staaten“ in ihrer Gesamtheit die von ihnen zugesagte Reduktion bis 2012 erreichen. Da aber die Emissionen in den USA seit 1990 sehr stark angestiegen sind, ist schon jetzt klar, dass die Industrieländer insgesamt dann einen Anstieg und nicht eine Verringerung zu verkünden haben werden.

Abb. 10: Entwicklung der Treibhausgasemissionen ausgewählter Industrieländer im Vergleich zu den Kyoto-Zielen



Im Gegensatz zu Abbildung 7 und Abbildung 11 sind hier nicht alleine die CO₂-Emissionen aufgeführt, sondern die kombinierten Emissionen aller sechs im Kyoto-Protokoll geregelten Gase, zu denen neben Kohlendioxid und Methan auch Distickstoffoxid (N₂O), Schwefelhexafluorid (SF₆), wasserstoffhaltige (H-FKW) und perfluorierte Fluorkohlenwasserstoffe (FKW) gehören.

Quelle: eigene Darstellung nach Bundesumweltministerium 2003: 5.

2.5 Ursachen für Veränderungen des CO₂-Ausstoßes

In Marktwirtschaften lassen sich die energiebedingten CO₂-Emissionen errechnen als:

$$\text{CO}_2 = \text{Bevölkerung} \times \text{BSP pro Kopf} \times \text{Energie-} \\ \text{nutzung pro BSP-Einheit} \times \text{CO}_2\text{-Ausstoß pro} \\ \text{Energieeinheit}$$

Möchte man ihren zukünftigen Verlauf beeinflussen (siehe 5.8 unten), ergeben sich somit vier Ansatzpunkte. Dies gilt gleichermaßen für den Rückblick in die Vergangenheit. Abbildung 11 zeigt die Veränderung dieser Faktoren in sechs ausgewählten Ländern. Es lassen sich jeweils unterschiedliche Entwicklungen beobachten und ebenso unterschiedliche Erklärungen dafür benennen.

Der CO₂-Ausstoß ist in Deutschland und Großbritannien absolut gesunken. Der Rückgang lässt sich hier mit einer deutlichen Erhöhung der Energieproduktivität (d.h. ein verringerter Energiebedarf pro Einheit BSP) sowie einer Verringerung der CO₂-Intensität in der Energieversorgung bei stagnierender Bevölkerungszahl und einem nur moderaten Anstieg des Bruttosozialprodukts erklären. Im Falle von Deutschland wurden sehr große Energieeffizienzgewinne dadurch erzielt, dass viele ineffiziente Produktionsanlagen aus der DDR-Zeit stillgelegt und zum Teil durch sehr moderne Anlagen ersetzt wurden. Zusätzlich wurden aber auch viele weitere Maßnahmen für Energieeffizienz und die Nutzung von Erneuerbaren Energien ergriffen, die eine deutliche Wirkung entfaltet haben.

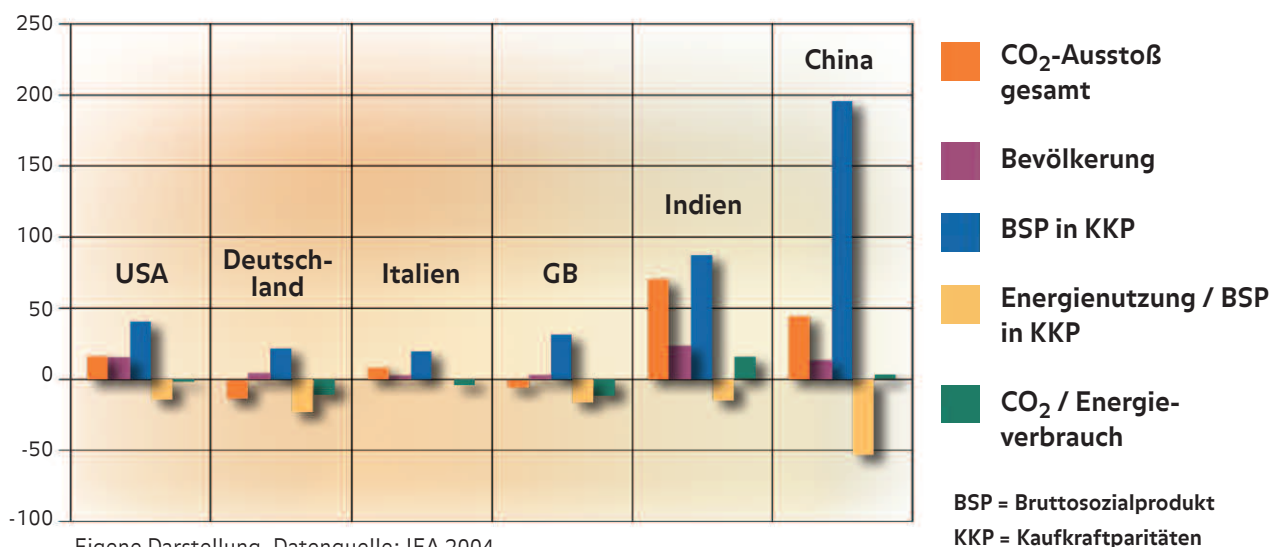
In Italien, Indien und den USA hat der CO₂-Ausstoß deutlich zugenommen, wenngleich un-

terschiedlich stark. Gleichzeitig sind sowohl in Indien als auch in den USA das Bruttosozialprodukt und die Bevölkerung deutlich angestiegen. Indien weist eine leichte Verbesserung der Energieproduktivität auf, aber eine relativ deutliche Erhöhung der CO₂-Intensität. Dies lässt sich sicherlich mit dem erhöhten Bedarf fossil erzeugter Elektrizität und mit einem Wachstum des Verkehrs erklären.

Der CO₂-Ausstoß Chinas hat sich seit 1990 um etwa 50% erhöht. Das Bruttosozialprodukt hat sich allerdings in der gleichen Zeit verdreifacht. Diese relative Entkopplung des CO₂-Ausstoßes vom Wirtschaftswachstum drückt sich in der signifikanten Verringerung der Energieintensität der Wirtschaft aus. Die CO₂-Intensität der Energienutzung hat sich hingegen nur leicht erhöht. Ein Hauptfaktor ist die umfangreiche Modernisierung und damit Effizienzverbesserung zahlreicher Kohlekraftwerke. Zudem fördert China seit einigen Jahren im größeren Maße die Verbreitung klimaschonender Erneuerbarer Energietechnologien. Allerdings ging diese Verbesserung von einer deutlich geringeren Effizienz aus. So ist die CO₂-Intensität des Bruttosozialprodukts Chinas heute immer noch ein Drittel höher als die Indiens.

Wirft man erneut einen Blick auf die Faktoren in der obigen Gleichung, so liegen für die Zukunft große Potenziale in der Verringerung der Energienutzung pro BSP-Einheit, z.B. durch effizientere Fahrzeuge, Produktionsanlagen etc., und im CO₂-Ausstoß pro Energieeinheit, z.B. durch Kraft-Wärme-Kopplung und Nutzung von weniger CO₂-intensiven Energieträgern bis hin zu Erneuerbaren Energien. Werden diese beiden Faktoren optimiert, so kann selbst bei einem Anstieg von Wirtschaftsleistung und Bevölkerung der CO₂-Ausstoß deutlich verringert werden.

Abb. 11: Prozentuale Änderung verschiedener Indikatoren 1990-2002 für sechs ausgewählte Länder



Eigene Darstellung. Datenquelle: IEA 2004

3. DER BLICK IN DIE ZUKUNFT:

SZENARIEN UND AUSWIRKUNGEN DES KLIMAWANDELS

Um abschätzen zu können, in welchem Ausmaß Treibhausgasemissionen verringert und Anpassungsmaßnahmen ergriffen werden sollen, werden wissenschaftlich fundierte Aussagen über die Auswirkungen des Klimawandels benötigt. Klimaforscher stellen hierfür sogenannte „Szenarien“

auf, d.h. sie legen zunächst unterschiedliche Grundannahmen über die Entwicklung von Bevölkerung, Technologien, Wirtschaft etc. fest und kommen dementsprechend zu einer Vielfalt möglicher „Zukunftsvorstellungen“, die dann als „Projektionen“ bezeichnet werden.

Info-Kasten 2: IPCC-Szenarien

Das UN-Klimawissenschaftlergremium IPCC hat in einem Sonderbericht mehr als 30 neue so genannte SRES-Szenarien²⁰ errechnet, welche die Grundlage für wesentliche Aussagen des Dritten IPCC-Sachstandberichts bilden. Für die Berechnungen wurden mögliche Entwicklungen im 21. Jahrhundert in den Bereichen Bevölkerungswachstum, ökonomische und soziale Entwicklung, Geschwindigkeit der Einführung neuer Technologien, Ressourcenverbrauch und Umweltmanagement berücksichtigt.

Diese Szenarien werden in die vier Hauptgruppen A1, A2, B1 und B2 unterteilt. Die Szenarien mit der Ziffer 1 gehen davon aus, dass sich die Welt „konvergent“ entwickelt, d.h. dass regionale Unterschiede stark abnehmen werden. Die Szenarien mit der Ziffer 2 gehen hingegen von weiterhin großen regionalen Unterschieden aus. Die B-Szenarien sind von der Annahme geprägt, dass die Leitgedanken Nachhaltigkeit und Gerechtigkeit die weltweite Entwicklung prägen werden – hiervon wird in den A-Szenarien nicht ausgegangen (siehe Tabelle 3). Dementsprechend wird in den B-Szenarien ein geringerer Anstieg der CO₂-Emissionen projiziert (siehe Abbildung 12).

Generell kommen alle Szenarien bei der Berechnung der Temperaturänderungen bis etwa 2030 zu ähnlichen Ergebnissen und laufen erst danach deutlich auseinander. Dieser Umstand mag auch darin begründet sein, dass die Atmosphäre etwa 30 Jahre Reaktionszeit benötigt, bis die aktuell messbaren Treibhausgase vollständig in allen Subsystemen wirken. Somit werden die Folgen derzeitiger Emissionen erst nach 2030 zu spüren sein, heutige Veränderungen der Temperatur sind die Konsequenz der Verbrennung fossiler Energieträger aus der Zeit vor über 30 Jahren.²¹

Tabelle 3: Die zugrundeliegenden Annahmen der Szenarien des IPCC Special Report on Emission Scenarios (SRES)

Szenarienfamilie	Leitgedanken	Technologien / wirtschaftliche Strukturen	Weltbevölkerung
A1	Konvergenz zwischen Regionen	Schnelles Wirtschaftswachstum, schnelle Einführung effizienter Technologien (A1FI: fossil-intensiv, A1T: nicht-fossil, A1B: gemischt)	Ab Mitte 21. Jh. abnehmend
A2	Heterogene Welt, Entwicklung aus eigener Kraft	Technologische Entwicklung und Wachstum der Pro-Kopf-Einkommen langsam und regional stark unterschiedlich	Kontinuierlich wachsend
B1	Konvergenz zwischen Regionen, Fokus auf Nachhaltigkeit + Gerechtigkeit	Schneller Wandel in Richtung Dienstleistungs- und Informationsökonomie, abnehmende Materialintensität, saubere + ressourcenschonende Technologien	Ab Mitte 21. Jh. abnehmend
B2	Heterogene Welt, Fokus auf Nachhaltigkeit + Gerechtigkeit	Entwicklung relativ langsam und sehr heterogen	Wachsend (aber langsamer als in A2)

Alle Szenarien gehen davon aus, dass keine völkerrechtlich verbindlichen Klimaschutzbemühungen unternommen werden.
Quelle: Eigene Darstellung nach IPCC 2001a

²⁰ nach: Special Report on Emission Scenarios, IPCC 2000

²¹ vgl. IPCC 2001a

(GtC)

000

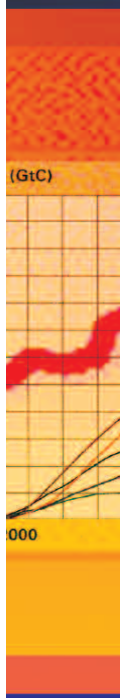
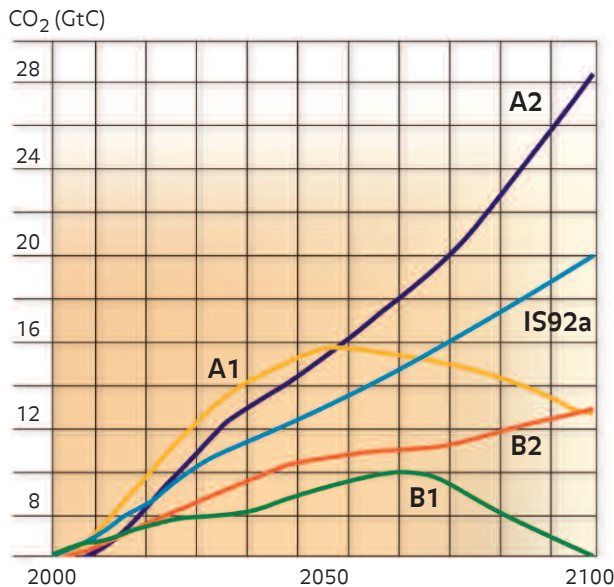


Abb. 12: Szenarien des CO₂-Ausstoßes bis zum Jahr 2100



Zur Erläuterung der A- und B-Szenarien siehe Text und Tabelle 3. Das IS92a-Szenario (Grundannahme: „Wir machen so weiter wie bisher“) stammt aus einem älteren Sachstandbericht und wurde lediglich zu Vergleichszwecken eingefügt.

Quelle: eigene Darstellung nach Münchner Rück 2004b: 65, nach IPCC 2001a

■ 3.1 Grundsätzliche Ergebnisse des Dritten IPCC-Sachstandberichts und neuerer Forschungen

Das IPCC hat in seinem Dritten Sachstandbericht verschiedene Klimaszenarien zusammengestellt (siehe Info-Kasten 2). Diese Szenarien zeigen die Bandbreite der zu erwartenden Entwicklung für den Fall, dass die Menschheit keine völkerrechtlich verbindlichen Klimaschutzbemühungen unternimmt, wie sie z. B. im Kyoto-Protokoll festgeschrieben wurden.

■ **Treibhausgase:** Die CO₂-Konzentration wird demnach im Jahr 2100 zwischen 540 und 970 ppm betragen (vgl. heute: ca. 375 ppm, siehe Tabelle 1). Neben den unterschiedlichen Grundannahmen der Szenarien rührt die große Bandbreite der Vorhersage in diesem Fall auch von der Unsicherheit über die Fortdauer der Senkenfunktion von Ozeanen und des tropischen Regenwaldes her.

■ **Temperatur:** Für den Zeitraum von 1990-2100 wird eine Erhöhung der mittleren globalen Erdoberflächentemperatur von 1,4 bis 5,8°C

projiziert. Dieser Wert ist etwa zwei- bis zehnmal höher als die beobachtete Erwärmung während des 20. Jahrhunderts. Die Erwärmung wird dabei voraussichtlich nicht gleichmäßig stattfinden, sondern über Landflächen besonders ausgeprägt sein. Auch ist davon auszugehen, dass die Temperaturen in den hohen nördlichen Breiten vor allem im Winter überdurchschnittlich ansteigen werden.

■ **Intensivierung des hydrologischen Kreislaufes:** Bei weltweiter Betrachtung ergibt sich eine Steigerung der Niederschlagssummen um 5-20%, da eine erwärmte Atmosphäre auch mehr Wasserdampf aufnehmen kann. Gerade beim Niederschlag ist jedoch ein stark räumlich differenziertes Bild zu erwarten. Häufig ist in solchen Gebieten, die bereits eine ausreichende Niederschlagsmenge erhalten, von einer deutlichen Steigerung auszugehen, die mit stärkeren Schwankungen der Regenmengen zwischen den einzelnen Jahren einhergeht. In Regionen, die bereits unter Wassermangel leiden, wird hingegen häufig eine Verschärfung erwartet, woran auch einzelne außergewöhnlich starke Niederschlagsereignisse nichts ändern. Folge des intensivierten hydrologischen Kreislaufs wird weiterhin insgesamt eine Änderung der Häufigkeit, Intensität und Dauer von Extremwetterereignissen sein (siehe 3.6 unten).

Welche Auswirkungen haben die zuvor genannten Szenarien nun für Mensch und Natur? Zu dieser Frage hat die Klimawissenschaft in jüngster Zeit die größten Fortschritte gemacht. Sehr deutlich wird: Je größer die Emissionen, desto größer die Risiken. „Klima, das Experiment mit dem Planeten Erde“ – dieser Titel einer großen Ausstellung im Deutschen Museum in München weist darauf hin, dass hier ein groß angelegtes Experiment mit Mensch und Natur im Gange ist. Die kommenden Generationen werden mit einer Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre leben müssen, wie dies noch keine Generation seit Entstehen der menschlichen Zivilisation gemacht hat. Überraschungen, in denen das Geo-Ökosystem als komplexes, nicht-lineares System schlagartig seinen Zustand ändert, sind möglich – niemand weiß allerdings genau, wo die Schwellen dafür liegen. Aber es ist bekannt, dass es in der klimageschichtlichen Vergangenheit immer wieder plötzliche, außerordentlich starke Veränderungen des Klimas gegeben hat. Dies legt nahe, dass es im Zusammenhang mit dem anthropogenen Klimawandel auch so etwas wie eine Art „Schwelle“ geben könnte, ab der bestimmte Veränderungen abrupt eintreten könnten.

In Artikel 2 der Klimarahmenkonvention (siehe auch 4.2 unten) haben sich fast alle Staaten der Erde – auch die USA – völkerrechtlich verbindlich

dazu verpflichtet, einen gefährlichen Klimawandel zu vermeiden. In der wissenschaftlichen Debatte wird immer häufiger ein Limit von 2°C Erwärmung gegenüber vorindustriellen Werten genannt, ab dem global intolerable Schäden oder unabsehbare Risiken zu erwarten sind.²² Diese Abschätzung betrifft u.a. die negativen Auswirkungen für Ökosysteme, die Nahrungsmittelproduktion und eine nachhaltige wirtschaftliche

Entwicklung. Neuen Studien zufolge darf die atmosphärische Treibhausgaskonzentration 400 ppm CO₂-Äquivalente nicht überschreiten, damit das Risiko eines 2°C-Temperaturanstiegs auf eine Wahrscheinlichkeit von weniger als 30% begrenzt werden kann (siehe Abbildung 13). Dies erfordert eine Verringerung der weltweiten Treibhausgasemissionen um rund 50% bis zum Jahr 2050 (siehe Abbildung 14).

Abb. 13 : Abschätzung der Wahrscheinlichkeit, mit der eine globale Erwärmung von 2°C überschritten wird, in Abhängigkeit vom CO₂-Stabilisierungsniveau

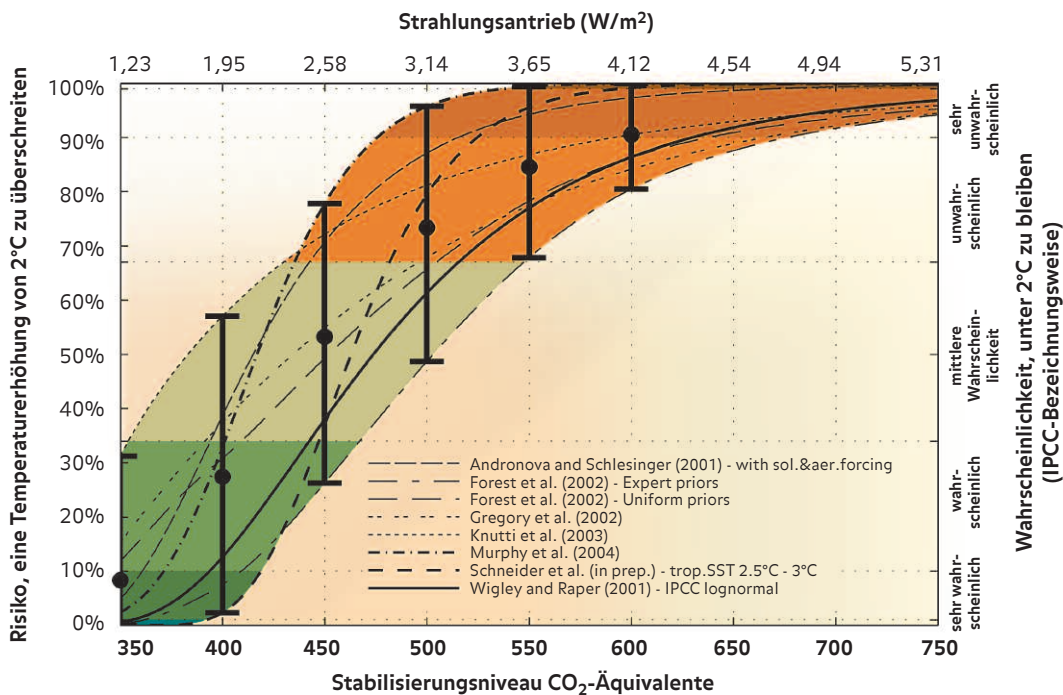
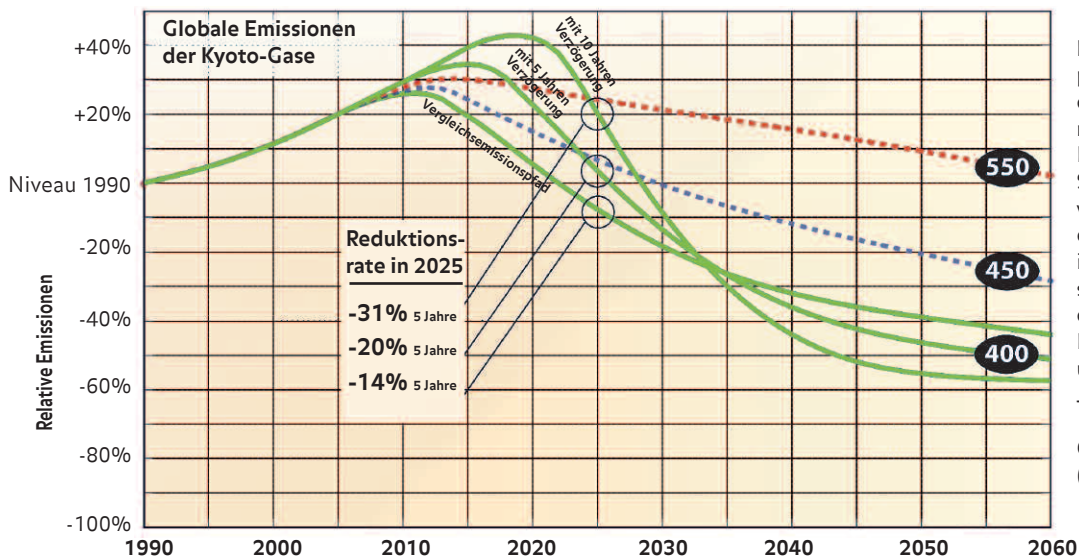


Abb. 14: Abschätzung der Emissionsreduktionen, die für das Erreichen von 400, 450 und 550 ppm Treibhausgaskonzentration (CO₂-Äquivalente) notwendig sind



²² WBGU 2003: 9; ECF/PIK 2004; EU-Kommission 2005

■ ■ 3.2 Abschmelzen der Gletscher- und Eisflächen

Der Rückzug von Gletschern und Eisflächen ist bereits jetzt ein weltweit zu beobachtendes Phänomen. Die Eisbedeckung auf dem Kilimandscharo (Tansania) hat sich seit 1912 um 82% verringert, bis 2020 wird mit einem kompletten Verlust des Eises gerechnet.²³ Die Alpengletscher haben seit Mitte des 20. Jahrhunderts mehr als 60% ihrer Masse eingebüßt.²⁴

Der Rückgang der Gletscher wird sich allen Szenarien zufolge insgesamt noch verschärfen. Für Grönland beispielsweise geht man davon aus, dass ein deutliches Abschmelzen des Inlandeises ab einer Erwärmung um 2°C gegenüber dem vorindustriellen Wert einsetzen würde, ein fast kompletter Verlust des arktischen Sommereses wird bei mehr als 2,5° Temperaturerhöhung für möglich gehalten.²⁵

Mit dem Rückzug der Gletscher gehen meistens wichtige Wasserspeicher für Sommer- bzw. Trockenzeit der umliegenden Regionen verloren, so z.B. in den europäischen Alpen oder im Himalaja. Gletscherschmelze und das Auftauen von Permafrostböden bergen zudem neue Gefahren für Mensch und Natur in Gebirgsregionen. Hangrutschungen, Erosion oder Ausbrüche von neu entstandenen Gletscherseen²⁶ können die Folge sein.

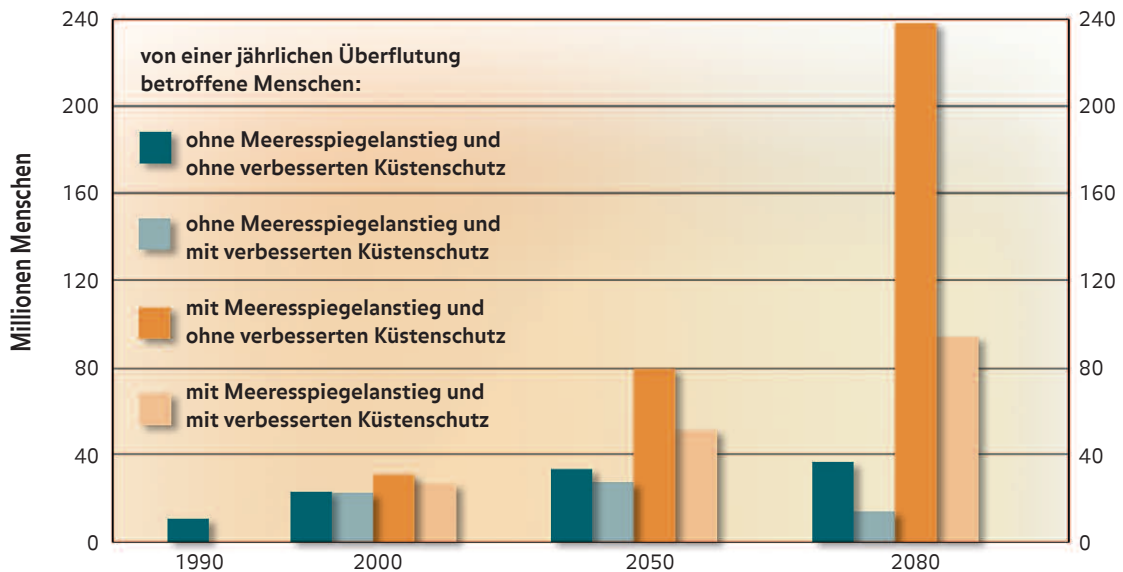
Von der Gletscherschmelze sind nur wenige Regionen und Gebiete ausgenommen, u.a. in Norwe-

gen, Neuseeland oder der Antarktis. Für die Antarktis z. B. wird zunächst von einer Zunahme der Eisfläche ausgegangen, da dort wegen erhöhter Lufttemperatur mehr Niederschlag fällt.²⁷ Allerdings deuten neuere Studien darauf hin, dass ab einer weltweiten Temperaturerhöhung von 2,5 bis 3°C der Westantarktische Eisschild auseinanderbrechen könnte, was einen Meeresspiegelanstieg von fünf bis sechs Meter zur Folge hätte.²⁸

■ ■ ■ 3.3 Anstieg des Meeresspiegels

Der zweite Grund für das Ansteigen des Meeresspiegels ist – neben dem Abschmelzen von Landeis – die Ausdehnung des Meereswassers infolge der Erwärmung.²⁹ Die Risiken, die mit einem steigenden Wasserstand an den Küsten einhergehen, sind vielfältig und betreffen vor allem kleine Inselstaaten wie z.B. Tuvalu im Pazifik³⁰ und flachliegende küstennahe Bereiche, darunter dicht besiedelte Küsten- und Deltaregionen wie z.B. in Bangladesch³¹ oder in Ägypten. Ungefähr 20% der Weltbevölkerung wohnen nicht weiter als 30 km von der Küste entfernt, etwa 40% nicht weiter als 100 km.³² Für sie bedeutet ein Anstieg des Meeresspiegels eine Gefährdung ihres Siedlungs-, Lebens- und Wirtschaftsraumes, z. B. durch den Verlust von Land, das Versalzen von Trinkwasser oder durch die Zerstörung wertvoller Ökosysteme wie z.B. Korallenriffe, die Lebensraum für unzählige Meerestiere bieten.

Abb. 15: Anzahl der jährlich von Überflutung betroffenen Menschen bei verschiedenen Szenarien des Meeresspiegelanstiegs und des Küstenschutzes



Quelle: eigene Darstellung nach:
<http://www.hamburger-bildungs-server.de>, nach: Nicholls et al. 1999

23 OECD 2003: 38

24 Maisch/Haeberli 2003

25 ECF/PIK 2004

26 vgl. Horstmann 2004

27 IPCC 2001a: 16

28 ECF/PIK 2004: 4

29 IPCC, 2001a: 10

30 vgl. Ralston et al. 2004

31 vgl. Butzengeiger/Horstmann 2004

32 IPCC 2001b: 347

Laut Projektionen des letzten IPCC-Sachstandsberichts wird der globale durchschnittliche Meeresspiegel von 1990 bis 2100 gemäß der gesamten Spannweite der Emissionsszenarien um 11 bis 88 cm ansteigen, jedoch mit bedeutenden regionalen Schwankungen. Wenn der Temperaturanstieg in diesem Jahrhundert 3°C überschreitet, würde neuen Studien zufolge der Anstieg des Meeresspiegels bis zum Jahr 2300 wahrscheinlich 3-5 Meter betragen.³³ Dies ist zwar ein sehr langer Betrachtungszeitraum, verdeutlicht aber die drastischen Konsequenzen, welche die von der heute lebenden Generation in Gang gesetzten Prozesse für künftige Generationen haben können. Auf diese Szenarien kann sowohl mit einer Verringerung der Treibhausgasemissionen (was dann einen geringeren Meeresspiegelanstieg erwarten lässt) als auch mit verbessertem Küstenschutz reagiert werden – Abbildung 15 zeigt, welchen Erfolg man sich von diesen Maßnahmen verspricht.

■ ■ ■ ■ 3.4 Abschwächung der Meeresströmung im Nordatlantik

Der Nordatlantikstrom – der verlängerte Arm des Golfstroms – könnte durch eine globale Temperaturerhöhung massiv beeinträchtigt werden. Dies hätte erhebliche Konsequenzen, vor allem für Mittel- und Nordeuropa. Dort sorgt er nämlich normalerweise für ein relativ mildes Klima, indem er warmes Wasser aus dem Golf von Mexiko wie über ein Transportband in den Nordatlantik bringt. Physikalischer Motor für dieses Transportband sind Dichteunterschiede des Wassers. Auf dem Weg nach Norden wird das Wasser durch die kälteren Temperaturen schwerer. Der hierdurch ausgelöste Absinkprozess zieht das nachfolgende wärmere Wasser nach Norden, während das kältere Tiefenwasser wieder nach Süden strömt.

Im Zuge der globalen Erwärmung werden zwei Entwicklungen erwartet, die zu einer Verringerung der Dichte (und damit auch der Tendenz zum Absinken) des Meerwassers im Nordatlantik führen würden: zum einen die Erwärmung des Meerwassers, zum anderen die Verringerung des Salzgehalts durch eine Zunahme der Niederschläge im Nordatlantikraum und durch das verstärkte Abschmelzen des Grönlandeises.

Als Konsequenz wird sich der Nordatlantikstrom voraussichtlich abschwächen, im Extremfall könnte er sogar vollständig ausfallen. Experten schät-

zen, dass bei einem globalen Temperaturanstieg von 1 bis 3 Grad die Eintrittswahrscheinlichkeit für ein solches dramatisches Ereignis nur bei einigen Prozent liegt. Bei einer Temperaturerhöhung von 4 bis 5 Grad in diesem Jahrhundert, die angesichts der weltweiten Emissionstrends durchaus im Bereich des Möglichen liegt, schätzen einige Fachleute allerdings, dass die Wahrscheinlichkeit auf 50 Prozent steigen könnte.³⁴

Die Folge wäre ein verminderter Wärmetransport aus dem Golf von Mexiko nach Nord- und Mitteleuropa mit der Konsequenz einer möglicherweise drastischen Abkühlung. Ob dieser Effekt nur den Temperaturanstieg in Europa abschwächt, also nur zu einer relativen Abkühlung führt,³⁵ oder ob er gegenüber den heutigen Temperaturen sogar zu einer absoluten Abkühlung führen würde, ist wissenschaftlich noch ungeklärt.³⁶ In jedem Fall ist davon auszugehen, dass sowohl eine relative als auch eine absolute Abkühlung eine erhebliche Belastung für Mensch und Ökosysteme in Europa bedeuten würde. Denn Anpassungsprozesse, die dann über Jahrzehnte in Richtung Erwärmung gewirkt haben werden, müssten plötzlich ihre Richtung wechseln. Würde die Ozeanzirkulation große Mengen an Wärme nicht mehr nach Europa sondern in andere Regionen der Erde leiten, so wäre dort dann mit einer zusätzlichen Temperaturerhöhung zu rechnen. Diese könnte die Folgen der ohnehin stattfindenden Erwärmung noch verschlimmern würde.

Die Nordatlantische Zirkulation ist zudem für die Nährstoffversorgung in vielen Küstenregionen verantwortlich, da durch die Zirkulation laufend nährstoffreiches Wasser aus der Tiefe an die Oberfläche gezogen wird. Eine Verlangsamung oder das Abbrechen der Zirkulation zöge an einigen Stellen eine Nährstoffverarmung und damit einen Wandel der dortigen marinen Ökosysteme mit sich. Die resultierende Veränderung der Fischverteilungen beträfe vor allem die Menschen, die direkt vom Fischfang leben. Eine Abschwächung bzw. ein Zusammenbruch der nordatlantischen Zirkulation hätte zudem erhebliche Auswirkungen auf den Meeresspiegel, die CO₂-Aufnahme des Ozeans und marine Ökosysteme.

■ ■ ■ ■ 3.5 Verschiebung der Klimazonen und Verlust von Ökosystemen

Bei zunehmender Temperatur wird es zu einer Verschiebung der Klimazonen kommen, mit der auch eine Bedrohung von Ökosystemen und Arten einhergeht. Die geografische Ausdehnung, das Ausmaß der Schäden und die Anzahl der betroffe-

³³ ECF/PIK 2004: 2

³⁴ ECF/PIK 2004

³⁵ nach: IPCC 2001a

³⁶ Rahmstorf 2003

(GtC)

000

nen Ökosysteme steigen dem IPCC zufolge sowohl mit Ausmaß als auch Geschwindigkeit des Klimawandels.³⁷ In Zusammenhang mit der im 20. Jahrhundert identifizierten globalen Temperaturerhöhung haben Pflanzen- und Tierpopulationen mit einer polwärtigen Verschiebung um etwa 6 km pro Jahrzehnt reagiert.³⁸ Eine Migration kompletter Ökosysteme gilt als sehr unwahrscheinlich, die Zusammensetzung und Dominanz bestimmter Arten wird sich aber verändern. Es gilt als sicher, dass in den meisten Fällen diese Veränderungsprozesse hinter der Geschwindigkeit des Klimawandels zurück bleiben werden.³⁹ Dies gilt besonders für langlebige Arten, die sich nur sehr langsam anpassen können. Bei einem Anstieg von mehr als 2°C über das vorindustrielle Niveau werden sich wahrscheinlich mehr als 20% der weltweiten Ökosystemfläche verschieben, wobei in einigen Regionen mit weit höheren Werten zu rechnen ist.⁴⁰ Es besteht die Gefahr, dass einige Schutzgebiete von weltweiter Bedeutung infolge des Klimawandels den überwiegenden Teil ihrer Fläche verlieren. Besonders gefährdet ist die arktische Fauna in Folge einer rapiden Abnahme des arktischen Seees.⁴¹

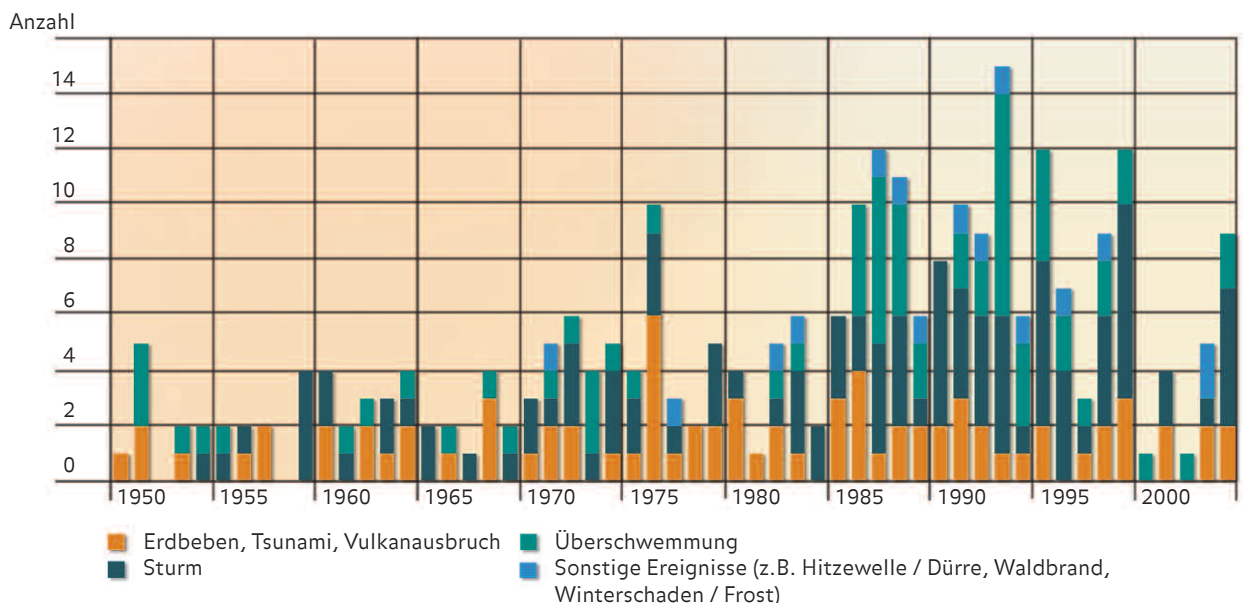
Das Aufeinandertreffen der durch den Klimawandel erwarteten Auswirkungen mit bestimmten

(anderen) menschlichen Aktivitäten verschärft in vielen Fällen die Problemlage zusätzlich. So könnte das Zusammenspiel einer Temperaturerhöhung von mehr als 2°C mit der Entwaldung und Fragmentierung des Amazonas-Regenwaldes vor allem im Nordosten Brasiliens auf der Fläche des heutigen Regenwaldes Savanne und Wüste entstehen lassen. Die Wahrscheinlichkeit für das Eintreten einer solchen Entwicklung lässt sich derzeit noch nicht genauer abschätzen. Die Folgen für die dort lebenden Menschen, für die Artenvielfalt und die regionale wirtschaftliche Entwicklung wären dramatisch. Nicht zuletzt würden große Mengen des in der Vegetation gebundenen Kohlenstoffs freigesetzt und damit der Treibhauseffekt zusätzlich verstärkt.⁴²

3.6 Extreme Wetterereignisse

Extreme Wetterereignisse wie Überflutungen, Dürre, tropische Zyklone oder extrem hohe oder niedrige Temperaturen haben meistens weitreichende Folgen für ganze Regionen und sind oft Ursache für zahlreiche Todesopfer und hohe ökonomische Schäden. Es ist zwar aus Gründen der

Abb. 16: Weltweite Entwicklung der Anzahl von Großkatastrophen⁴⁴



Quelle: eigene Darstellung nach Münchener Rückversicherung 2005: 15

³⁷ IPCC 2001b: 11
³⁸ Parmesan & Yohe 2003
³⁹ IPCC 2001b: 11
⁴⁰ WBGU 2003: 12
⁴¹ WBGU 2003: 12
⁴² ECF/PIK 2004: 4
⁴³ IPCC 2001b: 7

⁴⁴ Als "groß" werden Naturkatastrophen in Anlehnung an Definitionen der Vereinten Nationen bezeichnet, wenn die Selbsthilfefähigkeit der betroffenen Regionen deutlich überschritten wird und überregionale oder internationale Hilfe erforderlich ist. Dies ist in der Regel dann der Fall, wenn die Zahl der Todesopfer in die Tausende, die Zahl der Obdachlosen in die Hunderttausende geht; oder wenn die volkswirtschaftlichen Schäden - je nach den wirtschaftlichen Verhältnissen des betroffenen Landes - bzw. die versicherten Schäden außergewöhnliche Größenordnungen erreichen. (Münchener Rück 2005: 14)

Logik niemals möglich, einen eindeutigen Zusammenhang zwischen einem einzelnen Extremwetterereignis und dem menschengemachten Klimawandel herzustellen, da ja Aussagen über das Klima die Betrachtung eines mindestens 30jährigen Zeitabschnitts voraussetzen. Der Trend der Anzahl und Heftigkeit von Wetterereignissen – nicht das Einzelereignis für sich genommen – ist für Beschreibungen des Klimas relevant. Das IPCC hält einen Anstieg der Intensität von klimatisch bedingten Extremereignissen in vielen Regionen für wahrscheinlich,⁴³ was wiederum die Wahrscheinlichkeit von Wetterkatastrophen erhöht.

Der Münchener Rückversicherung zufolge waren die Auswirkungen von extremen Wetterereignissen im Jahr 2004 außergewöhnlich.⁴⁵ Allein eine ungewöhnliche Hurrikansaison in der Karibik und den USA hat volkswirtschaftliche Schäden

von 60 Mrd. US-Dollar verursacht sowie mehr als 1.500 Menschenleben (v.a. in Haiti) gefordert. Vor der Küste Brasiliens im Südatlantik wurde zum allerersten Mal ein Hurrikan registriert.⁴⁶ Da Hurrikans nur ab einer bestimmten Wassertemperatur entstehen können, ist dies ein deutliches Anzeichen für die Meereseerwärmung. Diese Beispiele bestätigen den Trend der letzten Jahrzehnte (siehe Abbildung 16), der einen Anstieg der Wetterkatastrophen (Sturm, Überschwemmung etc.) zeigt. Mit einer weiteren Häufung und Intensivierung von außergewöhnlichen Wetterereignissen als Folge des anthropogen verursachten Klimawandels wird von Seiten des IPCC gerechnet. Hierdurch – aber auch aufgrund zunehmender Verletzlichkeit in vielen Regionen (siehe Info-Kasten 3) – ist mit einem entsprechenden Anstieg von Schäden und Todesopfern zu rechnen.

Info-Kasten 3: Was ist eine Wetterkatastrophe?

Sturm ist nicht gleich Sturm, denn es kommt darauf an, wo der Sturm stattfindet. Eignet sich ein Sturm in der Wüste, so wird in der Regel nicht von einer Wetterkatastrophe gesprochen, weil kein Mensch davon betroffen ist. Zu einer Katastrophe wird ein Sturm erst dann, wenn er z.B. über eine Küstenregion hinwegzieht, wo er auf viele Menschen und deren Sachgüter trifft und Schaden anrichtet.

Wetterkatastrophen ereignen sich demnach dort, wo extreme Wetterereignisse auf eine dafür anfällige Gesellschaft treffen. Eine Zunahme an Wetterkatastrophen kann somit zwei wesentliche Ursachen haben: 1. Eine tatsächliche Zunahme extremer Wetterereignisse und 2. eine Erhöhung der Vulnerabilität (Verletzlichkeit) wegen nicht ausreichend eingeführter Schutzmaßnahmen bzw. einer nicht-angepassten Lebensweise des Menschen an seine Umgebung. Dies kann die Besiedlung bisher wenig genutzter, ökologisch sensibler Räume umfassen, Umwelteingriffe (z.B. erosionsanfällige Böden nach Abholzung; größeres Hochwasserrisiko nach der Begradigung von Flüssen) oder aber auch den Anstieg der Bevölkerung in Gebieten klimatischer Risikozonen (siehe auch 5.6 unten).

3.7 Gefährdung von Ernährungssicherung und landwirtschaftlicher Produktion

Das Klima ist für die Ernährungssicherheit ein sehr wesentlicher Faktor, da die Landwirtschaft stark von Temperatur und Wasserverfügbarkeit abhängt. Nutzpflanzen verfügen über unterschiedliche Möglichkeiten, sich an Klimaveränderungen anzupassen. Die Reaktion landwirtschaftlicher Systeme insgesamt auf Klimaveränderungen wird u.a. bestimmt durch Temperatur, Niederschlag,

CO₂-Düngeeffekt und sozioökonomische Rahmenbedingungen wie Marktzugang, Technologie oder die Verfügbarkeit von Ressourcen, die für die Anpassung notwendig sind.⁴⁷

In gewissem Maße wird von einer steigenden CO₂-Konzentration ein „Düngeeffekt“ für das Wachstum bestimmter Pflanzen erwartet, der aber die Auswirkungen wachsenden Temperaturstress nicht unbedingt aufwiegt. Während das Wachstum so genannter C3-Pflanzen wie Weizen, Soja und Reis von einem erhöhten CO₂-Gehalt in der Atmosphäre wahrscheinlich profitieren wird, ist das bei vorwiegend in Entwicklungsländern angebauten so genannten C4-Pflanzen wie Mais, Sorghum, Hirse und Zuckerrohr nicht der Fall.⁴⁸

⁴⁵ Münchener Rück 2004a

⁴⁶ Swiss RE 2004: 3

⁴⁷ WBGU 2003: 14

⁴⁸ Nisbet, 1994: 173

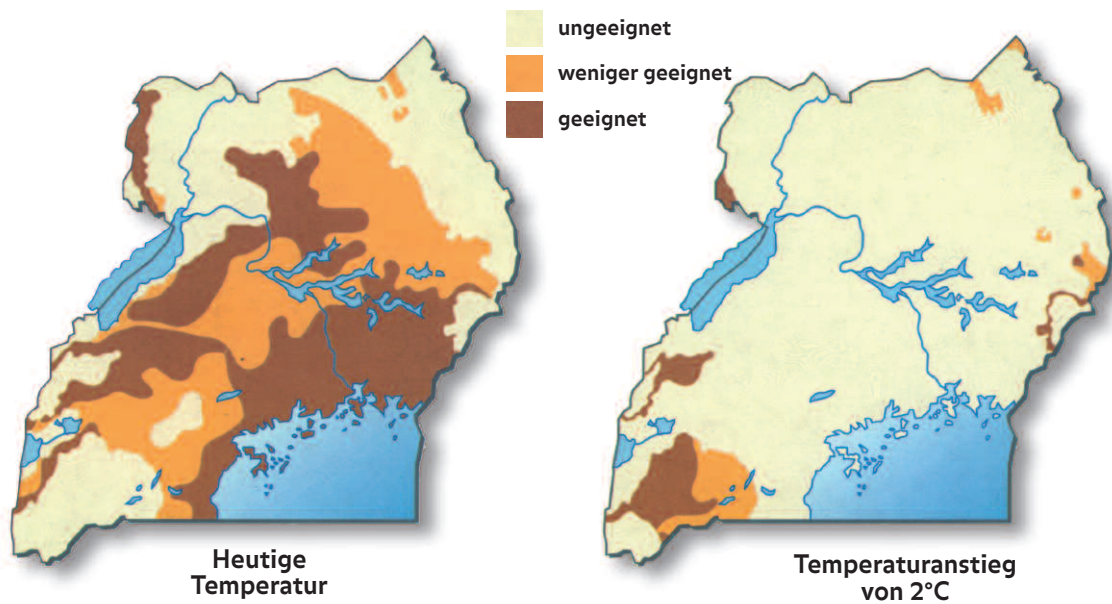
Bei einem Temperaturanstieg von 2 bis 2,5°C entstehen für die Ernährungssicherheit in Afrika, Russland und möglicherweise China große Risiken. Auf dem indischen Subkontinent besteht ein signifikantes Risiko für die Ernährungssicherung bei einem Temperaturanstieg von mehr als 2,6°C gegenüber der vorindustriellen Zeit. Ein Anstieg von mehr als 2°C würde in den meisten südasiatischen Ländern die Möglichkeit des Weizenanbaus drastisch einschränken.⁴⁹

Der Klimawandel birgt vielerorts aber auch Risiken für die landwirtschaftliche Produktion, die zwar nicht der Ernährungssicherung im eigenen Land dient, aber dem Export und damit einer wichtigen Einnahmequelle. Beispielsweise ist bei einem

Temperaturanstieg von 2°C zu befürchten, dass in Uganda nur noch auf einem sehr kleinen Teil der Landesfläche der Anbau von Kaffee – Exportgut Nummer eins des Landes – möglich sein wird (siehe Abbildung 17).

Während bei einer nur moderaten Temperaturerhöhung die Landwirtschaft vieler entwickelter Länder in den mittleren Breiten eher profitieren dürfte, wird oberhalb einer Erhöhung von 2-3°C auch mit Nettoverlusten der globalen Nahrungsmittelproduktion gerechnet.⁵⁰ Insgesamt ist eine Zunahme der globalen Ungleichheit zu erwarten, da die Entwicklungsländer am stärksten negativ betroffen sein werden.

Abb. 17: Auswirkungen des Temperaturanstiegs auf den Kaffeeanbau in Uganda
Klimawandel zerstört Entwicklung



Quelle: eigene Darstellung nach Simonett 1989

3.8 Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit

Viele der zuvor geschilderten Folgen des Klimawandels haben eine unmittelbare Auswirkung auf die Gesundheit des Menschen. Zum einen können die Auswirkungen den Menschen direkt treffen, z.B. durch abnehmende Trinkwasservorräte oder

Extremereignisse wie die Hitzewelle im Sommer 2003 in Westeuropa, bei der über 20.000 Menschen ums Leben gekommen sind.⁵¹ Auch bei einem nur relativ geringen Temperaturanstieg ist mit einer starken Zunahme an Hitzewellen zu rechnen. Der Sommer 2003 könnte dafür ein Vorgeschmack gewesen sein. Er war der wärmste in Westeuropa seit mindestens 500 Jahren, in den am stärksten betroffenen Gebieten in Zentralfrankreich war es bis zu 10° C wärmer als im gleichen Monat des Jahres 2001, dessen Sommer als

⁴⁹ ECF/PIK 2004: 5
⁵⁰ WBGU 2003:14
⁵¹ Münchener Rück 2004: 25

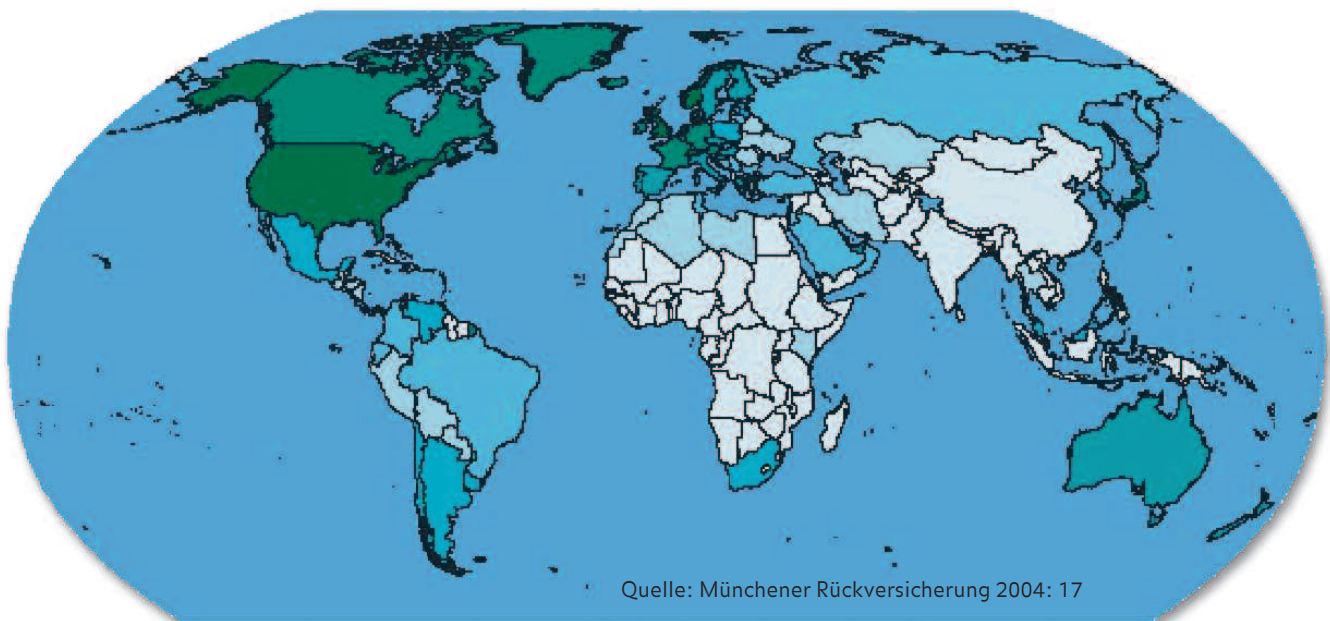
der zweitwärmste nach 2003 gilt. Britische Klimawissenschaftler sind bei der Analyse dieser Hitzewelle, in der sie gemessene Temperaturen mit Modellrechnungen verglichen und verschiedene Simulationen durchgeführt haben, zu dem Ergebnis gekommen, dass der menschliche Einfluss auf das Klima die Eintrittswahrscheinlichkeit solch ungewöhnlicher Hitzewellen in Westeuropa stark erhöht. Sie ist bereits jetzt als viermal so hoch identifiziert worden, wie sie ohne die menschlichen Treibhausgasemissionen wäre.⁵² Zudem gehen die Wissenschaftler von einer deutlichen Häufung solcher Hitzewellen in Westeuropa für die nächsten Jahrzehnte aus: In der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts könnten solche Sommer schon in jedem zweiten Jahr auftreten. Darüber hinaus können die Folgen des Klimawandels für die Gesundheit des Menschen indirekter Art sein, z.B. durch Krankheiten, die über Insekten übertragen werden, welche bei wärmeren Temperaturen bessere Lebensbedingungen vorfinden. Die Weltgesundheitsorganisation WHO schätzt, dass bereits im Jahr 2000 weltweit rund 154.000 Tote auf den Klimawandel zurückzuführen waren und nennt als besonders stark angestiegene Krankheiten Malaria, Dengue-Fieber und schwere Durchfallerkrankungen.⁵³



3.9 Betroffenheit der Entwicklungsländer

Entwicklungsländer und arme Menschen in allen Ländern sind von den Auswirkungen des Klimawandels besonders betroffen. Zum einen lebt der Großteil der Bevölkerung in Entwicklungsländern unmittelbar von der Landwirtschaft – in Afrika sind dies ca. 70 % der gesamten Bevölkerung⁵⁴ – und ist somit direkt von den Klima- und Wetterbedingungen abhängig. Ändern sich diese – bis hin zu Extremereignissen – so kann dies sehr drastische Auswirkungen haben. Ein zweiter wesentlicher Grund für die hohe Anfälligkeit gegenüber den Folgen des Klimawandels ist die Armut selbst. So wird durch einen Mangel an Kapazitäten (technisch, personell und finanziell) eine Anpassung an veränderte Bedingungen und ein Schutz gegen die aufgezeigten Risiken erschwert. Das teils hohe Wachstum der Bevölkerung in den vom Meeresspiegelanstieg gefährdeten Küstenbereichen setzt auch eine wachsende Zahl von Menschen den Risiken des Klimawandels aus. Zum anderen sind diese Bevölkerungsgruppen in der Regel am wenigsten abgesichert gegen die Schäden, entsprechende Versicherungen sind nach wie vor ein faktisches Privileg der wohlhabenderen Staaten bzw. Bevölkerung (siehe Abbildung 18).

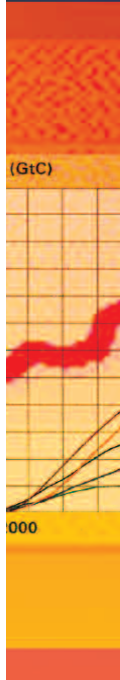
Abb. 18: Ausmaß des Versicherungsschutzes in den Staaten der Welt



Quelle: Münchener Rückversicherung 2004: 17

Sach-Versicherungsprämie (Nicht-Leben inkl. Kranken) pro Kopf und Jahr in US\$		
Gruppe der Unversicherten	Gruppe der Basisversicherten	Gruppe der gut Versicherten
0-5 US\$	6-25 US\$	51-100 US\$
	26-50 US\$	101-500 US\$
		501-1.000 US\$
		über 1.000 US\$

⁵² Stott et al. 2004
⁵³ WHO 2002:72
⁵⁴ IPCC 2001b: 502



4. DAS KYOTO-PROTOKOLL: ERGEBNIS JAHRELANGER KLIMADIPLOMATIE

■ 4.1 Das Ziel: Gefährlichen Klimawandel vermeiden

Treibhausgasemissionen so stark zu verringern, dass ein gefährlicher Klimawandel vermieden wird, ist eine jahrzehntelange Aufgabe für die gesamte Menschheit, die sich nicht von heute auf morgen vollständig lösen lässt. Es gilt – wie im vorherigen Kapitel gezeigt – die globale Erwärmung auf weniger als 2°C gegenüber vorindustriellen Werten zu begrenzen, wenn man nicht intolerable Schäden und unabsehbare Risiken in Kauf nehmen möchte. Dies ist auch seit 1996 offizielle EU-Position.⁵⁵

Bezüglich der Emissionen von Treibhausgasen in den Industrieländern empfiehlt der „Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen“ (WBGU) bis zum Jahr 2020 eine Verringerung um 20%.⁵⁶ Bis 2050 fordern viele Akteure eine Reduzierung der globalen CO₂-Emissionen um 50%, was im Sinne einer weltweiten Angleichung der Pro-Kopf-Emissionen das Reduzieren um 80% in den Industrieländern bedeuten würde. Diese Forderung wird beispielsweise von Regierungsvertretern wie dem französischen Premierminister Jean-Pierre Raffarin⁵⁷ erhoben, aber auch von den Umwelt- und Entwicklungsverbänden, die sich im weltweiten Netzwerk Climate Action Network (CAN) zusammengeschlossen haben. Bis zum Jahr 2100 hält CAN das Zurückführen der gesamten weltweiten Nettoemissionen auf Null für notwendig (s. Abb. 19).⁵⁸

Wichtig für die Reduktion von Treibhausgasen ist, dass sie weltweit die für die Emissionsentwicklung relevanten Regionen einbezieht. Zudem müssen die Weichen hierfür rechtzeitig gestellt werden. Es gibt jedoch erhebliche Meinungsunterschiede darüber, wer bis wann wie viel Treibhausgasemissionen einsparen soll – vor allem, weil

nicht alle Länder gleich viel zum Klimawandel beigetragen haben und derzeitig beitragen. Hierüber verhandeln die jeweiligen Länder seit Anfang der neunziger Jahre im Rahmen der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC).

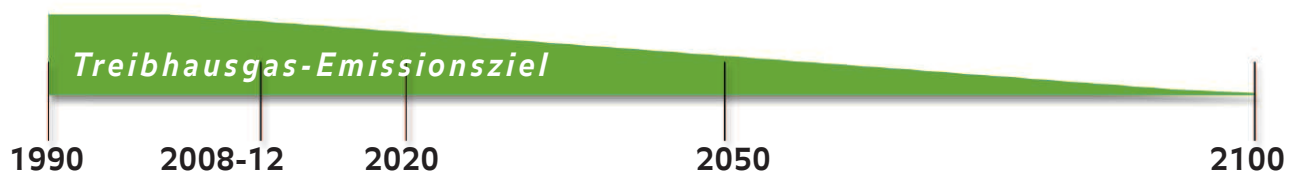
■ ■ 4.2 Die Klimarahmenkonvention

Die Klimarahmenkonvention wurde bereits 1992 auf der Konferenz für Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro auf den Weg gebracht und trat am 21.3.1994 in Kraft. In dieser Konvention verpflichteten sich die Industrieländer – wenn auch nicht rechtsverbindlich – ihre Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2000 auf das Niveau von 1990 zurückzuführen, um somit den Anstieg von Treibhausgasen zu stabilisieren (das sog. „Stabilisierungsziel“).

Im Durchschnitt haben die Industrieländer dieses Ziel knapp erreicht. Dies lag aber vor allem am starken Emissionsrückgang aufgrund der wirtschaftlichen Umstrukturierung in den Ländern des ehemaligen Ostblocks. In der Mehrheit der westlichen Industriestaaten hingegen stiegen die Emissionen weiter an, so dass sie das Stabilisierungsziel deutlich verfehlten.⁵⁹

Kern der Konvention ist jedoch weniger das Stabilisierungsziel, sondern vielmehr der darin festgehaltene Grundkonsens, der den Rahmen für näher auszuhandelnde Zusatzverträge (Protokolle) mit weiter gehenden Zielsetzungen bietet – daher auch die Bezeichnung „Rahmenkonvention“. Der wichtigste Teil des Grundkonsenses ist das in Artikel 2 ausgedrückte Ziel, eine gefährliche Störung des Klimasystems durch den Menschen zu vermeiden.

Abb.19: Treibhausgas-Emissionsziele für das 21. Jahrhundert



Um einen gefährlichen Klimawandel zu vermeiden, fordern Umwelt- und Entwicklungsverbände, aber auch Regierungsvertreter und wissenschaftliche Beratungseinrichtungen ehrgeizige Klimaschutzziele.

Quelle: eigene Darstellung

⁵⁵ European Community 1996, EU-Kommission 2005

⁵⁶ WBGU 2003

⁵⁷ Raffarin 2003

⁵⁸ CAN 2002

⁵⁹ Die Mehrheit der westlichen Industriestaaten hat dieses Ziel deutlich verfehlt, siehe Treber et al. 2003a

4.3 Das Kyoto-Protokoll

Die erste Vertragsstaatenkonferenz der Klimarahmenkonvention tagte in Berlin 1995. Dort beschlossen die Regierungsvertreter offiziell die Ausarbeitung eines Klimaschutzprotokolls. Auf dem Klimagipfel in Kyoto 1997 wurde es verabschiedet – nach Verhandlungen, die bis zur letzten Minute äußerst zäh und dem Scheitern bis auf Haaresbreite nahe waren.⁶⁰

Das Protokoll enthält für die beteiligten Industriestaaten unterschiedliche Emissionsbegrenzungsziele für den Zeitraum 2008-2012 (die sogenannte „erste Verpflichtungsperiode“). Sie betreffen den Ausstoß von Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄) und vier weiteren Gasen bzw. Gasgruppen (siehe Legende zu Abbildung 10, S.13). Der Ausstoß dieser Emissionen wird jeweils in CO₂-Äquivalente umgerechnet. Gegenüber 1990 müssen z.B. die EU-Staaten ihren Ausstoß um durchschnittlich 8% und Japan um 6% verrin-

gern.⁶¹ Für Russland wurde die Stabilisierung der Emissionen (d.h. ein Ziel von +/- 0%) festgesetzt. Die USA hatten sich in den Verhandlungen zu 7% Emissionsreduktion verpflichtet.

In der ersten Verpflichtungsperiode verpflichteten sich nur die Industrieländer zu rechtlich verbindlichen Emissionszielen. Gemäß dem Grundsatz der „gemeinsamen, aber differenzierten Verantwortung“ sind die Gründe hierfür unter anderem, dass sie den weitaus höheren Treibhausgas-Ausstoß haben (sowohl bezüglich der historischen Gesamtemissionen als auch hinsichtlich der aktuellen Pro-Kopf-Emissionen, siehe Kapitel 2) und dass sie wirtschaftlich leistungsfähiger sind und damit einen größeren Handlungsspielraum für Investitionen in Klimaschutzmaßnahmen haben. Verhandlungen mit Entwicklungsländern über Emissionsziele sollen erst erfolgen, wenn die Industrieländer deutliche Fortschritte bei der Verringerung ihres Treibhausgasausstoßes vorweisen können (siehe 5.4 unten).

Info-Kasten 4:

Die Pro- und Anti-Klimaschutz-Lobbys der Wirtschaft: e5 und GCC

Die Angst vor unmittelbaren Risiken setzt bekanntlich meist stärkere Kräfte frei als das Erkennen von Chancen. Dies gilt auch für die Einflussnahme von Unternehmen auf die Klimapolitik. Mehrere multinationale Unternehmen v.a. aus der fossilen Energiewirtschaft (Kohle-, Öl- und Autobranche etc.), die in Klimaschutzmaßnahmen eine Bedrohung ihrer eigenen Geschäftstätigkeit sahen, gründeten daher schon sehr früh einen Lobbyverband, die Global Climate Coalition (GCC). Diese war im Rahmen der UN-Klimaverhandlungen bis 1996 fast die einzige wahrnehmbare Stimme aus der Wirtschaft, so dass bei Politikern und Öffentlichkeit teilweise der Eindruck entstand, Klimaschutz schade grundsätzlich der Wirtschaft.

Eine Reihe von Unternehmen, die den Klimaschutz insgesamt als wirtschaftliche Chance sahen, gründete 1996 den Verband e5 (European Business Council for Sustainable Energy).

Gemeinsam mit dem bereits seit 1992 aktiven US-amerikanischen Verband US Business Council for Sustainable Energy bildete e5 auf den Verhandlungen zum Kyoto-Protokoll fortan ein Gegengewicht zur klimaschutzfeindlichen GCC.

Nun wurde bei Politikern und in der Öffentlichkeit zunehmend klar, dass Klimaschutz auch große wirtschaftliche Chancen eröffnen kann. Gleichzeitig sahen auch immer mehr Unternehmen des Finanzsektors – v.a. Banken, Versicherer und Pensionsfonds – die Risiken des Klimawandels und die Chancen einer vorsorgenden Unternehmenspolitik. Bei den UN-Klimaverhandlungen vertreten die in der Finanzinitiative des Umweltprogramms der Vereinten Nationen zusammengeschlossenen Unternehmen (UNEP Finance Initiative) diese Position.

Ab 1997 häuften sich die Austritte von Unternehmen aus der GCC – zunächst kehrten ihr BP und Shell den Rücken, im Januar 2000 gab DaimlerChrysler den Austritt bekannt. Die Opel-Mutter General Motors und weitere Firmen folgten dem Beispiel. Im Jahr 2001 löste sich die GCC schließlich auf, nachdem es mittlerweile zu rufschädigend für Firmen geworden war, dort Mitglied zu sein. Die Unternehmerinitiative e5 setzt sich hingegen weiter für Rahmenbedingungen im Sinne eines effektiven Klimaschutzes ein und vertritt derzeit über 70 Unternehmensverbände und Einzelunternehmen.⁶²

⁶⁰ Für einen Bericht von den Verhandlungen siehe Treber 1998b

⁶¹ Der komplette Vertragstext des Protokolls kann unter <http://www.unfccc.int/resource/docs/convkp/kpger.pdf> abgerufen werden – dort sind auch die Emissionsziele aller Industriestaaten im Anhang B verzeichnet.

Die EU hat ihr 8%-Ziel allerdings im „Burden Sharing Agreement“ modifiziert, so dass manche EU-Staaten stärkere und andere schwächere Emissionsziele haben

(siehe <http://www.climnet.org/resources/euburden.htm> und <http://www.germanwatch.org/fohlen/eu-et/foлие003.htm>).

⁶² Siehe <http://www.e5.org>

4.4 Bonner Klimagipfel 2001: Durchbruch für das Kyoto-Protokoll

Viele wichtige Detailfragen zum Protokoll konnten in Kyoto 1997 nicht geklärt werden. Die Verhandlungen zur Konkretisierung dieser Punkte waren in vollem Gange, als der neue US-Präsident G.W. Bush im März 2001 den Rückzug seines Landes vom Kyoto-Protokoll verkündete. Der definitive Ausstieg der USA war ein herber Rückschlag, wenngleich man ohnehin nicht mit einer parlamentarischen Zustimmung in den USA gerechnet hatte. Aber die internationale Staatengemeinschaft führte die Verhandlungen um das Kyoto-Protokoll mit unverminderter Intensität weiter.

Die von e5 (siehe Info-Kasten 4), WWF und Germanwatch in Gang gebrachte Unternehmerinitiative *e-mission55* gab den Verhandlungen zusätzlichen Rückenwind: Über 200 Firmen aus der EU, Japan, Kanada und Russland hatten sich unter dem Motto „Kyoto into force!“ (Kyoto in Kraft setzen) zusammengeschlossen und damit offen demonstriert, dass große Teile der Wirtschaft hinter dem Kyoto-Protokoll stehen. Auf dem Bonner Klimagipfel im Juli 2001 konnte schließlich eine Einigung über die wichtigsten Streitfragen erzielt werden, u.a. über Detailfragen bezüglich der „flexiblen Mechanismen“ (siehe Info-Kasten 5). Der letzte „Feinschliff“ erfolgte wenige Monate später auf dem Klimagipfel in Marrakesch. Das Kyoto-Protokoll war nun präzise genug ausgestaltet, um von den noch zögernden Ländern ratifiziert zu werden.

Info-Kasten 5: Emissionshandel und andere flexible Mechanismen

Im Rahmen des Kyoto-Protokolls wurden für die verschiedenen Staaten Klimaschutzpflichten vereinbart. Die Staaten geben diese zwar weitgehend an innerstaatliche Akteure (z.B. die Industrie) weiter, bürgen aber letztlich im Sinne des Völkerrechts für die Einhaltung. Mit verschiedenen sogenannten „Flexiblen Mechanismen“ können Staaten und Unternehmen ihre Klimaschutzpflichten nun – mit gewissen Einschränkungen – in anderen Staaten erfüllen. Dahinter steht die Strategie, Treibhausgase dort einzusparen, wo dies am kostengünstigsten ist. Das Kyoto-Protokoll sieht drei verschiedene Mechanismen vor (siehe auch Abbildung 20):

- **Clean Development Mechanism (CDM).** Hier finanziert ein Akteur aus einem Industrieland⁶³ ein Klimaschutzprojekt in einem Entwicklungsland⁶⁴ und lässt sich die entstandene Emissionsminderung gutschreiben.
- **Joint Implementation.** Dieser Mechanismus unterscheidet sich vom CDM dadurch, dass das Projekt in einem Industrieland durchgeführt wird.
- **Emissionshandel im engeren Sinne („Kyoto-Emissionshandel“).** Hier verkauft ein Staat, der sein Emissionsziel übererfüllt, die überschüssigen Kontingente an einen anderen Staat.

Zusätzlich zu diesen im Kyoto-Protokoll geregelten Mechanismen gibt es innerhalb der Europäischen Union den EU-Emissionshandel. Hier haben die einzelnen EU-Staaten der energieintensiven Industrie (v.a. Kraftwerksbetreiber) Emissionsreduktionsziele gesetzt. Unternehmen, die noch stärkere Treibhausgasreduktionen durchführen als für sie im nationalen Zuteilungsplan festgeschrieben, können entsprechende Zertifikatmengen wieder verkaufen.

In der sogenannten „Verbindungsrichtlinie“ hat die EU zudem für Unternehmen die Möglichkeit geschaffen, Zertifikate aus den oben genannten Mechanismen des Kyoto-Protokolls zuzukaufen. Allerdings gilt hierfür eine Mengenbeschränkung und drei besonders umstrittene Projekttypen sind davon ausgeschlossen: Atomkraftwerke, Senkenprojekte (s. Info-Kasten 7) und große Wasserkraftwerke, welche die Kriterien der World Commission on Dams (WCD)⁶⁵ nicht erfüllen.

Beim Aufbau des EU-Emissionshandelssystems war vor allem die Fertigstellung nationaler Zuteilungspläne (Allokationspläne) von kontroversen Debatten und Verteilungskämpfen geprägt. Im deutschen Allokationsplan konnten auf Druck des Wirtschaftsministeriums viele, im Sinne des Klimaschutzes essentielle Anreizmechanismen leider nicht verankert werden. Beispielsweise bestehen durch die jetzige Regelung für Kraftwerksbetreiber nur geringe Anreize für einen Wechsel von Kohlekraftwerken auf Gaskraftwerke, die deutlich weniger emissionsintensiv sind. Auch wurde der deutschen Industrie ein noch schwächeres Emissionsziel zugestanden als diese sich vorher in ihrer freiwilligen Selbstverpflichtung auferlegt hatte. Erwartungsgemäß folgten die vielen anschließend in den übrigen EU-Staaten verabschiedeten Allokationspläne dem wenig anspruchsvollen deutschen Vorbild. Ob der Emissionshandel unter diesen Rahmenbedingungen überhaupt noch eine angemessene klimapolitische Wirkung entfalten kann, bleibt abzuwarten. Zu beachten ist, dass der EU-Emissionshandel ja nur die energieintensive Industrie abdeckt. Den nicht dadurch abgedeckten Sektoren (v.a. private Haushalte und Verkehr) wurden durch die schwache Ausgestaltung des EU-Emissionshandels folglich zusätzliche Emissionsminderungspflichten aufgebürdet, denn das gesamte Emissionsziel der EU und ihrer Mitgliedsstaaten bleibt ja unverändert.

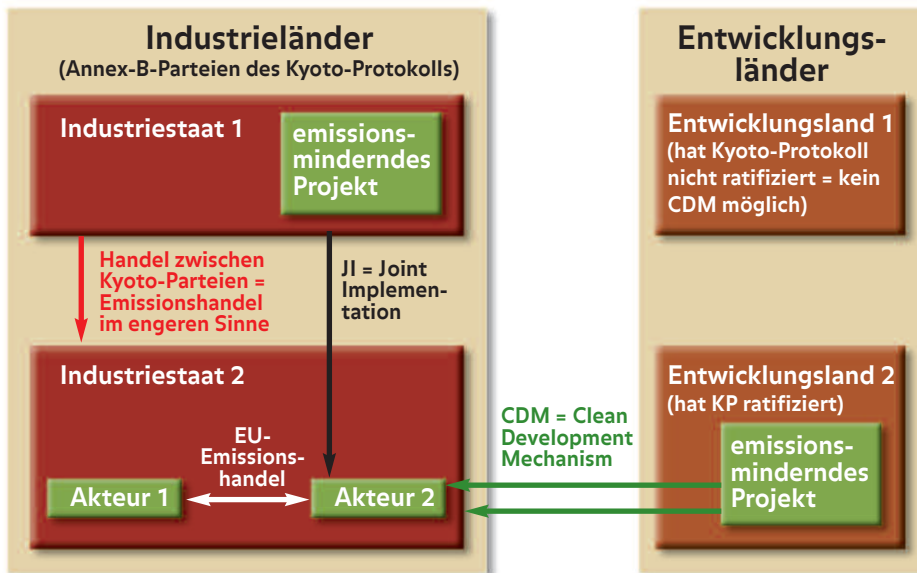
4.5 Warten auf Russland

Die EU und ihre Mitgliedsstaaten sowie Japan ratifizierten das Kyoto-Protokoll im Jahr 2002. Für die Abdeckung der für das Inkrafttreten des Protokolls notwendigen 55% der Industrieländer-Emissionen von 1990 (siehe Abb. 21) fehlte jetzt noch die Ratifizierung entweder durch Russland oder durch die USA – mit letzterer war aber definitiv nicht mehr zu rechnen. Es folgte eine über zweijährige Zeit des Wartens auf Russland.

In dieser Phase fanden zwei für den Klimaschutz relevante internationale Konferenzen statt, die jedoch nicht in den Rahmen der offiziellen UN-Klimaverhandlungen fielen. Zunächst wurde 2002 – zehn Jahre nach dem Rio-Gipfel – der Weltgipfel für Nachhaltige Entwicklung in Johannesburg (Südafrika) abgehalten. Hier stand u.a. die Diskussion um die Festlegung auf quantitative Ziele für den Ausbau der Erneuerbaren Energien auf dem Programm, was jedoch am Widerstand der USA scheiterte. Als sich dies schon während des Gipfels abzeichnete, bildete sich auf Anregung der EU eine Initiative, die letztlich in der Konferenz für Erneuerbare Energien in Bonn (Renewables 2004) mündete. Dies erzeugte eine gewisse Dynamik für den weiteren Ausbau der Erneuerbaren Energien. Es wird interessant sein zu sehen, wie weit diese auf Freiwilligkeit beruhende Dynamik trägt.

Das Kyoto-Protokoll wurde schließlich im Herbst 2004 von Russland ratifiziert. Es konnte somit am 16. Februar 2005 – 90 Tage nach Hinterlegung der Ratifikationsurkunde – in Kraft treten.

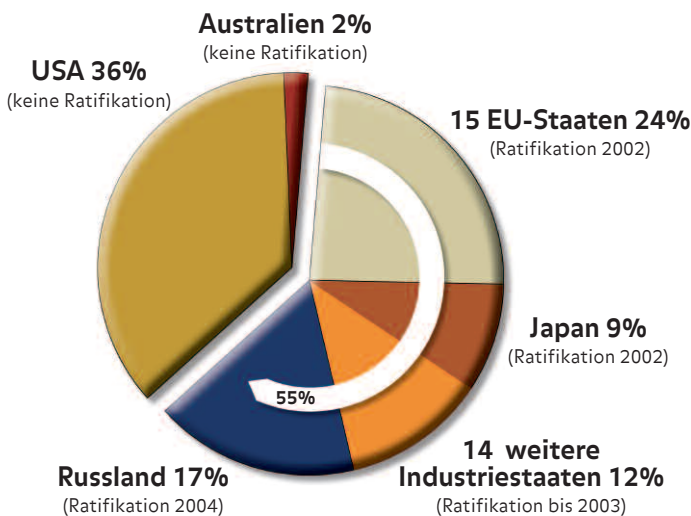
Abb. 20: Flexible Mechanismen



Die Industriestaaten haben – soweit sie das Kyoto-Protokoll ratifiziert haben – eine verbindliche Minderungsverpflichtung. Die Entwicklungsländer haben bis 2012 keine verbindliche Reduktionsverpflichtung. Die Pfeile kennzeichnen die Transferrichtung von Emissionszertifikaten. Weitere Erläuterungen siehe Text und Info-Kasten 5.

Quelle: Eigene Darstellung.

Abb. 21: Treibhausgasemissionen der Industrieländer 1990



Für das Inkrafttreten des Kyoto-Protokolls mussten 55% davon durch Ratifikationen abgedeckt sein – dies wurde erst durch die Ratifikation Russlands im November 2004 erreicht.

Quelle: eigene Darstellung.

⁶³ In Annex B des Kyoto-Protokolls sind diese Staaten namentlich aufgeführt. Im Fachjargon bezeichnet man sie daher als „Annex-B-Parteien“. Nur Staaten, die das Kyoto-Protokoll ratifiziert haben, dürfen an den flexiblen Mechanismen teilnehmen. Zu den Industriestaaten im Sinne des Annex B gehören auch die im Übergang zur Marktwirtschaft befindlichen Länder.

⁶⁴ D.h. in einem Land, das nicht in Annex B des Kyoto-Protokolls aufgeführt ist

⁶⁵ Die World Commission on Dams (WCD) hat auf Grundlage vergangener Erfahrungen – v.a. negativer ökologischer und sozialer Auswirkungen vieler Großstaudammprojekte – Kriterien erarbeitet, welche die ökologische und soziale Verträglichkeit solcher Energieprojekte sichern sollen. Siehe auch <http://www.dams.org>.

5. DIE WICHTIGSTEN KLIMAPOLITISCHEN HERAUSFORDERUNGEN

■ 5.1 Verantwortungsübernahme als Grundprinzip

Wer anderen einen Schaden zufügt, hat aus moralischer und juristischer Sicht zwei Pflichten: Er muss die Schädigung einstellen und eintretende Schäden kompensieren. Dieser Grundsatz der Moral und des Rechtes trifft prinzipiell auch auf all diejenigen zu, die in unverhältnismäßigem Ausmaß Treibhausgase ausstoßen. Hinsichtlich der Reduzierung von Emissionen ist das Kyoto-Protokoll bereits ein erster Schritt, wenngleich er für die Vermeidung eines gefährlichen Klimawandels bei weitem noch nicht ausreicht und wichtige Verursacher noch keine Verantwortung übernehmen.

Wie in Kapitel 3 dargelegt wurde, steigt die Gefahr von Klimaschäden mit zunehmender Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre. Auch wenn im einzelnen Schadensfall der Nachweis der Kausalität aus prinzipiellen Gründen unmöglich ist, so sollte doch auch ein eindeutiger Nachweis der steigenden Wahrscheinlichkeit auf Dauer ausreichen, um eine Kompensation nach dem Verursacherprinzip zu erreichen. Ähnliches gilt für die Finanzierung von Präventivmaßnahmen (z.B. Deichbau), die angesichts steigender Gefahren notwendig werden. Viele Wege wie z.B. Versicherungsmodelle und Klimaschadensfonds sind hierfür denkbar und werden bereits intensiv diskutiert, auch im Rahmen der UN-Klimaverhandlungen. Eine steigende Zahl von Beobachtern hält auch Schadenersatzklagen gegen all jene, die sich besonders hartnäckig dem Klimaschutz verweigern oder ihn gar torpedieren, in der Zukunft für möglich.

■ ■ 5.2 Einbezug der USA in den internationalen Klimaschutz

Trotz des Ausstiegs der USA aus dem Kyoto-Protokoll gibt es Wege, diese in den internationalen Klimaschutz einzubeziehen. So gibt es schon jetzt eine wachsende Zahl von US-Bundesstaaten, die für einen ernsthaften und koordinierten Klimaschutz ansprechbar sind. Und es bleibt durchaus Hoffnung, dass auch auf Bundesebene die Klimapolitik in Zukunft wieder ernst genommen wird. Ein wichtiger Anlauf in diese Richtung stellt die Initiative des britischen Regierungschefs Tony Blair im Rahmen des G8-Gipfels 2005 dar, aus der sich möglicherweise internationale Klimaschutz-Technologieprogramme unter Einbezug der USA entwickeln.

■ ■ ■ 5.3 Bleibt die EU Zugpferd?

Da von den USA derzeit wenig Impulse zu erwarten sind, fällt der EU die Rolle des Zugpferds im internationalen Klimaschutz zu. Schon jetzt könnte sie sich klare Ziele für 2020 und damit ein deutliches Signal für die Zeit nach 2012 setzen. Dazu gehört einerseits, dass sich die EU zu einer Treibhausgasreduktion von mindestens 30% bis 2020 im Vergleich zu 1990 verpflichten sollte. Die deutsche Bundesregierung strebt dies laut Koalitionsvereinbarung an und möchte dann für Deutschland ein Reduktionsziel von 40% setzen.⁶⁶ Zum anderen wäre zur Förderung der Nutzung Erneuerbarer Energien eine ehrgeizige Umsetzungs politik sowie ein entsprechendes, verbindliches Wachstumsziel notwendig – hier steht in der EU bis 2007 eine Entscheidung an.

Zentral für den Erfolg der europäischen Klimapolitik ist die weitere Gestaltung des Emissionshandels mit intelligenten Anreizmechanismen im Hinblick auf diese Ziele (siehe Info-Kasten 5). Die Erfolgsmodelle der in Deutschland und anderen europäischen Ländern bereits wirksamen Gesetze für die Markteinführung Erneuerbarer Energien können hier als weitere Orientierung dienen.

■ ■ ■ ■ 5.4 Einbezug der Entwicklungsländer

Aus Klimaschutzgründen müssten die Entwicklungsländer, deren Emissionen schnell wachsen, auch bald mit dem Klimaschutz beginnen. Da die Hauptverantwortung für den Klimaschutz sowohl historisch als auch – vor allem hinsichtlich der Pro-Kopf-Emissionen – heute noch bei den Industrieländern liegt, ist dazu wenig Bereitschaft vorhanden, solange die Industrieländer nicht wirklich ernst betreiben (siehe Kapitel 2). Einige Industrieländer – allen voran die USA – blockieren gar die Diskussionen über Klimaschutzpflichten nach 2012, was die Verhandlungen mit Entwicklungsländern ebenfalls erschwert. Andererseits profitieren Entwicklungsländer davon, wenn sie ihre Abhängigkeit von Rohstoffimporten begrenzen können, wenn ihre Wirtschaft energie- und kosteneffizient produzieren kann und wenn Erneuerbare Energien nicht nur Treibhausgase, sondern auch die Luftqualität verbessern. Deshalb kreisen derzeit die Gespräche mit Schwellen- und Entwicklungsländern darum, Anreize für diese zu setzen und Chancen zu nutzen, die auch aus anderen Gründen sinnvoll sind.

5.5 Die Rolle Chinas

China ist der größte Wachstumsmarkt der Welt und hat damit eine zentrale Stellung für den Klimaschutz – sowohl bezüglich des Treibhausgasausstoßes des Landes als auch bezüglich der Entwicklung von Technologien im Bereich Energieeffizienz und Erneuerbare Energien. Gerade die Chancen, die sich durch das Wachstum Chinas im Bereich der Technologieentwicklung ergeben, haben das Potential, eine weltweite Wirkung zu entfalten.

Angesichts der geringen Pro-Kopf-Emissionen in China (siehe 2.2 oben) ist dort im Zuge der weiteren Industrialisierung verständlicherweise ein deutlicher Anstieg zu erwarten. Allerdings hat China auf der Renewables-Konferenz 2004 das (freiwillige) Ziel angekündigt, bis 2020 den Energieverbrauch nur zu verdoppeln, obwohl eine Vervierfachung des Bruttoinlandsprodukts geplant ist.⁶⁷ Dies käme einer Verdopplung der Energieeffizienz und damit einer echten Effizienzrevolution gleich, die bislang in diesem Maßstab ohne Beispiel ist. China will diese Entwicklung zudem durch einen massiven Ausbau Erneuerbarer Energien flankieren – ein erstes Gesetz in diese Richtung wurde im Februar 2005 verabschiedet. Zum anderen möchte das Land die Einführung effizienterer Technologien voranbringen – ein erster Schritt ist ein jüngst verabschiedetes Gesetz, das Verbrauchstandards für Fahrzeuge vorschreibt.⁶⁸ Ob sich diese Dynamik Chinas in Richtung Klimaschutz aufrecht erhalten lässt, wird maßgeblich davon abhängen, in welcher Form sich Partnerstaaten, gerade auch Deutschland und die EU, hier engagieren. Durch bilaterale Energie- und Klimaabkommen könnte der Kurs hin zu Energieeffizienz und Erneuerbaren Energieträgern untermauert werden.

5.6 Anpassung an den Klimawandel

Neben der Frage des Verringerens von Emissionen wird auch die Anpassung an die negativen Auswirkungen des Klimawandels ein zunehmend wichtiges Thema, insbesondere für Entwicklungsländer. Die Folgen des Klimawandels können zwar durch Minderung von Treibhausgasemissionen begrenzt werden, ein Teil der Folgen lässt sich aber nicht mehr aufhalten und Anpassungsmaßnahmen sind demzufolge unumgänglich. Der Dritte Sachstandsbericht des IPCC betont die besondere Anfälligkeit von Entwicklungsländern und kleinen Inselstaaten für die Folgen des Klimawandels.⁶⁹

Diese wissenschaftliche Erkenntnis verdeutlicht zwar den Handlungsbedarf, wirft aber auch drei wesentliche Fragen für die Umsetzung auf:

- Was sind die Folgen des Klimawandels? Welche regionalen Auswirkungen gibt es? Die Wissenschaft ist zwar in der Lage, zunehmend sicherere Aussagen über die globalen Folgen des Klimawandels zu treffen, jedoch ist die Folgenabschätzung für die regionale Ebene oft noch mit großen Unsicherheiten belegt. Diese braucht man aber, um zu wissen, wo man sich an welche neuen klimatischen Bedingungen anpassen soll. Der nächste Sachstandsbericht des IPCC, der voraussichtlich 2007 erscheint, soll diese Frage intensiver behandeln.
- Die Auswirkungen werden erst dann zum Problem oder zur Katastrophe, wenn es Menschen gibt, die davon betroffen sind. Wo sind also gefährdete Regionen und welche gesellschaftlichen Gruppen sind wie betroffen?
- Sind die am meisten gefährdeten Gebiete identifiziert, so stellt sich die Frage, wie man vor Ort auf Phänomene des Klimawandels reagieren und die Verletzlichkeit reduzieren bzw. die Anpassungsfähigkeit an die Folgen erhöhen kann (siehe auch Kasten 3). Hier ist vor allem auch die lokale Analyse wichtig.

Wichtige Elemente einer Anpassungsstrategie können beispielsweise die Nutzung von Langzeitwettervorhersagen, Frühwarnsystemen und Versicherungsmärkten (etwa „Micro-Insurance“) zur Verringerung der Risiken auf Grund von Wetterextremen sein. Dürren, Überschwemmungen und Stürme bergen besonders für arme Landbewohner in den Entwicklungsländern die Gefahr, dass ihr für die gegenseitige Unterstützung notwendiges soziales Netzwerk zerstört wird. Wettervorhersagen können sowohl die Optimierung der Pflanztermine als auch die Planung von Vorratsbildung an Lebensmitteln vor Dürren erleichtern.⁷⁰ Gerade für die Ärmsten fehlt es bisher weitestgehend an Versicherungssystemen zum Schutz gegen die finanziellen Folgen von Extremereignissen (siehe 3.9 oben). Aber auch der Erhalt natürlicher Systeme wie der Korallen oder der Mangrovenwäldern, die eine wichtige Funktion zur Stabilisierung von Küstenstreifen ausüben, kann als Anpassungsmaßnahme gegen einen steigenden Meeresspiegel und Überflutungen verstanden werden. Im konkreten Notfall können solche Maßnahmen die Katastrophenhilfe nicht ersetzen. In langfristiger Betrachtung aber besteht wenig Zweifel, dass vorbeugende Maßnahmen effektiver sind, da sie Verluste vermindern und

⁶⁷ Siehe International Conference for Renewable Energies 2004

⁶⁸ Siehe Wu & Yin 2004

⁶⁹ IPCC 2001b: 8

⁷⁰ Weltbank 2003: 225

sich finanziell auszahlen. Dies zeigt nicht zuletzt die Tsunami-Katastrophe in Südostasien Ende 2004, die zwar kein durch den Klimawandel beeinflusstes Ereignis war. Die Zahl der Opfer hätte aber durch Frühwarnsysteme drastisch verringert werden können.



5.7 Finanzmärkte

Der Klimawandel führt zu erheblichen finanziellen Risiken für die Wirtschaft. Dies gilt zum einen für direkte Wirkungen, z.B. die Zunahme von Schäden durch Stürme und Überschwemmungen. Aber es gibt auch erhebliche regulative Risiken, die vor allem dann entstehen, wenn sich ein Unternehmen mangelhaft auf absehbare Klimaschutzgesetzgebungen wie etwa den Emissionshandel oder steigende Energiesteuern vorbereitet. Und nicht zuletzt könnte das Risiko von Schadensersatzklagen eine unmittelbare Auswirkung auf den Marktwert eines Unternehmens haben.

Vor diesem Hintergrund haben sich im „Carbon Disclosure Project“ (CDP) rund 100 institutionelle Investoren zusammengeschlossen – v.a. Banken, Versicherungsunternehmen und Pensionsfonds, mit einem Anlagekapital von zusammen ca. 20 Billionen (20.000 Milliarden) US\$.⁷¹ Die Initiative hat Anfang 2005 bereits zum dritten Mal die 500 größten Unternehmen der Welt um Offenlegung von Informationen über ihre Treibhausgasemissionen und ihre Vorbereitung auf Klimaschutzregulierungen gebeten. Diese Befragung ist aus Sicht der Investoren wichtig, um Daten für die Einschätzung des Marktwerts der Unternehmen zu erhalten. Auf diesem Wege wird sowohl für das Unternehmensmanagement als auch für die Investoren der Klimaschutz als finanziell relevante Notwendigkeit erkennbar.⁷²

Doch trotz aller Fortschritte: In der tatsächlichen Geldanlagepolitik der großen Banken, Versicherer und Pensionsfonds spielt die Vermeidung von Klimarisiken zwar eine wachsende, bisher aber noch untergeordnete Rolle. Dies ändert sich nur, wenn die Politik klare, langfristige Signale sendet.

Info-Kasten 6: Flugverkehr und Klimaschutz

Die internationale Luftverkehrsbranche ist die einzige treibhausgasintensive Branche, die auch nach Inkrafttreten des Kyoto-Protokolls keinerlei Verantwortung für das Verringern von Treibhausgasen übernimmt. Dabei schädigt pro zurückgelegtem Personenkilometer ein Flug das Klima um das Mehrfache einer Auto-, Bahn- oder Schiffsreise.⁷³ Dies liegt vor allem daran, dass beim Fliegen nicht allein das Kohlendioxid klimaschädlich wirkt. Hinzu kommen u. a. auch Kondensstreifen und Zirruswolken, die sich in großer Höhe bilden und die das regionale Klima beeinflussen können. Das IPCC hat daher die gesamte Klimawirkung der verschiedenen Effekte, ausgedrückt durch den so genannten „Radiative Forcing Index“ (RFI), auf mindestens das Zweibis Vierfache des CO₂-Ausstoßes geschätzt.⁷⁴ Neuere wissenschaftliche Forschungen deuten allerdings sogar noch auf deutlich höhere Werte hin.⁷⁵

Noch bedrohlicher für das Klima als die aktuellen Emissionen des Flugverkehrs ist seine Wachstumsrate: Alleine das Wachstum bis 2010 wird vermutlich das doppelte dessen zum Klima-

wandel beitragen, was durch die Vereinbarungen des Kyoto-Protokolls an Emissionen eingespart werden sollte.⁷⁶ Trotz seiner extremen Klimaschädlichkeit wird der Flugverkehr nach wie vor hochgradig subventioniert.⁷⁷

Verschiedene Wege sind denkbar, wie die Flugverkehrsbranche trotz fehlender politischer Regulierung Verantwortung für den Klimaschutz übernehmen kann. Sie bzw. der Fluggast selbst hat die Möglichkeit, bereits jetzt auf freiwilliger Basis aktiv zu werden: Durch die Unterstützung von Klimaschutzprojekten, die Emissionen in einer Höhe einsparen, welche der Erwärmungswirkung des Fluges äquivalent ist.⁷⁸ Angesichts des im Vergleich zur Wachstumsrate des Flugverkehrs recht geringen Potenzials von technischen Verbesserungen ist jedoch eines klar: Möchte man das Wachstum der Flugverkehrsemissionen zumindest deutlich abbremsen, so reichen solche freiwilligen Lösungen mittel- bis langfristig nicht aus. Auch verbindliche Klimaschutzpflichten müssten dann eingeführt werden, z.B. durch Einbezug in den Emissionshandel oder eine Emissionsabgabe.

⁷¹ Siehe <http://www.cdproject.net>

⁷² Siehe hierzu auch Hesse 2004

⁷³ Siehe Germanwatch 2004 und Brockhagen 20044

⁷⁴ IPCC 1999: 8

⁷⁵ Siehe <http://www.germanwatch.org/rio/flug04hg.pdf>

⁷⁶ Brockhagen 2004: 21

⁷⁷ Siehe Treber et al. 2003b und Treber 1998a

⁷⁸ Siehe z.B. <http://www.atmosfair.de>

⁷⁹ Siehe Denkhaus 2004

⁸⁰ CCS = CO₂ Capture and Storage. Für eine ausführliche Darstellung siehe Duckat et al. 2004.

Voraussichtlich ab Ende 2005 wird ein umfangreicher Sonderbericht des IPCC zum Thema CCS unter <http://www.ipcc.ch> abrufbar sein

5.8 Technologien

Wenn die Menschheit bis Mitte des Jahrhunderts wirklich etwa die Hälfte des heutigen Treibhausgasausstoßes verringern will, muss sie sich beeilen. Denn die Lebensdauer von Kraftwerken, Gebäuden, Flugzeugen, Fahrzeugen etc. ist sehr lang – noch länger ist der Zeitraum, wenn man auch die Entwicklungs- und Planungsphase mit einrechnet. Wird beispielsweise heute der Bau eines Braunkohlekraftwerks beschlossen, so ist damit zu rechnen, dass dieses mindestens drei bis vier Jahrzehnte laufen wird, wenn man es nicht vor Ablauf der regulären Laufzeit vorzeitig vom Netz nehmen will. Das vorzeitige Abschalten ist aber meist mit großen finanziellen Verlusten verbunden, die dann direkt oder indirekt meist vom Endverbraucher bezahlt werden müssen. Entscheidend für den Erfolg langfristiger Klimaschutzziele ist daher, ob schon heute die Weichen in diese Richtung gestellt werden. In Deutschland beispielsweise ist ein großer Teil des bestehenden Kraftwerksparks relativ alt. In den nächsten 15-20 Jahren steht ein Ersatzbedarf von ca. 40.000 MW neuer Kraftwerksleistung an (1/3 des heutigen atomar-fossilen Kraftwerksparks). Je mehr von diesem Bedarf durch Erneuerbare Energien und hocheffiziente Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen gedeckt wird, desto größer sind die Chancen, mittelfristig die notwendigen Emissionsminderungen zu erreichen.

Technologien im Bereich Energieeffizienz können einen sehr kurzfristig umsetzbaren und großen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Neben der „Angebotsseite“ wie z.B. im Bereich Kraft-Wärme-

Kopplung sind große Einsparpotenziale auf der „Nachfrageseite“ vorhanden, beispielsweise durch Wärmedämmung von Gebäuden und effizientere Geräte bzw. Maschinen und Motoren.

Mittel- bis langfristig muss auf Erneuerbare Energien – in Kombination mit Energieeffizienz – gesetzt werden. Sie haben nicht nur ein erhebliches Potential für den Klimaschutz, sondern auch für die Entwicklung ländlicher Gebiete in den Ländern des Südens.⁷⁹ Bisher haben erst wenige Länder diese Potenziale durch entsprechende politische Rahmenbedingungen zu mobilisieren versucht. Die Wachstumsraten im Bereich der Erneuerbaren Energien sind zwar sehr hoch, doch wenn sie nicht noch deutlich weiter gesteigert werden, wird es noch einige Jahrzehnte an Zeit und Investitionen in Forschung, Entwicklung und Markteinführung benötigen, bis Erneuerbare Energien die fossilen Energien weitgehend ablösen können.

Als neue Technologie im Bereich der fossilen Kraftwerke ist die CO₂-Abscheidung und Lagerung (CCS) im Gespräch.⁸⁰ Deren Ziel ist es, das CO₂ im Zuge der Verbrennung von Kohle, Öl oder Gas abzuscheiden und dann an einem geeigneten Ort sicher und dauerhaft zu lagern. Letzteres ist jedoch noch ein ungelöstes Problem mit nicht nur vielen ökologischen, sondern auch ökonomischen Fragezeichen. Auch könnte es passieren, dass öffentliche Gelder, die für Forschung und Entwicklung von Technologien in den Bereichen Energieeffizienz und Erneuerbare Energien vorgesehen sind, in die CCS-Entwicklung umgeleitet werden. Zudem kann die CCS-Technologie, wenn sie überhaupt realisiert wird, erst in einigen Jahrzehnten großflächig einsatzbereit sein.

Info-Kasten 7: Der Wald als CO₂-Senke

Eine „natürliche Technologie“, die zur Verringerung der atmosphärischen Treibhausgaskonzentration beitragen kann, ist die Senkenfunktion der Vegetation, d.h. die Bindung von CO₂ durch Pflanzen, insbesondere durch Bäume (siehe 1.3 oben). Belastend für das Klima ist die Freisetzung dieses CO₂ durch die Vernichtung von Wäldern, wenn diese anschließend nicht wieder nachwachsen bzw. aufgeforstet werden. Allerdings ist dem Klimaschutz aus vier Gründen nicht gedient, wenn der Waldschutz bzw. das Anpflanzen von Wäldern auf die Emissionsziele des Kyoto-Protokolls angerechnet werden kann.

Erstens wird dadurch weniger Klimaschutz in anderen Bereichen wie Erneuerbare Energien und Energieeffizienz geleistet. Diese sind aber im Sinne des notwendigen Umbaus der weltweiten Energiesysteme dringend erforderlich.

Zweitens bestehen nach wie vor große wissenschaftliche Unsicherheiten beim Berechnen der CO₂-Menge, die netto durch Waldschutz und -anpflanzung gebunden wird. Drittens kann niemand garantieren, für wie viele Jahre, geschweige denn Jahrzehnte ein Wald intakt bleiben und damit CO₂ binden wird. Und viertens entstehen erhebliche soziale und ökologische Probleme, wenn Wälder alleine unter CO₂-Aspekten optimiert werden.

Waldschutz sollte also zusätzlich zu – und nicht anstelle von – Maßnahmen in den Bereichen Energieeffizienz und Erneuerbare Energien geleistet werden. Nicht nur wegen des Klimaschutzes, auch im Hinblick auf die vielen anderen wertvollen Funktionen des Waldes bedarf es eines großangelegten, globalen Konzeptes mit wirkungsvollen Anreizen, um die schnelle Entwaldung zu verhindern.

6. MAßNAHMEN ZUM KLIMASCHUTZ

Ein wichtiger Grund dafür, dass Klimaschutzmaßnahmen trotz aller wissenschaftlichen Erkenntnisse nur zögerlich vorankommen, ist sicherlich das mangelnde Akzeptieren von Verantwortung. Politik, Wirtschaft und Bevölkerung schieben diese Verantwortung gerne in die jeweils anderen Bereiche ab:

- Politiker fassen keine oder nur halbherzige Beschlüsse mit dem Hinweis, die Bevölkerung unterstütze umfangreichere Maßnahmen zum Klimaschutz derzeit noch nicht.
- Unternehmen verweisen darauf, dass die Politik erst die richtigen Rahmensetzungen schaffen müsse und dass es letztlich eine Entscheidung der Verbraucher sei, ob sie beispielsweise im Kurzurlaub einen Langstreckenflug buchen oder eher näher gelegene Reiseziele mit anderen Verkehrsmitteln ansteuern.
- Jede(r) Einzelne sieht sich als machtlos an: „Jetzt sollen erst einmal die Politiker und großen Konzerne etwas machen – ich kann ja ohnehin nichts ausrichten“. Dabei hat praktisch jeder von uns in allen drei Bereichen Möglichkeiten zur Veränderung: Beispielsweise durch Beeinflussen von Entscheidungen der Wirtschaft entweder in seinem beruflichen Umfeld oder (oft noch wichtiger) durch Kaufentscheidungen und die Kriterien für die Anlage von Ersparnissen, bei Wahlen oder durch sonstige persönliche Aktivitäten.



Abb. 22: Plenarsitzung auf dem Elften Weltklimagipfel (Neu Delhi 2002), Foto: Dörte Bernhardt

■ 6.1 Was kann die Politik tun?

Global handeln. Eine globale Aufgabe wie der Klimaschutz braucht eine globale Strategie⁸¹ – nicht zuletzt wegen der Flexibilität von Unternehmen, die den nationalen Regelungen oft durch Standortverlagerungen ausweichen. Das Kyoto-Protokoll ist zwar ein erster, wichtiger Schritt, wird aber einen gefährlichen Klimawandel nicht vermeiden können, wenn es nicht als Basis für weitaus ehrgeizigere Maßnahmen nach 2012 genutzt wird.

Vorsorgepolitik betreiben

Den Wählern gegenüber offensiv vertreten, dass Klimaschutzmaßnahmen eine Investition in zukunftsfähige Lebensbedingungen sind. Regierungen werden vor jeder Wahl an ihren Erfolgen gemessen – dass dies meist mit sehr einseitigen Maßstäben wie z.B. Bruttoinlandsprodukt geschieht, und dass oftmals nur Erfolge geltend gemacht werden, die eine bereits heute messbare Wirkung entfalten, haben nicht nur die WählerInnen, sondern auch ein großer Teil der PolitikerInnen selbst mitzuverantworten.

Klimaschädliche Subventionen abbauen

Fossile Energieträger werden weltweit mit schätzungsweise über 150 Mrd. US-Dollar pro Jahr subventioniert.⁸² Milliardensubventionen für diesen Bereich wirken nicht nur wettbewerbsverzerrend, sondern vor allem fatal für das Klima. Mit dem Abbau dieser Subventionen würde sich die ökonomische Wettbewerbsfähigkeit klimaschonender Alternativen wie der Erneuerbaren Energien radikal verbessern. Ein besonders zentraler Schlüssel zum langfristigen Klimaschutz liegt in der weltweiten Begrenzung der Kohleförderung, insbesondere im Verzicht auf den Aufschluss neuer Lagerstätten, da die Vorräte aller anderen fossilen Energieträger weitaus knapper sind. Dies gilt gleichermaßen für den heimischen Kohlebergbau wie für den Export entsprechender Fördertechnologien.

Internalisierung externer Kosten

Die vom Treibhausgasausstoß verursachten Schäden sollten sich soweit wie möglich in den Preisen von Produkten und Dienstleistungen widerspiegeln. Im Sinne des Klimaschutzes sind hier pauschale Preise (z.B. Kfz-Steuer) deutlich ungünstiger als beispielsweise verbrauchsabhängige Steuern bzw. Abgaben auf Mineralöl und Kerosin oder das Einbinden in den Emissionshandel. Die Steuerbefreiung des internationalen Flugverkehrs hinsichtlich Kerosin- und Mehrwertsteuer stellt eine besonders klimaschädliche Subvention dar.

⁸¹ Zur Diskussion der Möglichkeiten, den Klimaschutz in die Systemlogik von Politik, Wirtschaft und Technologie zu übersetzen, siehe Bals 2002

⁸² Pershing/Mackenzie 2004: 9

■ ■ 6.2 Welche Handlungsmöglichkeiten hat die Wirtschaft?

Gemeinsam ihr Interesse am Klimaschutz aussprechen

Einige Unternehmen haben sich bereits im Unterricht e5 oder anderen Unternehmergruppen zusammengeschlossen, die sich gegenüber der Politik aktiv für mehr Klimaschutzmaßnahmen einsetzen (siehe Info-Kasten 4).

Direkte und regulative Finanzrisiken erkennen

Es wird immer stärker deutlich, dass der Klimawandel für Unternehmen nicht mehr nur ein Aktivitätsfeld für uneigennütziges Handeln ist. Vielmehr werden zunehmend finanzielle Risiken für die Unternehmen selbst erkennbar (siehe 5.7 oben). Sichert sich ein Unternehmen durch effektiven Klimaschutz angemessen gegen solche Risiken ab, so kann es nicht nur eine Gefahrenabwehr betreiben, sondern sich oftmals auch einen deutlichen Wettbewerbsvorteil gegenüber sorglosen Konkurrenten verschaffen.⁸³

In Zukunftstechnologien investieren

Die Nutzung fossiler Energiequellen im großen Maßstab hat auch wirtschaftlich gesehen keine Zukunft. Viele Firmen orientieren sich bereits um und tätigen erhebliche Investitionen in Erneuerbare Energien und Effizienztechnologien.

Betriebliche Ökobilanz erstellen

Wenn sich Unternehmen einem entsprechenden Check unterwerfen, bringt dies sehr oft auch große finanzielle Einsparungen z.B. beim Energieverbrauch.

Management und Emissionsausgleich von Dienstreisen

Durch eine systematische Optimierung der Dienstreisetätigkeit können Unternehmen nicht nur große Mengen Treibhausgase, sondern meistens zugleich auch Geld einsparen. Hierzu gehört u.a. die Nutzung von Video- oder Telefonkonferenzen, insbesondere bei routinemäßig abgehaltenen Besprechungen. Bei der Abwägung zwischen Flügen, Bahnfahrten und Autofahrten sollte nicht nur die Länge der Reisezeit, sondern auch ihre Nutzbarkeit in die Kalkulation einbezogen werden. Einige Flüge werden sich aber dennoch nicht vermeiden lassen – hier bietet sich angesichts der besonderen Klimaschädlichkeit des Flugverkehrs ein freiwilliger Beitrag zu Klimaschutzprojekten an, um die Erwärmungswirkung der Flüge zumindest teilweise auszugleichen (siehe Info-Kasten 6).



Abb. 23: Vertreter der Finanzwirtschaft beraten über den EU-Emissionshandel

Workshop der UNEP-Finanzinitiative und von Germanwatch mit Finanz-Ratingagenturen im April 2004. Foto: Gerold Kier.

⁸³ Hesse 2004

6.3 Welchen Beitrag kann jede(r) Einzelne leisten?

Sich informieren.

Sich über die Folgen seines Tuns sowie über Klimaschutzmaßnahmen und ihre Wirksamkeit auf dem Laufenden halten. Es gibt eine Vielzahl an Möglichkeiten, die jeder und jede Einzelne nutzen kann. Jede kleine Aktion, die zum Klimaschutz beiträgt, ist wichtig. Doch sollte man sich auch über die sehr unterschiedliche Wirksamkeit von Maßnahmen bewusst sein und nach Möglichkeit vor allem dort Emissionen einsparen, wo es viel bringt.⁸⁴

Dort sparen, wo es auch wirklich etwas bringt. Im privaten Bereich haben den mit Abstand größten Anteil am direkten und indirekten Treibhausgasausstoß:

Auto- und Flugverkehr:

Durch einen Hin- und Rückflug nach Neuseeland schädigt ein einzelner Passagier das Klima stärker als durch den gesamten (übrigen) jährlichen Konsum eines durchschnittlichen Bundesbürgers. Einmal von Köln nach Berlin und zurück mit der Bahn zu fahren, anstatt zu fliegen oder mit dem Auto zu fahren, bringt mehr für das Klima als der Austausch von drei 60-Watt-Birnen gegen Energiesparlampen, wenn alle Birnen ein Jahr lang täglich drei Stunden brennen.⁸⁵ Im Sinne des Klimaschutzes gilt es folglich, das Flugzeug als Transportmittel soweit wie möglich zu meiden. Für nicht vermeidbare Flüge gibt es die bereits oben dargelegte Möglichkeit, den Schaden für das Klima zumindest teilweise wieder auszugleichen.

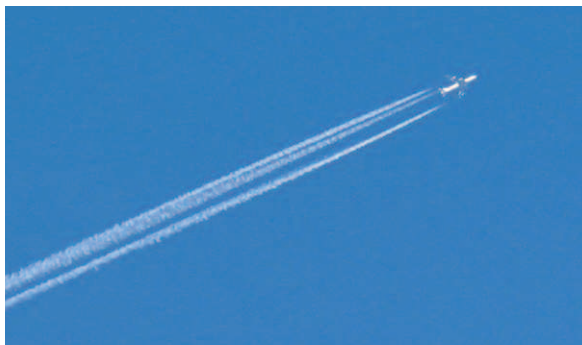


Abb. 24: Der Flugverkehr - eines der am stärksten wachsenden Probleme für das Klima

Foto: Gerold Kier

⁸⁴ Eine gute Erläuterung über eine Vielzahl weiterer Maßnahmen findet sich z.B. bei: Deutsche Energieagentur 2004

⁸⁵ Quelle: Eigene Berechnung auf der Grundlage der Emissionsrechner von Atmosfair (<http://www.atmosfair.de>) und der Bahn AG (<http://www.bahn.de/umweltmobilcheck>)

Heizung:

Tipps: Bei längerer Abwesenheit und in wenig genutzten Räumen die Heizung herunterdrehen. Stoßlüften statt Dauerlüften mit dem Kippfenster hat ebenfalls einen großen Effekt. Außerdem: Ein Grad weniger Raumtemperatur bringt 6 % Einsparung – übrigens auch bei den Kosten – und für die Wärmedämmung gibt es umfangreiche staatliche Förderprogramme.



Abb. 25: Ein Grad weniger bringt 6% Einsparung

Foto: Dietmar Putscher

Ernährung:

Da die Produktion von Fleisch im Durchschnitt um ein Mehrfaches energieintensiver ist als die Herstellung einer gleichwertigen Menge von Gemüse und Obst, ist eine fleischarme Ernährungsweise ein aktiver Beitrag zum Klimaschutz. Bei Rindfleisch ist neben der aufgewendeten Energie auch der Methanausstoß durch die Rinder selbst eine nicht unerhebliche Belastung für das Klima. Tipp: Nicht öfter als ein- bis dreimal pro Woche Fleisch essen – vorzugsweise solches, das nach ökologischen Kriterien erzeugt wurde. Wer insgesamt auf eine ausgewogene Kost setzt, lebt nicht nur gesünder, sondern reduziert neben den Treibhausgasemissionen auch die vielen weiteren Probleme der Massentierhaltung. Außerdem können durch den Kauf regionaler Produkte aufgrund der geringeren Transportwege große Mengen CO₂ eingespart werden.



Abb. 26: Fleischarme Ernährung ist ein Beitrag zum Klimaschutz

Foto: Dietmar Putscher



Abb. 27: Unsere schöner Heimatplanet Erde, Blick auf Afrika, oben Europa, Foto: DLR 2004

■ Die richtige Wahlentscheidung treffen:

Dies gilt nicht nur für Bundestags- und Europaparlaments-, sondern auch für Landtags- und Kommunalwahlen. Denn wichtige Entscheidungen für oder gegen den Klimaschutz werden auf allen Ebenen getroffen, somit kann der Klimaschutz in allen Fällen ein wichtiges Wahlkriterium sein. Umweltverbände veröffentlichen vor Wahlen meistens „Wahlprüfsteine“, die bei der Entscheidung helfen können. Hier kommt dann aber oft das Phänomen der „kognitiven Dissonanz“ zum Tragen: Viele Menschen stimmen zunächst für mehr Klimaschutz, lehnen entsprechende Maßnahmen dann jedoch ab, sobald sie selbst betroffen sind.

■ Investieren in Strom aus Erneuerbaren Energien:

Der Bezug von Strom aus Erneuerbaren Energien und ggf. der Wechsel des Stromversorgers ist heute in den meisten Fällen problemlos möglich. Angebote gibt es bei vielen lokalen Stromversorgern, aber auch überregional. Wichtig ist, dass die Angebote wirklich glaubwürdig sind. Daher sind Anbieter mit den Siegeln „ok-Power“ oder dem „Grüner-Strom-Label“ zu empfehlen. Der Bau oder die Beteiligung an Erneuerbaren Energieprojekten (z.B. Solarstrom, Windkraft) ist eine Geldanlage, die Rendite und Klimaschutz verbindet. Bürgersolarparks ermöglichen eine Beteiligung auch mit kleinen Geldbeträgen und auch, wenn man kein eigenes Dach besitzt. Manche Projekte kombinieren solche Anlagen mit Energieeinsparmaßnahmen, um den Klimaschutznutzen zu erhöhen.

■ Die Klima-Konsequenzen von Kaufentscheidungen berücksichtigen:

In dem Maße wie Politik zunehmend von der Wirtschaft gestaltet wird, müssen Bürger ihre demokratischen Rechte nicht nur mit dem Wahlzettel, sondern auch mit der Geldbörse

wahrnehmen. Dies gilt sowohl für die Geldanlage als auch für die Entscheidung für bestimmte Produkte und Dienstleistungen. Beispielsweise fällen wir beim Autofahren Entscheidungen pro und kontra Klimaschutz nicht nur hinsichtlich des eigenen Spritverbrauchs: Verkauft mir meine Tankstelle nur Benzin, oder gehört sie eventuell zu einem Konzern, der (im Gegensatz zu anderen) aktive Lobbyarbeit gegen Klimaschutzbemühungen der Politik betreibt? Bietet mir mein Autoclub nur eine Dienstleistung wie z.B. Abschleppdienst an, oder gehört er eventuell zu denen, die sich (im Gegensatz zu anderen Anbietern solcher Dienstleistungen) gegenüber der Politik und in der Öffentlichkeitsarbeit für eine einseitige Förderung des Straßenverkehrs einsetzen?



Abb. 28: Solarthermische Anlage

Solche Anlagen – hier auf einem Hausdach in Griechenland – sind ein Beispiel für eine schon heute kosteneffiziente Nutzung Erneuerbarer Energien. Foto: G.Kier

■ Selbstvertrauen haben:

Erkennen, dass sich nur etwas bewegen kann, wenn sich jeder selbst bewegt. Mut haben, auch gegen den Trend etwas zu tun, was man selbst für richtig hält.

■ Gemeinsam handeln:

Sich mit anderen zusammenschließen und etwas für den Klimaschutz tun. Durch Mitarbeit oder Spenden Organisationen unterstützen, die sich für Klimaschutz einsetzen.

■ Einfach noch mal nachdenken:

Sich klar machen, welche großen Vorteile für zukünftige Generationen schon relativ kleine Veränderungen des eigenen Handelns haben. Sich überlegen, ob man etwas tut, weil es schöner und angenehmer ist als klimafreundlichere Alternativen, oder vielleicht doch eher aus Gewohnheit.

7. WEITERFÜHRENDE LITERATUR UND INTERNETSEITEN

■ 7.1 Weiterführende Literatur

BMBF - Bundesministerium für Bildung und Forschung (2003): Herausforderung Klimawandel.
<http://www.bmbf.de/pub/klimawandel.pdf>

Claussen (2003): Klimaänderungen: Mögliche Ursachen in Vergangenheit und Zukunft.
In: Zeitschrift für Umweltchemie und Ökotoxikologie 15 (1) 21 – 30.
http://www.pik-potsdam.de/~clausen/papers/clausen_klima_uwsf_03.pdf

Climate Action Network (2002): Gefährlichen Klimawandel verhindern!
<http://www.germanwatch.org/kliko/ks10.htm>

Climate Action Network (2003): Klimaschutz nach 2012.
<http://www.germanwatch.org/kliko/ks19.htm>

Deutsche Umwelt- und Entwicklungsverbände (2003): Klimaschutz in Deutschland bis 2020.
<http://www.germanwatch.org/rio/spd2020.htm>

Lozán, J.L.; Graßl, H.; Hupfer, P. (1998): Warnsignal Klima. Wissenschaftliche Fakten. Hamburg.

Lynas, M. (2004): Sturmwarnung - Berichte von den Brennpunkten der globalen Klimakatastrophe.
Riemann Verlag, München.

Oberthür, S.; Ott, H.E. (2002): Das Kyoto-Protokoll: Internationale Klimapolitik für das 21. Jahrhundert.
Verlag Leske + Budrich, Opladen.

Schönwiese, C.-D. (1992): Klima im Wandel. Tatsachen, Irrtümer, Risiken.
Deutsche-Verlags-Anstalt GmbH

UNFCCC (1999): Klimaänderungen besser verstehen. Ein Leitfaden für Anfänger zur Klimakonvention der Vereinten Nationen und zum Protokoll von Kyoto.
http://unfccc.int/resource/docs/publications/beginner_ge.pdf

UNFCCC (2002): Climate Change Information Kit.
http://unfccc.int/resource/docs/publications/infokit_2002_en.pdf

WBGU - Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2003): Über Kyoto hinaus denken - Klimaschutzstrategien für das 21. Jahrhundert.
http://www.wbgu.de/wbgu_sn2003.html

WBGU - Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2003): Welt im Wandel - Energiewende zur Nachhaltigkeit.
http://www.wbgu.de/wbgu_jg2003.html

7.2 Weiterführende Publikationen von Germanwatch

Unterrichtsmaterialien

- Klimaschutz Aktionsheft: enthält Anleitungen für ein Rollenspiel sowie für ein Unterrichtsprojekt sowie eine umfangreiche Materialliste.
www.germanwatch.org/rio/k-aktion.htm
- Arbeitsblätter: www.germanwatch.org/rio/ab.htm

Fallbeispiele zu Auswirkungen des Klimawandels:

- Meeresspiegelanstieg in Bangladesch und den Niederlanden.
Ein Phänomen, verschiedene Konsequenzen
<http://www.germanwatch.org/klak/fb-ms-d.htm>
- Gletschersee-Ausbrüche in Nepal und der Schweiz. Neue Gefahren durch den Klimawandel
<http://www.germanwatch.org/klak/fb-gl-d.htm>
- Klimawandel – Eine Herausforderung für Tuvalu
<http://www.germanwatch.org/klak/fb-tuv-d.htm>
- Klimawandel in der Arktis - Ein Resümee des ACIA-Berichts
<http://www.germanwatch.org/rio/acia05.htm>

Foliensätze (jeweils mit Begleittext):

- Erneuerbare Energien – Eine Chance für Ressourcengerechtigkeit und Bewahrung der natürlichen Lebensgrundlagen
<http://www.germanwatch.org/folien/ee/index.htm>
- Der Handel mit Treibhausgasreduktionen in der EU
<http://www.germanwatch.org/folien/eu-et>
- Klimaschutz im Fluge... Der Luftverkehrssektor und seine Verantwortung für den globalen Klimawandel
<http://www.germanwatch.org/folien/flug>
- Klimaschutz durch Entwicklung – Entwicklung durch Klimaschutz.
Die klimarelevanten Aspekte des Weltgipfels für nachhaltige Entwicklung, Johannesburg 2002
<http://www.germanwatch.org/folien/wssd2002>
- Die Einbeziehung der Entwicklungsländer in das Klimaregime
<http://www.germanwatch.org/folien/elkreg>
- Klimaschutz als Aufgabenfeld der Entwicklungspolitik
<http://www.germanwatch.org/folien/klima-ez>

Weitere Infos:

- Fakten, die Sie nicht überfliegen sollten
<http://www.germanwatch.org/klak/flug04.htm>
- Globaler Klimawandel: Neue und stärkere Evidenz. Briefing Papier über den Dritten Sachstandbericht des IPCC
<http://www.germanwatch.org/rio/bpipcc01.htm>

7.3 Weiterführende Internetseiten

Deutschsprachige Seiten

- Hamburger Bildungsserver. <http://www.hamburger-bildungsserver.de/index.phtml?site=klima>
- Umweltbundesamt. <http://www.umweltbundesamt.de/klimaschutz>
- Bundesumweltministerium. <http://www.bmu.de/klimaschutz>
- Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung. <http://www.pik-potsdam.de>
- Germanwatch: Infos zum Thema Klimaschutz. <http://www.germanwatch.org/rio>

Englischsprachige Seiten:

- UNEP/GRID Arendal. <http://www.grida.no/climate>
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. <http://www.ipcc.ch>
- UN-Klimasekretariat. <http://www.unfccc.int>
- NOAA - US National Oceanic and Atmospheric Administration. <http://www.noaa.gov>
- CLIVAR - An international research programme on Climate Variability and Predictability.
<http://www.clivar.org>

8. IM TEXT ZITIERTE QUELLEN

- Bals (2002):** Zukunftsfähige Gestaltung der Globalisierung. In: Zur Lage der Welt 2002 (Hg.: Worldwatch Institute, in Kooperation mit Germanwatch). <http://www.germanwatch.org/rio/cb02sow.pdf>
- Bender, H.-U. (2001):** Fundamente. Geographisches Grundbuch für die Sekundarstufe II. Gotha, S. 37, ergänzt
- Bolin, B. (1998):** Key features of the global climate system to be considered in analysis of the climate change issue. In: Environment and Development Economics 3 (3), S. 348-365.
- Brockhagen (2004):** Hintergrundpapier: Neue Forschungsergebnisse zu Flugverkehr und Klima. <http://www.germanwatch.org/rio/flug04hg.htm>
- Bundesumweltministerium (2003):** Hintergrundinformationen Internationaler Klimaschutz, http://www.bmu.de/files/hintergrund_klimaschutz.pdf, Zugriff am 31.1.05
- Butzengeiger, S. & Horstmann, B. (2004):** Meeresspiegelanstieg in Bangladesch und den Niederlanden. Ein Phänomen, verschiedene Konsequenzen. Bonn. <http://www.germanwatch.org/klak/fb-ms-d.htm>
- CAN (2002):** Preventing dangerous climate change. <http://www.climatenetwork.org/docs/CAN-adequacy3010202.pdf>. In deutscher Übersetzung abrufbar unter <http://www.germanwatch.org/klako/ks10.htm>
- CDIAC (2005):** Online Trends. A Compendium of Data on Global Change. Atmospheric Carbon Dioxide and Carbon Isotope Records. <http://cdiac.esd.ornl.gov/trends/co2/contents.htm>
- Denkhaus, U. (2004):** Hintergrundpapier: Erneuerbare Energien - eine Chance für ländliche Gebiete des Südens. <http://www.germanwatch.org/rio/eeland04.htm>
- Deutsche Energieagentur (2004):** Klimafibel - Einfache Energiespartips für zu Hause und unterwegs. http://www.thema-energie.de/media/article003516/Klimaschutzbrochure_lang_a.pdf
- DIW (2001):** CO₂-Emissionen: Trendwende noch nicht in Sicht. Wochenbericht 45/2001, Berlin. <http://www.diw.de/deutsch/produkte/publikationen/wochenberichte/docs/01-45-1.html>
- DIW (2004):** Nach wie vor keine sichtbaren Erfolge der weltweiten Klimaschutzpolitik. Wochenbericht 37/2004, Berlin. <http://www.diw.de/deutsch/produkte/publikationen/wochenberichte/docs/04-37-1.html>
- Duckat, R., Treber, M., Bals, C. & Kier, G. (2004):** Diskussionspapier: CO₂-Abscheidung und -Lagerung als Beitrag zum Klimaschutz? <http://www.germanwatch.org/rio/ccs04.htm>.
- ECF/PIK (2004):** What is dangerous climate change? Results of a Symposium on Key Vulnerable Regions and Climate Change, http://www.european-climate-forum.net/pdf/ECF_beijing_results.pdf
- Energy Information Administration (2004):** International Energy Annual 2002, Washington.
- European Community (1996):** Climate Change - Council Conclusions 8518/96 (Presse 188-G) 25/26.VI.96
EU-Kommission (2005): Strategie für eine erfolgreiche Bekämpfung der globalen Klimaänderung.
(KOM (2005) 35 endg.) http://www.europa.eu.int/comm/environment/climat/pdf/comm_de_050209.pdf
- Gardner, G., Assadourian, E. & Sarin, R. (2004):** Zum gegenwärtigen Stand des Konsums. In: Worldwatch Institute (Hrsg.): Zur Lage der Welt 2004 - Die Welt des Konsums, S. 39-72
- Germanwatch (2004):** Fakten, die Sie nicht überfliegen sollten. <http://www.germanwatch.org/klak/flug04.htm>
- Graßl, H. (1998):** Szenarien der Klimaveränderung durch den Menschen - Eine anhaltende Herausforderung für den Menschen. In: Lozán, J.L.; Graßl, H.; Hupfer, P. (Hrsg.): Warnsignal Klima - Wissenschaftliche Fakten. Hamburg, S. 11-15.
- Hesse (2004):** Das Klima wandelt sich. Integration von Klimachancen und -risiken in die Finanzberichterstattung. <http://www.germanwatch.org/rio/si-ber04.htm>
- Horstmann, B. (2004):** Gletschensee-Ausbrüche in Nepal und der Schweiz - Neue Gefahren durch den Klimawandel. Bonn. <http://www.germanwatch.org/klak/fb-gl-d.htm>
- IEA (2004):** CO₂ emissions from fuel combustion, Paris.
- International Conference for Renewable Energies (2004):** International Action Programme. http://www.renewables2004.de/en/2004/outcome_actionprogramme.asp
- IPCC (1999):** Aviation and the global atmosphere, New York. <http://www.ipcc.ch/pub/reports.htm>
- IPCC (2000):** Special Report on Emission Scenarios. <http://www.ipcc.ch/pub/reports.htm>
- IPCC (2001a):** Climate Change - The Scientific Basis, New York. <http://www.ipcc.ch/pub/reports.htm>
- IPCC (2001b):** Climate Change 2001 - Impacts, Adaptation, and Vulnerability, New York. <http://www.ipcc.ch/pub/reports.htm>
- Justus-Perthes-Verlag (1998):** TERRA Thema Globaler Klimawandel. Justus-Perthes-Verlag Gotha GmbH, Gotha.
- Kasang, D. (2004):** Verändert der Mensch das Klima? Hamburger Bildungsserver, <http://www.hamburger-bildungsserver.de/welcome.phtml?unten=/klima/klimawandel/ursachen/ursachen.html>, Zugriff am 18.4.05
- Kasang, D. (2005):** Klima und Energie, Hamburger Bildungsserver, <http://www.hamburger-bildungsserver.de/index.phtml?site=klima>, Zugriff am 31.1.05.
- Kraus, H. (2004):** Die Atmosphäre der Erde. Eine Einführung in die Meteorologie. Springer Verlag, Heidelberg.

- Lauer, W. (1995):** Klimatologie. In: Das Geographische Seminar. 2.Auflage, Braunschweig.
- Maisch, M. & Haeberli, W. (2003):** Die rezente Erwärmung der Atmosphäre. Folgen für die Schweizer Gletscher. In: Geographische Rundschau, Band 55 (2), 4-13.
- Meinshausen (2005):** On the risk of overshooting 2°C. Paper presented at Scientific Symposium "Avoiding Dangerous Climate Change", MetOffice, Exeter, 1-3 February 2005.
http://www.up.umnw.ethz.ch/~mmalte/simcap/publications/meinshausenm_risk_of_overshooting_final_webversion.pdf
- Münchener Rück (2004a):** Topics Geo – Jahresrückblick auf Naturkatastrophen 2003, München.
http://www.munichre.com/publications/302-04320_de.pdf?rdm=21626
- Münchener Rück (2004b):** Wetterkatastrophen und Klimawandel - Sind wir noch zu retten? München.
- Münchener Rück (2005):** Topics Geo. Jahresrückblick Naturkatastrophen 2004, München.
http://www.munichre.com/publications/302-04320_de.pdf
- Nicholls, J.R., Hoozemans, F.M.J. & Marchand, M. (1999):** Increasing flood risk and wetland losses due to global sealevel rise: regional and global analyses, Global Environmental Change 9, S. 69-87
- Nisbet, E. G. (1994):** Globale Umweltveränderungen: Ursachen, Folgen, Handlungsmöglichkeiten. Klima, Energie, Politik. Heidelberg.
- OECD (2003):** Development and Climate Change in Tanzania: Focus on Mount Kilimandjaro, Paris.
<http://www.oecd.org/dataoecd/47/0/21058838.pdf>
- Parmesan, C. & Yohe, G. (2003):** A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. Nature 421, 37-42.
- Raffarin, J.P. (2003):** Rede am 19.2.03. Auszüge in deutscher Übersetzung abrufbar unter
<http://www.germanwatch.org/kliko/k25f+uk.htm>
- Rahmstorf, S. (2003):** The Thermohaline Ocean Circulation. A Brief Fact Sheet.
http://www.pik-potsdam.de/~stefan/thc_fact_sheet.html
- Ralston, H., Horstmann, B. & Holl, C. (2004):** Klimawandel - eine Herausforderung für Tuvalu, Bonn.
<http://www.germanwatch.org/klak/fb-tuv-d.htm>
- Schönwiese, C.D. (2004):** Globaler Klimawandel im Industriezeitalter, in: Geographische Rundschau Januar 2004, S. 4-9, Braunschweig.
- Simonett, O. (1989):** Potential impacts of global warming. GRID Geneva, case studies on climatic change. Geneva.
- SPD und Bündnis 90/Grüne (2002):** Erneuerung - Gerechtigkeit - Nachhaltigkeit. Koalitionsvereinbarung vom 16.10.02. (die für den Klimaschutz relevanten Passagen sind dokumentiert unter:
<http://www.germanwatch.org/kliko/ks07kv.htm>)
- Stott, P.A., Stone, D.A. & Allen, M.R (2004):** Human contribution to the European heatwave of 2003, in: Nature, Bd. 432. S. 610-614.
- Swiss RE (2004):** Hurrikan-Saison 2004 - ungewöhnlich, aber nicht unerwartet, Fokus Report, [http://www.swissre.com/INTERNET/pwsfilpr.nsf/vwFilebyIDKEYLu/ULUR-677BC5/\\$FILE/Publ04_HurricaneSaison2004_de.pdf](http://www.swissre.com/INTERNET/pwsfilpr.nsf/vwFilebyIDKEYLu/ULUR-677BC5/$FILE/Publ04_HurricaneSaison2004_de.pdf), Zugriff am 31.1.05
- Treber, M. (1998a):** Infrastrukturelle Anbindung der Flughäfen - die unbeachtete Subventionierung des Flugverkehrs.
<http://www.germanwatch.org/rio/apfluinf.htm>
- Treber, M. (1998b):** Verhandlungskrimi in Kyoto. <http://www.germanwatch.org/rio/cop3krim.htm>
- Treber, M., Bals, C. & Kier, G. (2003a):** Die Industrieländer im Lichte des Emissionsziels der Klimakonvention.
<http://www.germanwatch.org/rio/bp2000il.htm>
- Treber, M., Kirchmair, A. & Kier, G. (2003b):** Die Subventionierung des Flugverkehrs.
<http://www.germanwatch.org/rio/bpflug03.htm>
- Umweltbundesamt (2005):** Klimaschutz in Deutschland bis 2030 - Endbericht zum Forschungsvorhaben Politik-szenarien III, Berlin. <http://www.umweltbundesamt.org/fpdf-l/2822.pdf>
- WBGU (2003):** Über Kioto hinausdenken - Klimaschutzstrategien für das 21. Jahrhundert, Sondergutachten, Berlin.
http://www.wbgu.de/wbgu_sn2003.html
- Weltbank (2003):** Weltentwicklungsbericht 2003: Nachhaltige Entwicklung in einer dynamischen Welt, New York.
- Weizsäcker, E. U. v. (1999):** Das Jahrhundert der Umwelt, Frankfurt/New York.
- Weltbank (2003):** Weltentwicklungsbericht 2003: Nachhaltige Entwicklung in einer dynamischen Welt-Institutionen, Wachstum und Lebensqualität verbessern, Bonn.
- WHO (2002):** World Health Report 2002. http://www.who.int/entity/whr/2002/en/whr02_en.pdf
- World Resources Institute (2002):** Contributions to global warming map,
http://climate.wri.org/pubs_content_text.cfm?ContentID=2648, Zugriff am 7.6.05
- Wu, W. & Yin, Y. (2004):** Development of China's Light-Duty Passenger Vehicles Fuel Consumption Standards and Their Implications to Energy Savings. China Automobile Technology and Research Center: Shanghai.
<http://www.iea.org/textbase/work/2004/shanghai/Catarc.PDF>

GERMANWATCH

Wir sind eine gemeinnützige, unabhängige und überparteiliche Nord-Süd-Initiative. Seit 1991 engagieren wir uns in der deutschen, europäischen und internationalen Nord-Süd-, Handels- und Umweltpolitik.

Ohne strukturelle Veränderungen in den Industrieländern des Nordens ist eine sozial gerechte und ökologisch verträgliche Entwicklung weltweit nicht möglich. Wir setzen uns dafür ein, die politischen Rahmenbedingungen am Leitbild der sozialen und ökologischen Zukunftsfähigkeit für Süd und Nord auszurichten.

Unser Engagement gilt vor allem jenen Menschen im Süden, die von den negativen Auswirkungen der Globalisierung und den Konsequenzen unseres Lebens- und Wirtschaftsstils besonders betroffen sind. Wir treten dafür ein, die Globalisierung ökologisch und sozial zu gestalten!

Germanwatch arbeitet an innovativen und umsetzbaren Lösungen für diese komplexen Probleme. Dabei stimmen wir uns eng mit Organisationen in Nord und Süd ab.

Wir stellen regelmäßig ausgewählte Informationen für Entscheidungsträger und Engagierte zusammen, mit Kampagnen sensibilisieren wir die Bevölkerung. Darüber hinaus arbeiten wir in gezielten strategischen Allianzen mit konstruktiven Partnern in Unternehmen und Gewerkschaften zusammen, um intelligente Lösungen zu entwickeln und durchzusetzen.

Zu den Schwerpunkten unserer Arbeit gehören:

- Verantwortungsübernahme für Klimaschutz und Klimaopfer durch wirkungsvolle, gerechte Instrumente und ökonomische Anreize
- Gerechter Welthandel und faire Chancen für Entwicklungsländer durch Abbau von Dumping und Subventionen im Agrarhandel
- Einhaltung sozialer und ökologischer Standards durch multinationale Unternehmen
- Ökologisches und soziales Investment

Möchten Sie uns dabei unterstützen? Für unsere Arbeit sind wir auf Spenden und Beiträge von Mitgliedern und Förderern angewiesen. Spenden und Mitgliedsbeiträge sind steuerlich absetzbar.

Weitere Informationen erhalten Sie unter www.germanwatch.org oder bei einem unserer beiden Büros:

Germanwatch Büro Bonn

Dr. Werner-Schuster-Haus
Kaiserstr. 201
D-53113 Bonn
Telefon +49 (0)228 / 60492-0, Fax, -19

Germanwatch Büro Berlin

Voßstr. 1
D-10117 Berlin
Telefon +49 (0)30 / 288 8356-0, Fax -1

E-mail: info@germanwatch.org

Internet: www.germanwatch.org



Per Fax an:
+49-(0)30 / 2888 356-1

Oder per Post:

Germanwatch e.V.
Büro Berlin
Voßstr. 1
D-10117 Berlin

Ja, ich unterstütze die Arbeit von Germanwatch.

Ich werde Fördermitglied zum Monatsbeitrag von Euro..... (ab 5 Euro)

Zahlungsweise: jährlich vierteljährlich monatlich

Ich unterstütze die Arbeit von Germanwatch durch eine Spende von

Euro..... jährlich, Euro..... vierteljährlich

Euro..... monatlich, Euro..... einmalig

Name _____

Straße _____

PLZ/Ort _____

Telefon _____

E-Mail _____

Bitte buchen Sie die obige Summe von meinem Konto ab:

Geldinstitut _____

BLZ _____ Konto-Nr. _____

Datum, Unterschrift _____