

GLOBALER KLIMAWANDEL:

URSACHEN, FOLGEN,
HANDLUNGSMÖGLICHKEITEN

NEUAUFLAGE
2011



GERMANWATCH

Impressum

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

Schiffbauerdamm 15
D-10117 Berlin
Tel.: +49 (0) 30 - 28 88 356 - 0
E-Mail: info@germanwatch.org

www.germanwatch.org

Spendenkonto 32 123 00
Bank für Sozialwirtschaft AG
BLZ 100 205 00



Die Germanwatch-Klimaexpedition zeigt Live-Satellitenbilder in Schulen. Klimazusammenhänge werden so leicht verständlich und technisch faszinierend dargestellt.



Abschluss der UN-Klimakonferenz in Bali, 15.12.2007

3. überarbeitete Auflage, Dezember 2010

AutorInnen 3. Auflage:

Boris Schinke, Sven Harmeling, Rixa Schwarz,
Sönke Kreft, Manfred Treber, Christoph Bals

Redaktion:

Tobias Rothenbücher, Katrin Fillies

Layout:

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

Bestellnummer: 10-2-20

ISBN 978-3-939846-78-9

Gedruckt auf 100% Recycling-Papier

Gefördert durch:



Bundesministerium für
wirtschaftliche Zusammenarbeit
und Entwicklung

Die Verantwortung für den Inhalt dieser
Veröffentlichung liegt bei Germanwatch.

Inhalt

| | |
|---|----|
| Einleitung | 5 |
| 1. Klima und Treibhauseffekt | 6 |
| 1.1 Das Klima | 6 |
| 1.2 Der natürliche Treibhauseffekt | 7 |
| 1.3 Der Kohlenstoffkreislauf | 7 |
| 2. Klimawandel heute | 10 |
| 2.1 Das Klima ändert sich | 10 |
| <i>Info-Kasten 1: IPCC – höchste Autorität der Klimawissenschaft auf dem Prüfstand</i> | 11 |
| 2.2 Auswirkungen des Klimawandels | 13 |
| <i>Info-Kasten 2: Was ist eine Wetterkatastrophe?</i> | 17 |
| 2.3 Der menschgemachte Treibhauseffekt | 20 |
| 2.4 Belege für den menschlichen Einfluss auf das Klima | 22 |
| 3. Klimawandel der Zukunft | 25 |
| 3.1 Veränderungen der Klimaparameter | 26 |
| 3.2 Zunahme von wetterbedingten Extremereignissen | 27 |
| 3.3 Anstieg des Meeresspiegels | 27 |
| 3.4 Kipp-Elemente des Klimasystems und ihre Folgen | 28 |
| <i>Info-Kasten 3: Zwei Grad und nicht mehr</i> | 29 |
| 4. Opfer und Täter des Klimawandels | 33 |
| 4.1 Die Betroffenen des Klimawandels: Mensch und Umwelt | 33 |
| 4.2 Regionale Betroffenheit | 37 |
| <i>Info-Kasten 4: Womit wir in Deutschland rechnen müssen</i> | 40 |
| 5. Die Verursacher des Klimawandels | 42 |
| 5.1 Welche Länder sind die Hauptverursacher von Treibhausgasemissionen? | 42 |
| 5.2 Absolute und Pro-Kopf-Emissionen heute | 43 |
| 5.3 Emissionen nach Sektoren | 44 |
| 5.4 Trends bei den Treibhausgasemissionen | 46 |
| <i>Infokasten 5: Wirtschaftskrise, Klimaschutz und „grüne“ Konjunkturprogramme</i> | 47 |
| 5.5 Ursachen für Veränderungen des CO ₂ -Ausstoßes | 48 |
| 6. Herausforderungen für die Klimapolitik | 51 |
| 6.1 Internationale Klimagerechtigkeit | 51 |
| 6.2 Geschichte der Klimapolitik: Von Rio über Kyoto nach Kopenhagen | 52 |
| 6.3 Die Klimagipfel von Kopenhagen und Cancún | 53 |
| 6.4 Handeln – Verhandeln – Koalitionen: Grundlage einer klimapolitischen Aufwärtsspirale? | 56 |
| 6.5 EU, Deutschland und China als Vorreiter? | 57 |
| 6.6 USA zwischen Ambition und Bremsmanövern | 59 |
| 6.7 Anpassung an den Klimawandel | 60 |
| <i>Info-Kasten 6: Der Wald als Senke und Reservoir von CO₂</i> | 62 |
| 6.8 Technologien und Finanzmarkt | 62 |
| 6.9 Demokratie und die große Transformation | 63 |
| <i>Info-Kasten 7: Flugverkehr und Klimaschutz</i> | 64 |
| <i>Info-Kasten 8: Geo-Engineering</i> | 65 |
| 7. Maßnahmen zum Klimaschutz | 67 |
| 7.1. Was kann die Politik tun? | 67 |
| 7.2. Was kann die Wirtschaft tun? | 70 |
| 7.3. Was können die Bürger tun? | 72 |
| 8. Im Text zitierte Literatur | 78 |

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

| | | |
|----------|--|----|
| Abb. 1: | Schematische Darstellung des Treibhauseffekts | 6 |
| Abb. 2: | Der Kohlenstoffkreislauf | 8 |
| Abb. 3: | Gemessene und simulierte Temperaturabweichungen vom langjährigen Mittel (1901-1950) seit 1906 für verschiedene Regionen der Erde | 10 |
| Abb. 4: | „Reasons for Concern“: Vergleich IPCC 2001 mit IPCC 2007 | 13 |
| Abb. 5: | Veränderung des Vernagtferners in den Ötztaler Alpen 1844-2001 | 14 |
| Abb. 6: | Ausdehnung des arktischen Meereises im Vergleich zu 1979-2000 | 15 |
| Abb. 7: | Rückzug der Aufsetzlinie des Jakobshavn Isbrae 1850-2006 an der Westküste Grönlands | 16 |
| Abb. 8: | Weltweite Großkatastrophen (1950-2009) | 18 |
| Abb. 9: | Temperatur- u. Treibhausgasentwicklung in den letzten 800.000 Jahren | 20 |
| Abb. 10: | Temperaturkurven der IPCC-Leitszenarien bis 2100 | 26 |
| Abb. 11: | Beobachteter Meeresspiegelanstieg seit 1975 | 28 |
| Abb. 12: | Kipp-Elemente mit Temperaturschwellen (gegenüber 1880), die in diesem Jahrhundert angestoßen werden könnten | 30 |
| Abb. 13: | Erwartete Auswirkungen des Klimawandels auf Ökosysteme, Wasser- und Ernährungssicherheit, Gesundheit und Wirtschaft bei unterschiedlicher Erwärmung (im Vgl. zu 1880) | 34 |
| Abb. 14: | Sicherheitsrisiken durch Klimawandel: ausgewählte Brennpunkte | 36 |
| Abb. 15: | Betroffenheit von Naturkatastrophen in Entwicklungs- und Industrieländern | 38 |
| Abb. 16: | Temperatur- und Niederschlagsänderungen in Afrika bis 2100. Modellsimulation nach dem Szenario A1B des Weltklimarats IPCC: Veränderung der Jahrestemperaturen und Jahresniederschläge 2080-2099 im Vergleich zu 1980-1999 | 38 |
| Abb. 17: | Temperatur und Niederschlagsänderungen in Südamerika bis 2100. Modellsimulation nach dem Szenario A1B des Weltklimarats IPCC: Veränderung der Jahrestemperaturen und Jahresniederschläge 2080-2099 im Vergleich zu 1980-1999 | 39 |
| Abb. 18: | Kumulierte energiebedingte CO ₂ -Emissionen 1900-1999 | 42 |
| Abb. 19: | Entwicklung der energiebedingten CO ₂ -Emissionen 1992-2007 (oder 2008) | 43 |
| Abb. 20: | Entwicklung der energiebedingten CO ₂ -Emissionen pro Einwohner zwischen 1990 und 2007 für neun ausgewählte Länder | 44 |
| Abb. 21: | Entwicklung der THG-Emissionen in Deutschland nach Sektoren 1990 bis 2008 | 45 |
| Abb. 22: | Anstiegsrate der CO ₂ -Emissionen | 46 |
| Abb. 23: | Weltweite Entwicklung von Emissionsfaktoren | 48 |
| Abb. 24: | Anteil der anthropogenen CO ₂ -Emissionen, der in der Atmosphäre und im Ozean verbleibt | 49 |
| Abb. 25: | Die drei Phasen der angestrebten Aufwärtsspirale des internationalen Klimaschutzes | 57 |
| Abb. 26: | Das „Anpassungskontinuum“ und Strategien zur Ernährungssicherung | 61 |

Tabellen:

| | | |
|------------|--|----|
| Tabelle 1: | Die wichtigsten anthropogenen Treibhausgase | 21 |
| Tabelle 2: | Großräumig wirksame Klimafaktoren und die zugehörigen Strahlungsantriebe und Temperatursignale (seit 1880) | 23 |
| Tabelle 3: | Die zugrundeliegenden Annahmen der Szenarien des IPCC | 25 |
| Tabelle 4: | Abschneiden der größten CO ₂ -Emittenten nach dem Klimaschutz-Index 2011 | 47 |

Einleitung

Der Klimawandel ist längst keine theoretische Möglichkeit mehr, die sich aus den Berechnungen von Computermodellen ergibt. Er ist auch kein Problem, das sich woanders oder in ferner Zukunft ereignet. Im Gegenteil: Er findet jetzt und auf unserem Planeten statt. Und dass dieser Wandel seit Mitte des vergangenen Jahrhunderts nicht durch andere Faktoren als das menschliche Handeln erklärbar ist, ist eine wissenschaftliche Tatsache.

Die weltweite Zunahme klimatischer Extremereignisse und Folgeerscheinungen bringen umfassende Herausforderungen mit sich: Veränderte Wettermuster, Starkniederschläge, Hitzewellen, Überschwemmungen, Stürme und Dürren, das Abschmelzen der polaren Eisschilde und vieler Gletscher sowie der Anstieg des Meeresspiegels haben bereits heute handfeste und unmittelbare Auswirkungen für Natur und Gesellschaft im Norden genauso wie im Süden.

Die Erde scheint aus den Fugen zu geraten und auch die Zukunft im Treibhaus ist bedrückend: Die Weltgemeinschaft befindet sich derzeit auf einem Emissionspfad, der ohne entschiedenes Gegensteuern bis Ende des Jahrhunderts in einer Temperaturerhöhung von vier bis sechs Grad Celsius münden könnte. Wichtige Teilsysteme unseres Planeten drohen umzukippen und könnten den Zustand eines stabilen Klimas schon bald abrupt beenden.

Die Konsequenzen für hunderte Millionen, wenn nicht Milliarden von Menschen wären dramatisch und Ausdruck enormer Ungerechtigkeit. Bereits heute machen Nahrungsmittelknappheit, Wassermangel, Krankheiten und Landflucht deutlich, dass diejenigen, die am wenigsten zum Klimawandel beigetragen haben, die Hauptlast seiner Folgen tragen. Betroffen sind vor allem die Armen und Ärmsten in den Entwicklungsländern: die kleinen Inselstaaten genauso wie die am wenigsten entwickelten Länder. Der Wohlstand zukünftiger Generationen ist ebenfalls gefährdet. Für alle steht nichts weniger als die Lebens- und Überlebensperspektive auf dem Spiel.

Um einer weiteren gefährlichen Störung des Klimasystems vorzubeugen, muss eine ernsthafte Klimaschutzpolitik deshalb auf zwei Säulen aufbauen:

1. Das Unbeherrschbare vermeiden

Durch eine deutliche Verminderung des Treibhausgasausstoßes gilt es, den Anstieg der globalen Mitteltemperatur auf so weit wie möglich unter zwei Grad Celsius gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen.

2. Das Unvermeidbare beherrschen

Da der Klimawandel schon im Gange ist und sich bestimmte Auswirkungen nicht mehr verhindern lassen, brauchen wir eine umfassende Anpassungsstrategie – insbesondere für die besonders verletzlichen Regionen und verwundbaren Menschengruppen.

Angesichts des starken Emissionswachstums in den Schwellenländern, lassen sich die Probleme nur mit ihnen gemeinsam lösen. Die Industrieländer müssen jedoch voran gehen. Zum einen aufgrund ihrer historischen Verantwortung – sie haben den größten Teil der bisher in der Atmosphäre angesammelten, menschengemachten Treibhausgasen zu verantworten. Zum anderen aufgrund ihrer politischen, technologischen und zum Teil auch finanziellen Möglichkeiten. Sie müssen durch aktives Handeln zu Hause, durch eine Vorreiterrolle beim internationalen Verhandeln sowie durch Koalitionen mit Schwellenländern, mit besonders betroffenen Nationen und mit Vorreiterstaaten den Weg zu einem postfossilen Wohlfahrtsmodell bahnen und die Unterstützung besonders betroffener Regionen bei der Bewältigung der unvermeidlichen Klimafolgen organisieren.

Die Zeit drängt. Naturgesetze lassen nicht mit sich verhandeln. Mit jedem Jahr, in dem wir ungebremst die Atmosphäre mit langlebigen Treibhausgasen anreichern, wird eine hinreichend wirkungsvolle Antwort auf die Klimafrage schwieriger und teurer. Innerhalb der jetzigen Dekade muss die globale Trendwende bei den Treibhausgasemissionen vollzogen werden, damit die Temperaturerhöhung unter zwei Grad stabilisiert wird und noch genügend Spielraum für ein menschenwürdiges Leben in einer gesunden Umwelt bleibt. Dazu gehört auch die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen. Ein einfaches Hinnehmen oder Wegsehen ist keine Alternative.

Für vorangehende Staaten bietet das viele Chancen: Ein Wohlstandsmodell jenseits der fossilen Energieträger stellt nicht nur spannende Möglichkeiten für Innovationsschübe und für die Erschließung von Zukunftsmärkten mit neuen Technologien und Arbeitsplätzen in Aussicht, sondern auch für einen kulturellen Zivilisationsschub. Ob dies gelingt, hängt nicht nur vom politischen Willen einiger Staats- und Regierungschefs, dem technischen Erfindungsgeist oder von Unternehmerinitiativen ab, sondern vor allem auch von der Vision, dem Engagement und dem Rückgrat jedes Einzelnen.

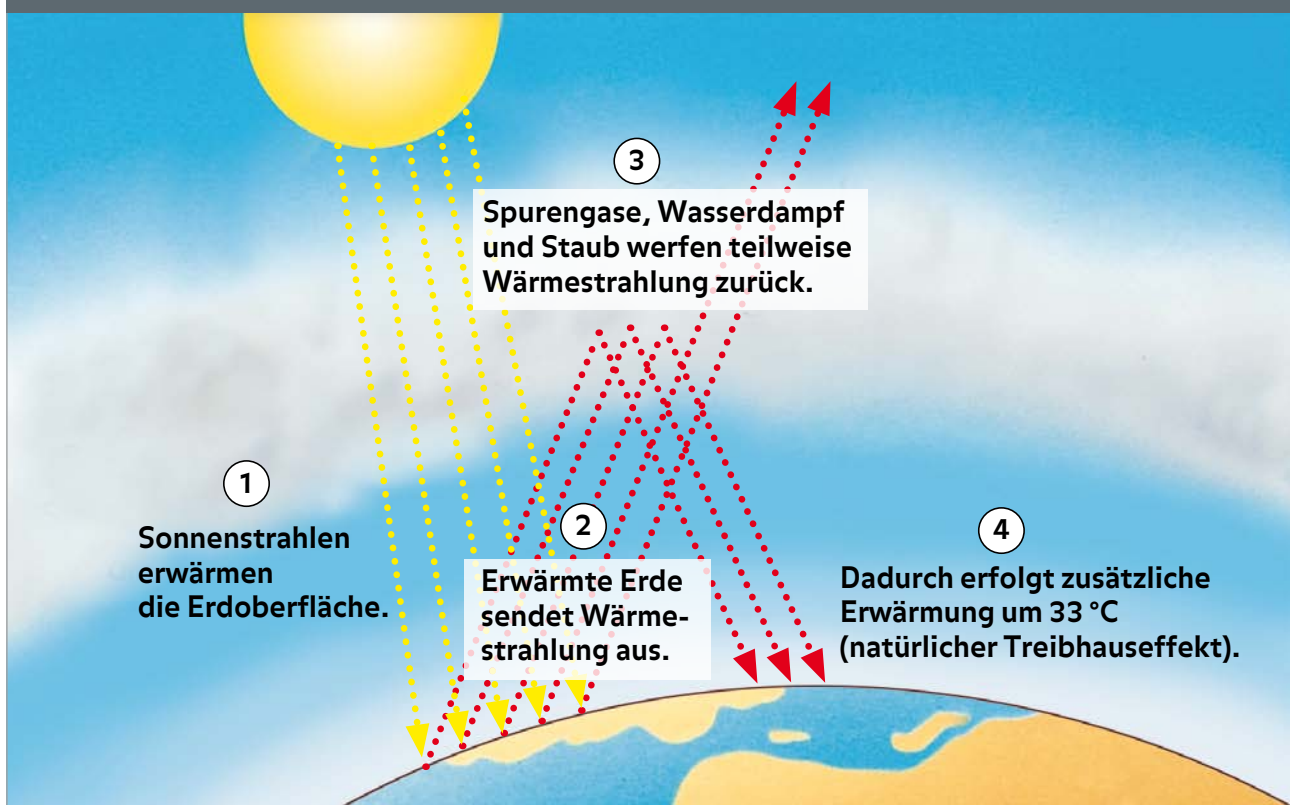
1. Klima und Treibhauseffekt

1.1 Das Klima

Wenn wir den globalen Klimawandel verstehen wollen, müssen wir uns zunächst mit dem Vokabular der Klimaforscher vertraut machen. Das Klima ist in der Wissenschaft exakt definiert: Es beschreibt die Gesamtheit der meteorologischen Erscheinungen (z. B. Temperatur, Niederschlag, Wind), die für eine Dauer von mindestens 30 Jahren den durchschnittlichen Zustand der Atmosphäre an einem bestimmten Ort charakterisieren. Hier unterscheidet sich das Klima grundsätzlich vom Wetter. Letzteres kennzeichnet nur kurzfristige und lokale Erscheinungen wie ein starkes Gewitter oder einen frostigen Wintertag. Kurz gesagt: Wetter ist das, was gerade passiert. Klima dagegen ist die Zusammenfassung des Wetters über einen Zeitraum von mindestens drei Dekaden („Trends“).

Das globale Klima ist dabei nicht konstant, sondern unterliegt ständigen Schwankungen. Die Ursache hierfür liegt in mehreren Antriebsmechanismen: Die Atmosphäre hat dabei den größten Einfluss, steht jedoch in Wechselwirkung mit anderen Systemen wie den Ozeanen und Eisflächen, den Landoberflächen und der Biosphäre. Die Antriebsenergie 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 Winde oder Meeresströmungen in Bewegung.¹

Abb. 1: Schematische Darstellung des Treibhauseffekts



Kurzwellige Lichtstrahlung der Sonne trifft auf die Erdoberfläche. Langwellige Wärmestrahlung wird von der Erdoberfläche abgestrahlt und in der Atmosphäre von Spurengasen, Wasserdampf und Staubpartikeln zu großen Teilen absorbiert. Insbesondere das Kohlendioxid (CO₂) sorgt dafür, dass die Wärmestrahlung nur teilweise zurück ins All geschickt wird. Quelle: Harmeling et al. 2008

¹ vgl. Lauer 1995

1.2 Der natürliche Treibhauseffekt

Erst durch den natürlichen Treibhauseffekt und die damit verbundene Erwärmung der Erdoberfläche ist Leben auf der Erde möglich. Der Treibhauseffekt bezeichnet den Erwärmungseffekt der bodennahen Atmosphäre: Kurzwellige Sonnenstrahlen können die Atmosphäre fast ungehindert bis zur Erdoberfläche durchdringen. Die von der Erdoberfläche reflektierte langwellige Wärmestrahlung jedoch wird von so genannten Treibhausgasen zu Teilen absorbiert, wieder zur Erde zurück emittiert 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 diesen „Wärmestau“ wäre es so kalt auf der Erde, dass sich kein höheres Leben entwickeln könnte. Das Klima der Erde ist somit das Ergebnis einer einfachen Energiebilanz, innerhalb derer sich Einstrahlung auf die Erdoberfläche und Wärmestrahlung zurück ins Weltall im Mittel ausgleichen.

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 unterschiedlicher Konzentration 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 und somit letztendlich auch die Energiebilanz: Klimaänderungen sind die Folge.

Die einzelnen Treibhausgase unterscheiden sich allerdings deutlich in ihrer Erwärmungswirkung. So hat ein Molekül Methan die gleiche Erwärmungswirkung wie etwa 23 Moleküle Kohlendioxid (siehe Tabelle 1, S. 21). 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 in einer bestimmten Zeitperiode, etwa 100 Jahre, ausdrücken. Die Wirkung der Treibhausgase wird als eine Veränderung des Strahlungsantriebs bezeichnet. Unter „Strahlungsantrieb“ versteht man das Verhältnis von solarer Einstrahlung und terrestrischer Abstrahlung in der unteren Atmosphäre. Er wird in der Regel in Watt pro m^2 angegeben (s. Tabelle 2, S.23). Satellitendaten und Klimamodelle zeigen, dass sich die Strahlungsbilanz der Erde gegen-

über dem Weltall derzeit nicht vollständig im Gleichgewicht befindet: Die im Mittel eingestrahlte Energie von 342 W/m^2 ist um etwa $0,85 \text{ W/m}^2$ höher als die Abstrahlung der Erdoberfläche. Die Konsequenz daraus ist, dass die Erde gegenwärtig mehr Energie aufnimmt als sie ans Weltall wieder verliert. Dieser Effekt entsteht durch die Ozeane, die sich nur träge durch den menschgemachten Treibhauseffekt aufwärmen (siehe Kapitel 2).³

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 Land-ökosysteme, zwischen denen ein CO_2 -Austausch stattfindet. Weiterhin funktioniert jedes Teilsystem wie ein eigener Kreislauf, in dem Kohlenstoff abgegeben und aufgenommen wird. In der Atmosphäre befinden sich nach Angaben des UN-Klimawissenschaftlergremiums IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) rund 775 Gigatonnen Kohlenstoff, in den Böden und der Vegetation rund 2.000 Gigatonnen. Den größten Kohlenstoffspeicher stellen jedoch mit rund 39.000 Gigatonnen die Meere dar.⁴

Die Systemkomponenten, aus denen der Atmosphäre treibhauswirksame Gase zugeführt werden, bezeichnet man als „Quellen“. Fossile Energieträger wie Erdöl oder Kohle oder die Zerstörung der tropischen Regenwälder sind „menschgemachte Quellen“, da sie erst durch den Eingriff des Menschen zu atmosphärisch wirksamen Emittenten von Treibhausgasen werden. 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 CO_2 aufzunehmen und zu speichern. Beispielsweise binden Wälder während ihrer Wachstumsphase in der Regel große Mengen an CO_2 in Holz und Boden. Wenn dann zu einem späteren Zeitpunkt das Holz verbrannt wird oder es verrottet, wird das CO_2 wieder in die Atmosphäre freigesetzt.

Ohne die Fähigkeit der Senken, Treibhausgase aus der Atmosphäre zu binden und über lange Zeiträume hinweg zu speichern, läge die atmosphärische Konzentration von Kohlenstoffdioxid heute um ein Vielfaches über dem gegenwärtigen Wert. Doch diese Senkenwirkung funktioniert nicht unbegrenzt. Klimawandel und Veränderung der Landnutzung können zu einer Destabilisierung der CO_2 -Reservoirs führen und tragen zu einer Reduzierung der Effektivität von natürlichen CO_2 -Senken im Ozean und auf dem Land bei.

² vgl. Kraus 2004

³ Hansen, J. et al 2005

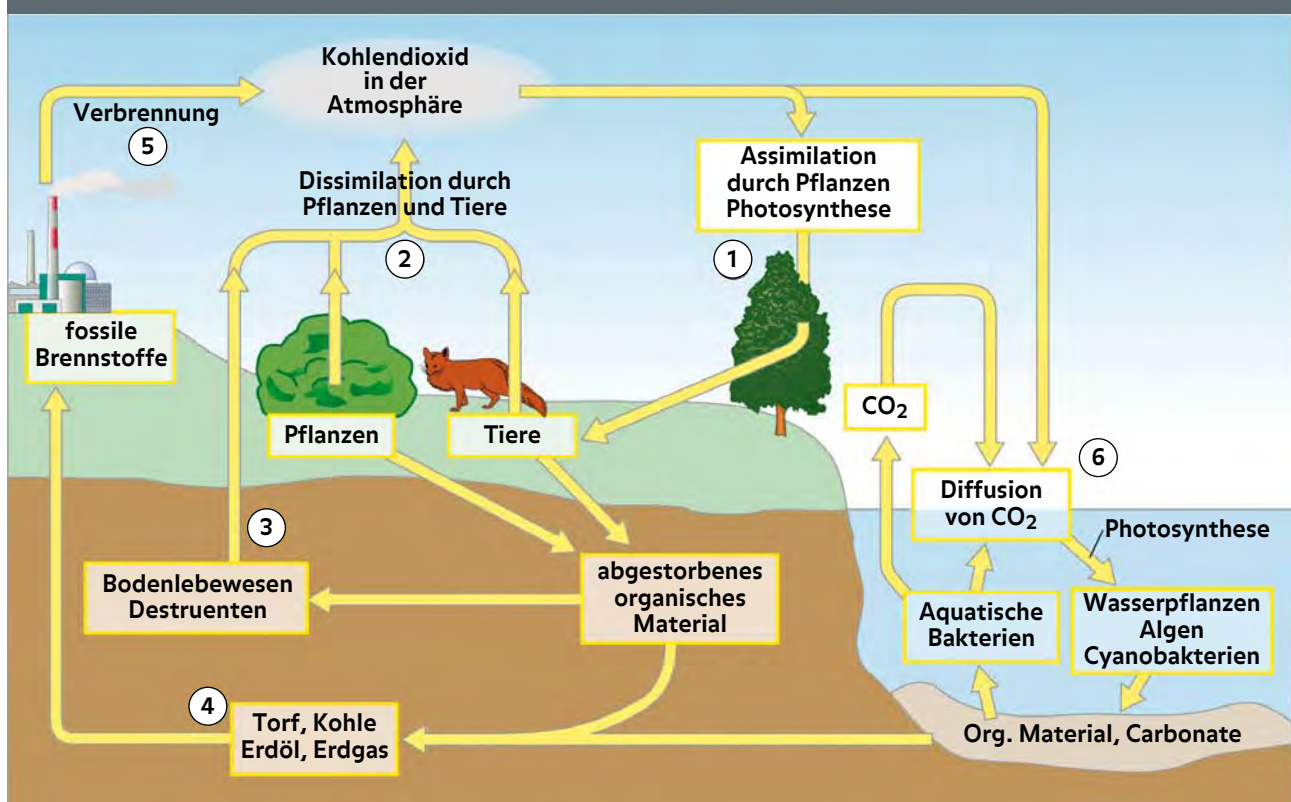
⁴ IPCC 2000

Am Beispiel der Ozeane zeigt sich die Endlichkeit dieser Senken. Die Ozeane spielen im Kohlenstoffkreislauf der Erde als Kohlenstoffsенке eine wichtige Rolle, da fast drei Viertel der Erdoberfläche von Wasser bedeckt sind.⁵ Etwa 30 Prozent des vom Menschen zusätzlich freigesetzten CO₂ wird in den Ozeanen gebunden. Die Senkenfunktion hat jedoch auch eine Kehrseite: Mit steigenden Temperaturen und wachsendem atmosphärischem CO₂-Anteil sinkt auch die CO₂-Aufnahmefähigkeit der Meere. Erste Hinweise deuten daraufhin, dass der Prozess einer deutlich abnehmenden Pufferkapazität des Meeres für atmosphärisches Kohlendioxid bereits eingesetzt hat und der Anteil der Kohlendioxid-

emissionen, die vom Meer aufgenommen wurden, in den letzten 50 Jahren immer weiter zurückgegangen ist (siehe auch Kapitel 4).⁶ Die vom Menschen verursachte Erwärmung der Ozeane sowie ein weiter ungebremster Treibhausgasausstoß tragen somit zur zusätzlichen globalen Erwärmung der Atmosphäre bei.

Zudem erschweren die steigende Wassertemperatur und der sinkende pH-Wert die Schalen- und Skelettentwicklung zahlreicher Kalk bildender Organismen wie beispielsweise der Koralle und gefährden die Funktionsweise von Meeresökosystemen (siehe auch Kapitel 2.2).

Abb. 2: Der Kohlenstoffkreislauf



Die Abbildung zeigt die Komponenten und Funktionsweise des Kohlenstoffkreislaufs. Quelle: Harmeling et al. 2008

⁵ IPCC 2007a

⁶ Schuster, U. und A. J. Watson 2007

*Tornados treten als kleinräumige
Phänomene auf, können aber in
kürzester Zeit große Schäden
verursachen.*



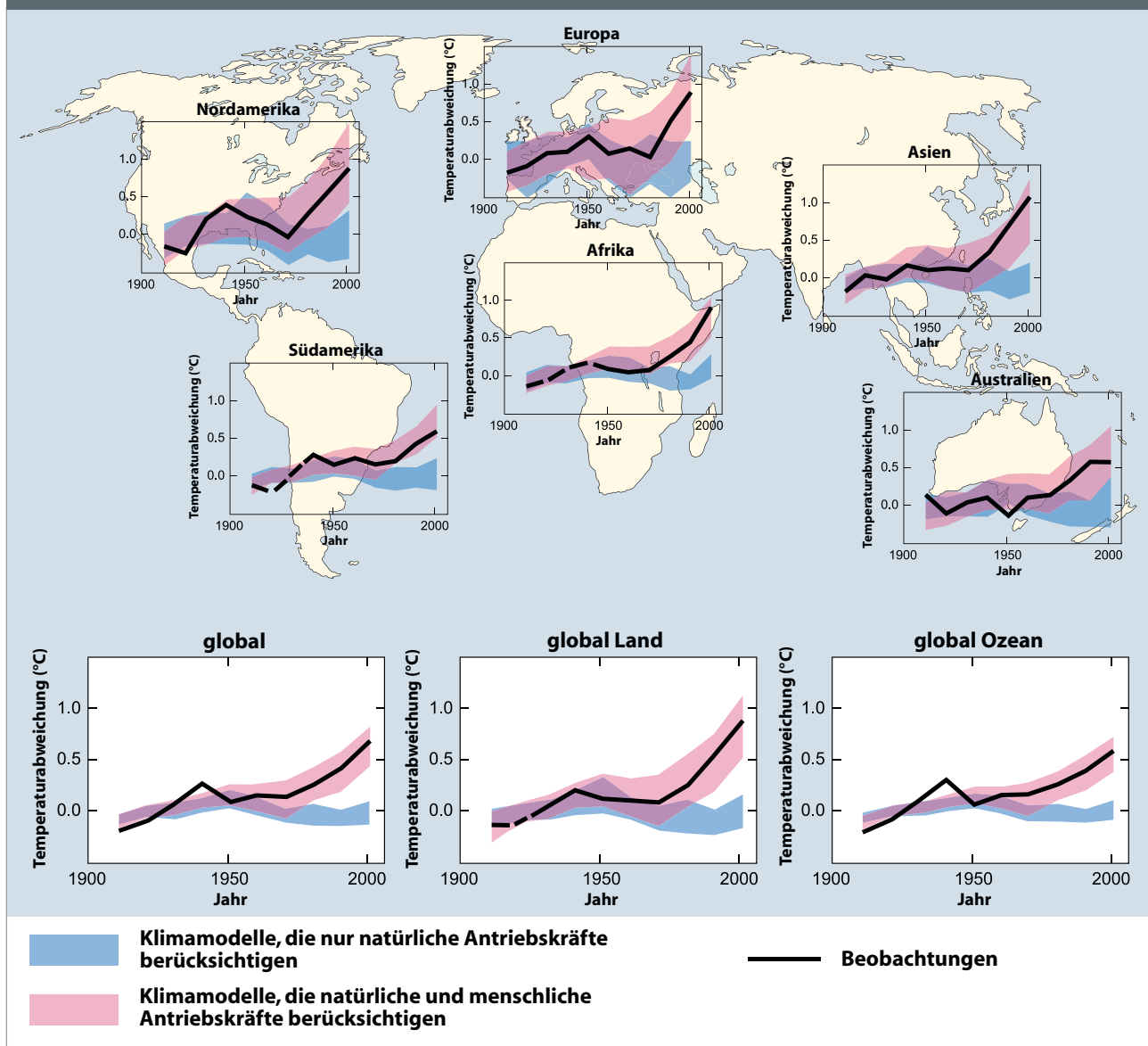
2. Klimawandel heute

2.1 Das Klima ändert sich

Der menschengemachte Klimawandel bedeutet zunächst eine Erhöhung der globalen Temperatur. Diese setzt das Klimasystem der Erde unter Druck und kann zu einer Veränderung des durchschnittlichen Wetters und somit des Klimas führen. Während der letzten 130 Jahre ist die durchschnittliche Lufttemperatur in Bodennähe global um ca. 0,8 °C angestiegen. Dieser Anstieg verlief allerdings weder zeitlich noch regional gleichmäßig. Bis 1940

gab es eine frühe Erwärmungsphase, der sich eine kurze Stagnation bis in die 1970er Jahre anschloss. Seither gibt es einen neuen ungebrochenen Erwärmungstrend, dessen Tempo sich zunehmend erhöht und mittlerweile ca. 0,2 °C pro Dekade beträgt. Mehr als zwei Drittel der Erwärmung des vergangenen Jahrhunderts fanden dabei seit 1975 statt. Der Temperaturanstieg ist vor allem über den Landflächen und hier besonders über der nördlichen Erdhalbkugel zu beobachten, weniger über den sich verzögert erwärmenden Ozeanen (siehe Abbildung 3).⁷

Abb. 3: Gemessene und simulierte Temperaturabweichungen vom langjährigen Mittel (1901-1950) seit 1906 für verschiedene Regionen der Erde



Schwarze Linie: Gemessene Temperaturabweichungen; Blaues Band: Simulationen nur mit natürlichen Antriebsfaktoren; Rotes Band: Kombinierte Simulation der natürlichen und anthropogenen Antriebsfaktoren.

Quelle: IPCC 2007a

⁷ GISS 2010

Das erste Jahrzehnt des 21. Jahrhunderts war mit Abstand das wärmste weltweit je gemessene Jahrzehnt, gefolgt von den 1990er Jahren, die wiederum wärmer waren als die 1980er Jahre. Alle vergangenen zwölf Jahre (1998-2009) zählen zu den wärmsten seit Beginn der Temperaturmessungen im Jahr 1880.⁸

Frage: Macht die globale Erwärmung seit 1998 eine Pause?

Das Jahr 1998 war heißer als einige Jahre danach, weshalb manche Beobachter die Frage stellen, ob die Erwärmung seit 1998 eine Pause gemacht hat. Nein! Nach neuesten Messungen der NASA liegt die beobachtete Erwärmung des vergangenen Jahrzehnts weltweit mit 0,19 °C gleichauf mit der IPCC-Projektion (0,2 °C) und unterscheidet sich in diesem Zusammenhang nicht von den vorangegangenen Jahrzehnten. Von einer Unterbrechung der globalen Erwärmung kann also keineswegs die Rede sein. Der Grund für eine solche Behauptung lag in einem einfachen Datenfehler, der die Arktis – wo die

Temperaturen in den vergangenen Jahren am stärksten angestiegen sind – aufgrund lückenhafter Messpunkte aus den globalen Temperaturmessungen ausgeschlossen hatte („Arktis-Loch“). Nachdem das „Arktis-Loch“ geschlossen und in die globale Energiebilanz integriert wurde, kann eine Pause des Erwärmungstrends auch für das erste Jahrzehnt des 21. Jahrhunderts nicht bestätigt werden. Neben der Datenlücke „Arktis-Loch“ wird ferner auch eine geringere Sonnenaktivität als Ursache einer möglichen Unterbrechung der Erwärmung ausgeschlossen. Zwar befindet sich die Sonneneinstrahlung gegenwärtig auf dem Rekordminimum des letzten Sonnenfleckenzklus, doch wird 2010 mit dem Beginn neuer Sonnenfleckenaktivitäten und infolge dessen sowohl mit einer Zunahme der solaren Leuchtkraft als auch einem weiteren Erwärmungsschub in den kommenden Jahren gerechnet.

Info-Kasten 1: IPCC – höchste Autorität der Klimawissenschaft auf dem Prüfstand

Ohne Forschungen unabhängiger WissenschaftlerInnen kann die Politik keine fundierten und wirkungsvollen Entscheidungen für den Klimaschutz treffen. Es bedarf folglich einer Institution, die den Sachverstand der weltweiten Klimawissenschaft so umfassend und konsensorientiert wie möglich bündelt. Zu diesem Zweck gründeten die Weltorganisation für Meteorologie (WMO) und das Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) 1988 den Zwischenstaatlichen Ausschuss zum Klimawandel (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC), der auch als „Weltklimarat“ bezeichnet wird.

Seine umfangreichen Sachstands- und Sonderberichte wurden zu der zentralen Grundlage für wissenschaftlich fundierte klimapolitische Entscheidungen. So war der erste Bericht (1990) die wichtigste wissenschaftliche Grundlage für die Klimarahmenkonvention und der zweite Bericht (1995) hatte diese Funktion für das Kyoto-Protokoll. Die klimawissenschaftlichen Fakten des dritten Berichts (Third Assessment Report, TAR, 2001) waren ein hilfreicher Antrieb für viele Regierungen, das Kyoto-Protokoll mit seinen verbindlichen Klimaschutzpflichten zu ratifizieren und damit in Kraft zu setzen. Der 2007 erschienene vierte Bericht (Fourth Assessment Report, AR4) hat weltweit die öffentliche und politische Diskussion über den Klimawandel und seine

Konsequenzen stark befördert. Für seine Arbeit erhielt der Weltklimarat, bestehend aus rund 450 Haupt- und rund 800 Nebenaufgebern, gemeinsam mit dem damaligen US-Vizepräsidenten Al Gore im Jahr 2007 den Friedensnobelpreis.

Vergleicht man die ersten drei Berichte mit dem jeweils nachfolgenden Bericht, so zeigt sich klar: Zentrale Aussagen wurden zunächst sehr vorsichtig formuliert und später durch sicherere bestätigt. In vielen Fällen folgten sogar deutlich dramatischere Feststellungen, die sich aus dem zunehmenden wissenschaftlichen Sachstand ableiten ließen (vgl. auch Abbildung 4).

Diskussionen um die Arbeit des IPCC, dessen letzter Sachstandsbericht (2007) rund 18.000 wissenschaftliche Quellen zitierte, sind dabei nicht neu, wobei ihm dabei von unterschiedlicher Seite sowohl Über- als auch Untertreibung vorgeworfen wird. Neu allerdings ist die Heftigkeit und Konzentration mit der die Glaubwürdigkeit des aktuellen Reports seit den Klimaverhandlungen in Kopenhagen Ende 2009 in Frage gestellt wird. Dabei ist es jedoch keinesfalls der Klimawandel bzw. der menschengemachte Einfluss, der in Frage gestellt wird. Kein einziger ernstzunehmender Wissenschaftler zweifelt an der Realität des Klimawandels oder dessen Ursachen. Vielmehr entzündet sich die jüngste Kritik an ei-

⁸ GISS 2010

nigen Teilergebnissen der Arbeitsgruppe, welche die möglichen Auswirkungen des Klimawandels auf Ökosysteme und Gesellschaften analysiert (Arbeitsgruppe 2).

Da ist erstens ein Zahlendreher in Bezug auf den Zeitpunkt an dem die Himalaya-Gletscher zu einem großen Teil abgeschmolzen sein könnten: Aus dem Jahr 2350 wurde das Jahr 2035. Dieser Fehler hätte eigentlich durch die Kontrollstandards des IPCC entdeckt werden müssen. An der Gesamtaussage der Passage ändert dies jedoch reichlich wenig: Die Gletscher in Asien schmelzen zu Beginn des 21. Jahrhunderts schneller als zuvor.

Zweitens die Angabe, dass rund 55 Prozent der Niederlande unter dem gegenwärtigen Meeresspiegelniveau lägen. Diese Aussage war ursprünglich von der niederländischen Regierungsbehörde an den IPCC übermittelt worden. Richtig gewesen wäre: 55 Prozent der Niederlande sind von Überschwemmungen bedroht; 26 Prozent liegen unter dem Meeresspiegel und 29 Prozent sind anfällig für Flusshochwasser.

Und drittens, dass bis zum Jahr 2020 die landwirtschaftlichen Erträge im Regenfeldbau in Afrika durch den Klimawandel bzw. Wasserknappheit halbiert werden könnten. Hier liegt das Problem in einer fehlerhaften Zusammenfassung im Synthesekapitel. Richtig heißt es im Text des Regionalkapitels zu Afrika, dass das Risiko in der Periode 2000-2020, in der die Ernteaufträge im Regenfeldbau 50 Prozent betragen, durch den Klimawandel verstärkt wird. Wissenschaftlich haltbar ist diese Aussage allerdings nur bei drei nordafrikanischen Ländern: Tunesien, Algerien und Marokko.⁹

Diese Fehler wurden mittlerweile allesamt eingestanden und korrigiert. In allen drei Fällen wurde insbesondere die Verwendung sogenannter grauer Literatur kritisiert. Graue Literatur stammt dabei nicht aus dem klassischen Wissenschaftsprozess, sondern etwa von Organisationen oder Unternehmen. Es handelt sich also um Publikationen, die nicht in wissenschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht wurden. Ohne eine entsprechende wissenschaftliche Überprüfung (Peer-Review) ist die Kritik an den Aussagen grauer Literatur berechtigt. Allerdings sind viele der für den IPCC relevanten Daten nur als graue Literatur verfügbar. Manche Forscher halten solche

Quellen für hilfreich. Nur über die Berücksichtigung dieser grauen Literatur ist es beispielsweise möglich, auch Informationen aus ärmeren Ländern zu erhalten und das Übergewicht westlicher und englischsprachiger Forschung auszubalancieren.

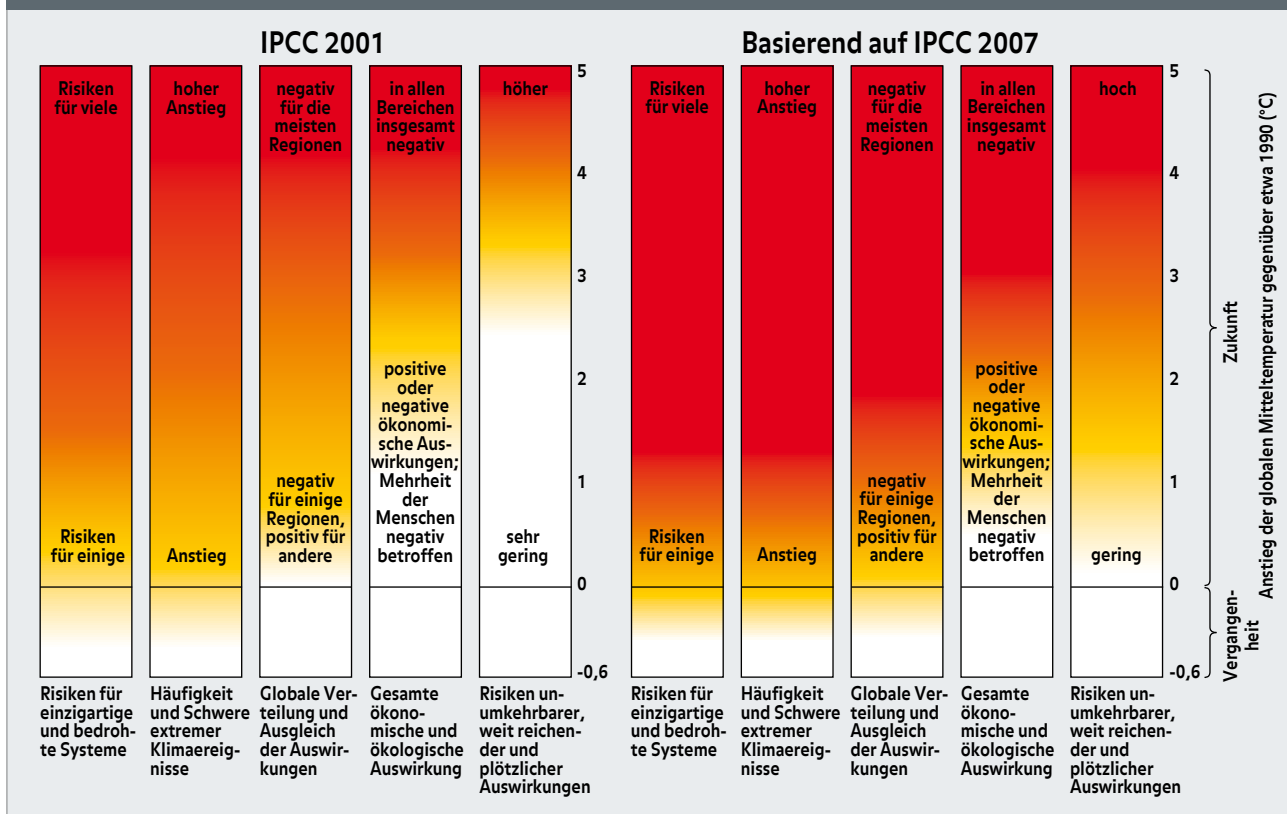
Auch wenn die Diskussion über die Fehler wichtig ist, um ein Dokument wie den IPCC-Bericht weiter zu verbessern, bleibt festzuhalten, dass sie nichts an der Bedeutung und den Kernaussagen des Berichtes ändern. Im Gegenteil: Eine so große Gruppe von Wissenschaftlern, wie sie an der Erstellung der IPCC-Berichte beteiligt ist, wird sich in einem politisch bedeutsamen Dokument grundsätzlich auf eher zu konservative Schlussfolgerungen einigen können. Insbesondere die Zusammenfassungen für politische Entscheidungsträger werden zudem von Vertretern aller Mitgliedsstaaten der Klimarahmenkonvention ausgehandelt, es wird um jede Formulierung gerungen. Aussagen des IPCC neigen demnach eher zu einer Verharmlosung als zu einer Dramatisierung des aktuellen Sachstands.

Die derzeitige Debatte ist somit keine Diskussion über Ursachen und Folgen des Klimawandels, wie sie fälschlicher Weise in den Medien dargestellt wurde. Sie ist auch kein Streit über die Notwendigkeit politischer Gegenmaßnahmen. In erster Linie ist sie eine Kritik an den Strukturen und Arbeitsweisen des IPCC im Allgemeinen. Als entsprechende Reaktion und um zukünftige Fehler zu vermeiden, wird von nun an eine Gruppe von Wissenschaftlern die Aussagen der Sachstandsberichte überprüfen. UNO-Generalsekretär Ban Ki-moon hat dazu im Februar 2010 den InterAcademy Council (IAC) als Kontrollinstrument des Weltklimarates engagiert. Dieser hat den Auswahlprozess der wissenschaftlichen Quellen und insbesondere die Qualität grauer Literatur evaluiert – mit dem Ziel, die Unsicherheiten und Fehler des IPCC zu reduzieren. Dies ist insbesondere wichtig, da die Vorbereitung des 5. Sachstandsberichts, der 2013/14 herausgegeben werden soll, bereits anstehen. Der im August 2010 vom IAC vorgestellte Bericht bestätigt insgesamt eindeutig die Ergebnisse und die Rolle des IPCC. Er gibt allerdings eine Reihe von Empfehlungen zur Verbesserung des Managements des IPCC-Prozesses, die auch dazu dienen sollen, die Einhaltung der selbst gesetzten wissenschaftlichen Richtlinien strenger zu überwachen.¹⁰

⁹ S. InterAcademy Council (IAC), 2010

¹⁰ IAC 2010

Abb. 4: „Reasons for Concern“: Vergleich IPCC 2001 mit IPCC 2007



Die Risiken der globalen Erwärmung müssen heute höher eingeschätzt werden als vor zehn Jahren.

Quelle: Smith, J.B. et al 2009

Abbildung 4 zeigt, dass die Grenze zum gefährlichen Klimawandel früher überschritten werden könnte und auch die Risiken negativer Auswirkungen auf Mensch und Umwelt heute höher eingestuft werden müssen, als noch von wenigen Jahren angenommen wurde. Der Vergleich des aktuellen Sachstandsberichts mit dem vorangegangenen dritten IPCC-Bericht zeigt, dass viele Ökosysteme viel sensibler auf Temperaturveränderungen reagieren könnten und auch, dass die Auswirkungen auf Regionen, Bevölkerungsgruppen und Wirtschaftssektoren bisher unterschätzt wurden (siehe auch Kapitel 4.1 und 4.2).¹¹ Mehrere Beispiele deuten darauf hin, dass auch der vierte IPCC-Sachstandsbericht in vielerlei Hinsicht sehr vorsichtige, konservative Abschätzungen präsentiert. Dies gilt u. a. für die Annahmen zur weltweiten Emissionsentwicklung und zum Meeresspiegelanstieg (siehe auch Kapitel 3.4).

Die Klimaforschung wurde von diesen sich beschleunigenden Entwicklungen überrascht. Das IPCC-Prinzip, nur sorgfältig überprüfte und bestätigte Erkenntnisse zu publizieren, wird solche Überraschungen auch in Zukunft in Kauf nehmen müssen, zugunsten ihrer professionellen Glaubwürdigkeit. Das darf aber nicht ausschließen, dass über mögliche zukünftige Risiken auch dann informiert wird, wenn diese noch nicht im Detail erhärtet sind.

2.2 Auswirkungen des Klimawandels

Trotz einer sich gering anhörenden globalen Erwärmung (0,8 °C seit 1880) lassen sich weltweit bereits zahlreiche physische Auswirkungen des Temperaturanstiegs beobachten. Laut des letzten IPCC-Reports weisen von allen Untersuchungen, die hinsichtlich möglicher Veränderungen physikalischer und biologischer Systeme ausgewertet wurden, fast 90 Prozent signifikante Veränderungen auf, die in einer wärmeren Welt zu erwarten wären. Zudem häufen sich die empirischen Belege insbesondere in Regionen, in denen sich die Temperaturen am stärksten erhöht haben, wodurch natürliche Schwankungen als primäre Ursache unwahrscheinlich werden. Im Folgenden sollen einige dieser bereits heute beobachtbaren Auswirkungen vorgestellt werden.

■ Rückzug der Gebirgsgletscher

Zu den bisher am deutlichsten sichtbaren Auswirkungen der Klimaerwärmung zählt der weltweite Rückzug der Gebirgsgletscher. Er begann im 19. Jahrhundert und hat sich seitdem drastisch beschleunigt. Gletscher werden aufgrund ihrer Sensibilität gegenüber Tem-

¹¹ Smith, J.B. et al 2009

peraturveränderungen auch als die „Kanarienvögel in der Kohlengrube“ des globalen Klimasystems bezeichnet. Auch gibt es deutliche Anzeichen für das Aufweichen von Permafrostböden in Teilen der Polar- und Subpolarregionen.¹² Der World Glacier Monitoring Service (WGMS, Welt-Gletscher-Beobachtungsdienst) kommt zu dem Ergebnis, dass sich die Gletscherschmelze fast überall auf der Erde beschleunigt. Zusammengefasst schrumpfen die Gletscher mittlerweile viermal so schnell wie noch vor 30 Jahren – in den Anden und Alaska ebenso wie im Himalaya und in den Alpen.¹³ In der Alpenregion haben die Gletscher seit Beginn der industriellen Revolution mehr als die Hälfte an Masse verloren.¹⁴ Während die Alpengletscher zwischen 1975 und 2000 noch ein Prozent an Volumen pro Jahr einbüßten, hat sich die Verlustrate zu Beginn des 21. Jahrhunderts

fast verdreifacht.¹⁵ Bis auf wenige Ausnahmen ist ein ähnlich weiträumiger Verlust in allen alpinen Gebieten der Erde zu beobachten.

Gletscher sind für viele Regionen eine der wichtigsten Trinkwasserquellen, da sie im Winter wertvolles Süßwasser in Form von Schnee und Eis akkumulieren und dieses im Sommer in Form von Schmelzwasser an die Flüsse abgeben. Der Rückzug der Eismassen betrifft dabei insbesondere zahlreiche Städte im Einzugsbereich des Himalaya, wo das Wasser der Gletscher u. a. die sieben größten Flüsse Asiens – Ganges, Indus, Brahmaputra, Mekong, Thanlwin, Jangtse und den Gelben Fluss – speist und so die Wasserversorgung Hunderter Millionen Menschen sichert.

Abb. 5: Veränderung des Vernagtferners in den Ötztaler Alpen 1844-2001



Innerhalb der vergangenen zwei Jahrhunderte ist in den Alpen über die Hälfte des Eises abgeschmolzen.

Quelle: Bayerische Akademie der Wissenschaften



¹² IPCC 2007a
¹³ WGMS 2008

¹⁴ Zemp, M. et al 2006
¹⁵ Haeberli 2007

Berichte vom Klimawandel – Nepal

„Nepal erlebt zurzeit stark schwankende Regenzyklen. Im Winter 2008/2009 gab es gar keinen Regen. Außerdem hatten wir wenig Schneefall. Unser Land braucht in dieser Zeit Regen und Schnee, damit Weizen und Mais vor allem auch im Sommer wachsen können. Die Bauern im Distrikt Rukum sorgen sich zunehmend über kurze aber heftige Niederschläge. Schon jetzt sind dort Nahrungsmittel knapp – durch den Klimawandel wird das Leid noch größer. Immer mehr Menschen wandern nach Indien aus. Ebenso gibt es in der Rupandehi-Gemeinde einen Fluss, der bis vor 20 Jahren noch ausreichend Wasser führte. Jetzt ist er ausgetrocknet. Das andere Extrem sind Flusshochwasserwellen während der Regenzeit, die sich verheerend für die dort lebenden Menschen auswirken. Die größte Herausforderung für Nepal ist jedoch die rasche Gletscherschmelze im

Himalaya. Dort, wo der Gletscher lag, bildet sich ein See. Bricht der ehemals vom Gletscher aufgeschobene Erddamm, entstehen katastrophale Flutwellen. Teile des darunter liegenden Landes werden überflutet. Dennoch werden wir wohl auf lange Sicht unter Wassermangel leiden. Denn die Gletscher verschwinden langsam und können bald kein Wasser mehr im Sommer für die Landwirtschaft liefern. Für ein armes Land wie Nepal, das zur Bewässerung in der Landwirtschaft auf Schmelzwasser angewiesen ist, ist dieses Problem nicht zu bewältigen.“

Raju Pandit Chhetri, Juristischer Berater, United Mission to Nepal (UMN), Kathmandu, Nepal

Rückgang des arktischen Meereises

Die Analyse neuester Satellitenmessungen lässt keinen Zweifel zu: Das Meereis der Arktis schmilzt. Innerhalb der letzten 30 Jahre hat sich die sommerliche Ausdehnung der Eisdecke um mehr als 20 Prozent verringert. Besonders dramatisch an der derzeitigen Schrumpfung ist, dass sie sich in den letzten Jahren signifikant beschleunigt hat und die gegenwärtig beobachteten Verlusten selbst die Extremwerte vorangegangener Computersimulationen übertroffen haben. Und während bis vor kurzem noch 2005 als das Jahr der geringsten, jemals gemessenen Eisfläche galt, übertraf das Jahr 2007 diese Werte in jedem Monat (siehe Abbildung 6).

Von den vormals etwa 7,8 Millionen km² Eisfläche im Jahr 1979 wurden im September des Rekordjahrs 2007 lediglich noch 4,13 Millionen km² erreicht. Dies entspricht einem Rückgang von etwa 43 Prozent gegenüber dem langjährigen Mittelwert 1979-2000 und ist die geringste je gemessene Eisausdehnung in der Arktis.¹⁶ Auch in den folgenden Jahren wurde eine ähnlich kleine Eisausdehnung auf dem arktischen Nordmeer gemessen. Mit dem Ergebnis, dass 2008 und 2009 erstmals seit Menschengedenken sowohl die Nordwest- als auch die Nordostpassage gleichzeitig eisfrei waren. Auch im Jahr 2010 lag die Ausdehnung mit ca. 5,1 Millionen km² deutlich unter dem langjährigen Mittelwert.

Abb. 6: Ausdehnung des arktischen Meereises 2007 im Vergleich zu 1979-2000



Seit 1979 hat sich die arktische Eisausdehnung um mehr als 20 Prozent verringert. Quelle: NASA 2007, <http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=8126>

¹⁶ NSIDC 2008

Schrumpfende Festlandeisschilde

Kontinentale Eisschilde, größer als 50.000 km², existieren lediglich an zwei Plätzen auf der Erde: in der Antarktis und auf Grönland. Würden sie abschmelzen, entspräche dies einem globalen Meeresspiegelanstieg von etwa 70 Metern. Bis vor einigen Jahren nahmen Wissenschaftler an, die Eisschilde würden auf Klimaveränderungen nur sehr langsam und meist über Jahrtausende reagieren. Allerdings muss diese Annahme aufgrund modernster Satellitenmessungen nun revidiert werden. Galten beide Eisschilde noch bis vor einigen Jahren als „schlafende Riesen“, legen neueste Erkenntnisse über bis vor kurzem für unmöglich gehaltene Schmelz- und Rutschprozesse die Vermutung nahe, die beiden Riesen seien nun aus ihrem tausend Jahre andauernden Tiefschlaf erwacht. Beide Eisschilde schmelzen – und das mit einem atemberaubenden Tempo.

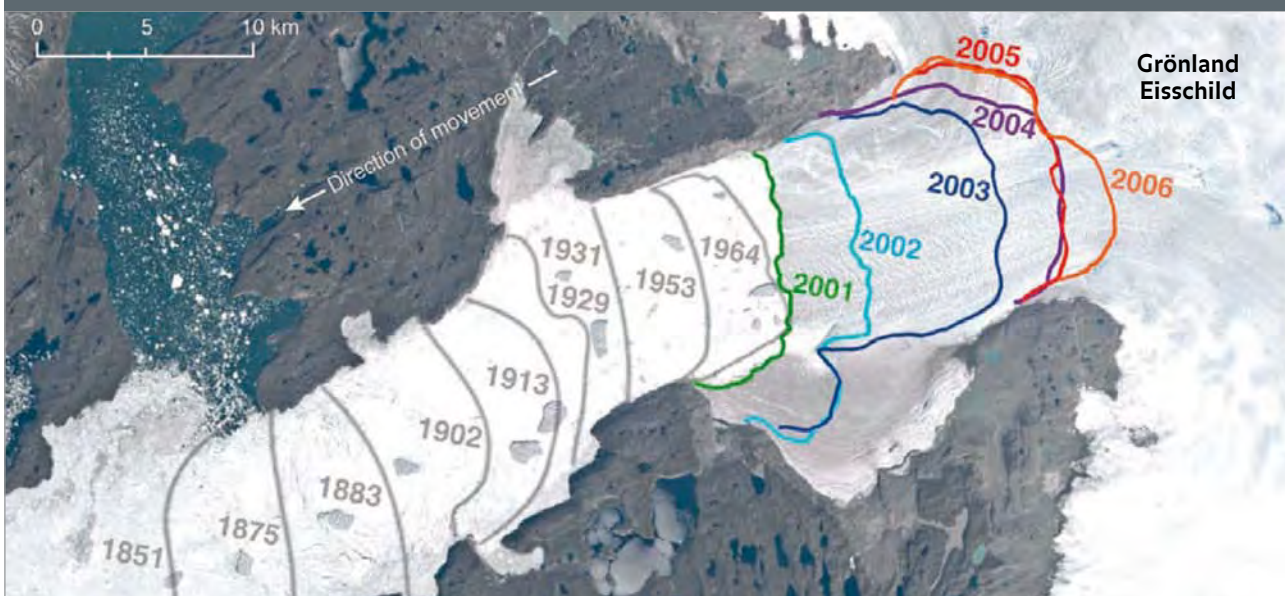
Noch während der 1990er Jahre, so belegen Studien, befand sich der grönländische Eisschild nahezu im Gleichgewicht – Schneeakkumulation und Schneeschmelze glichen sich in etwa aus. Während dieser Zeit wuchs der Eisschild im Inneren und verlor seine Eismassen an den Rändern.

Als Folge der schon seit einigen Jahren bekannten hohen Sensibilität der arktischen Region gegenüber den Auswirkungen der globalen Erwärmung hat sich die Situation nun gravierend verändert. Während der Jahre 2000-2008 hat sich der Massenverlust auf Grönland verdreifacht und trug im Jahr 2008 mit 273 Gigatonnen

zu einem Anstieg des Meeresspiegels um 0,75 mm pro Jahr bei.¹⁷ Zwar geht nach wie vor ein großer Teil des Eisverlustes auf das Konto der Ausdünnung des Eises in den tieferen Lagen. Besonders beunruhigend jedoch ist eine andere Beobachtung. Denn neben den linearen Abschmelzprozessen spielen dynamische Veränderungen des Eisabflusses eine immer bedeutendere Rolle. Die Auswertung von Satellitendaten beweist, dass die Eisdecke durch die Schmelzvorgänge nicht in erster Linie dünner wird – sie bewegt sich vielmehr schneller. Das grönländische Eis drängt dabei immer schneller vom Zentrum des Eispanzers im Landesinneren über die Gletscher nach außen und ins Meer.¹⁸

Ein ähnliches Bild ergibt sich auch in der Antarktis, wo innerhalb des Untersuchungszeitraums April 2002 bis Januar 2009 ein jährlicher Verlust an Eismasse von durchschnittlich 190 (+/- 77) Gigatonnen Eis gemessen wurde – was umgerechnet einem Meeresspiegelanstieg von rund 0,4 mm/Jahr entspricht.¹⁹ Mehr als zwei Drittel (132 Gt) des Eismassenverlustes betrafen dabei die Westantarktis.²⁰ Besonders große Sorge bereitet Klimaforschern die enorme Dynamik, mit der das Eis der Westantarktis ans Meer verloren geht. Entscheidend ist dabei die Rolle der vorgelagerten Schelfeisgebiete. Ähnlich wie u. a. in manchen Küstenregionen Grönlands ist ihre Instabilität die Ursache für das verstärkte Abfließen der westantarktischen Auslassgletscher und Eisströme. Denn das Eis schmilzt weniger an Land als vielmehr durch den Kontakt mit wärmerem Ozeanwasser. Normalerweise wird durch die Barriere des Schelfeises der Abfluss der Auslassgletscher und Eisströme

Abb. 7: Rückzug der Aufsetzlinie des Jakobshavn Isbrae 1850-2006 an der Westküste Grönlands



Immer schneller rutschen die grönländischen Gletscher ins Meer.

Quelle: NASA 2007, <http://earthobservatory.nasa.gov/Features/Greenland/printall.php>

¹⁷ Van den Broeke, M. et al 2009

¹⁸ Van de Wal, R.S. et al 2008

¹⁹ Velicogna, I. und J. Wahr 2009

²⁰ Chen, J.L. et al 2009

Info-Kasten 2: Was ist eine Wetterkatastrophe?

Sturm ist nicht gleich Sturm, denn die Auswirkungen sind abhängig davon, in welcher Region der Sturm stattfindet. Ereignet sich ein Sturm in der Wüste, so wird in der Regel nicht von einer Wetterkatastrophe gesprochen, weil Menschen nicht davon betroffen sind. Zu einer Katastrophe wird ein Sturm erst dann, wenn er Menschen oder deren Sachgüter in großem Maße schädigt. 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 genutz-

ter, ökologisch sensibler Räume umfassen, Umwelteingriffe (z. B. erosionsanfällige Böden nach Abholzung oder größeres Hochwasserrisiko nach der Begradigung von Flüssen) oder aber auch den Anstieg der Bevölkerung in Gebieten klimatischer Risikozonen.

In den vergangenen 60 Jahren ist dabei nicht nur eine Zunahme wetterbedingter Naturkatastrophen zu beobachten, auch haben die volkswirtschaftlichen bzw. versicherten Schäden durch extreme Wetterereignisse zugenommen (siehe Abbildung 8). Auch wenn diese Zunahme zum großen Teil noch auf sozioökonomischen Veränderungen wie Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum zurückzuführen ist und teilweise auch das Ergebnis natürlicher Schwankungen sein könnte, so ist zu erwarten, dass der Klimawandel eine immer entscheidendere Rolle spielen wird.²⁶

gebremst. Wird dieses jedoch brüchig oder kollabiert, so nimmt die Abflussgeschwindigkeit der hinter dem Eisschelf liegenden Gletscher zu, und sie können nahezu ungebremst ins offene Meer ablaufen. Seit dem Wegfall des Larsen-B-Eisschelfs 2002 hat sich der Abfluss der dahinterliegenden Auslassgletscher deutlich erhöht – und zwar um das bis zu Achtfache.²¹ Viele der westantarktischen Gletscher (z. B. der Pine Island Gletscher und der Smith Gletscher) haben sich innerhalb der letzten Jahre (2004-2007) enorm beschleunigt und fließen mittlerweile mit einer Geschwindigkeit von bis zu neun Metern pro Jahr ins Meer.²² 27 Kubikkilometer Eis gehen nun jährlich dort verloren, wo sich vor wenigen Jahren noch das Eisschelf befand.²³ Ein ähnliches Schicksal wie das des Larsen-B-Eisschelfs könnte in einer wärmeren Zukunft auch weitere Eisschelfe ereilen.

■ Anstieg des Meeresspiegels

Als eine der wichtigsten Folgen des anthropogenen Klimawandels gilt der Anstieg des globalen Meeresspiegels. Im 20. Jahrhundert ist der Meeresspiegel weltweit durchschnittlich zwischen 12-22 cm angestiegen.²⁴ Aktuelle Satellitenmessungen zeigen, dass er sich gegenwärtig um 3,3 mm pro Jahr erhöht.²⁵ Dies hat im Wesentlichen zwei Ursachen: Zum einen tragen die veränderten Abflussregime der Gebirgsgletscher sowie die beiden Festlandeisschilde auf Grönland und der Antarktis zur Erhöhung des Meeresspiegels bei. Zum anderen dehnt sich der Wasserkörper als physikalische Reaktion der Erwärmung der Ozeane auch stärker aus – rund 1,8 mm gehen momentan auf das Konto dieser thermischen Aus-

dehnung. Der gegenwärtige Anstieg des Meeresspiegels mag zurzeit noch harmlos erscheinen, aber die Anstiegsrate wird vermutlich in Zukunft nicht auf ihrem momentanen Niveau verweilen. Vielmehr wird damit gerechnet, dass sie umso rascher ansteigen wird, je schneller die Temperaturen die Eismassen zum Schmelzen bringen (siehe auch Kapitel 3.3).

■ Zunahme extremer Wetterereignisse

Die Erkenntnisse der Physik legen nahe, dass ein Anstieg der globalen Temperaturen auch zu einer Zunahme wetterbedingter Extremereignisse in bestimmten Regionen der Erde führt. Um jedoch eine Antwort auf die Frage zu finden, ob im Rahmen des globalen Klimawandels extreme Wetterereignisse zugenommen haben, ist es erforderlich, Zeitreihen über mehrere Jahrzehnte auszuwerten. Das Ergebnis: Während wetterunabhängige Ereignisse wie Erdbeben oder Tsunamis sich im Grunde nicht verändert haben, kommen Starkniederschlagsereignisse, heftige Stürme, Hochwasser, Dürren und außergewöhnliche Hitzeperioden weltweit immer häufiger vor.

Es ist niemals möglich, einen eindeutigen Kausalzusammenhang zwischen einem einzelnen Extremwetterereignis und dem menschengemachten Klimawandel herzustellen, da Aussagen über das Klima die Betrachtung eines mindestens 30-jährigen Zeitabschnitts voraussetzen. Der Trend im Hinblick auf Anzahl, Heftigkeit und Ort des Auftretens von Extremwetterereignissen – nicht das Einzelereignis für sich genommen – ist für Beschrei-

²¹ Scambos, T. et al 2004

²² Hamish, D. et al 2009

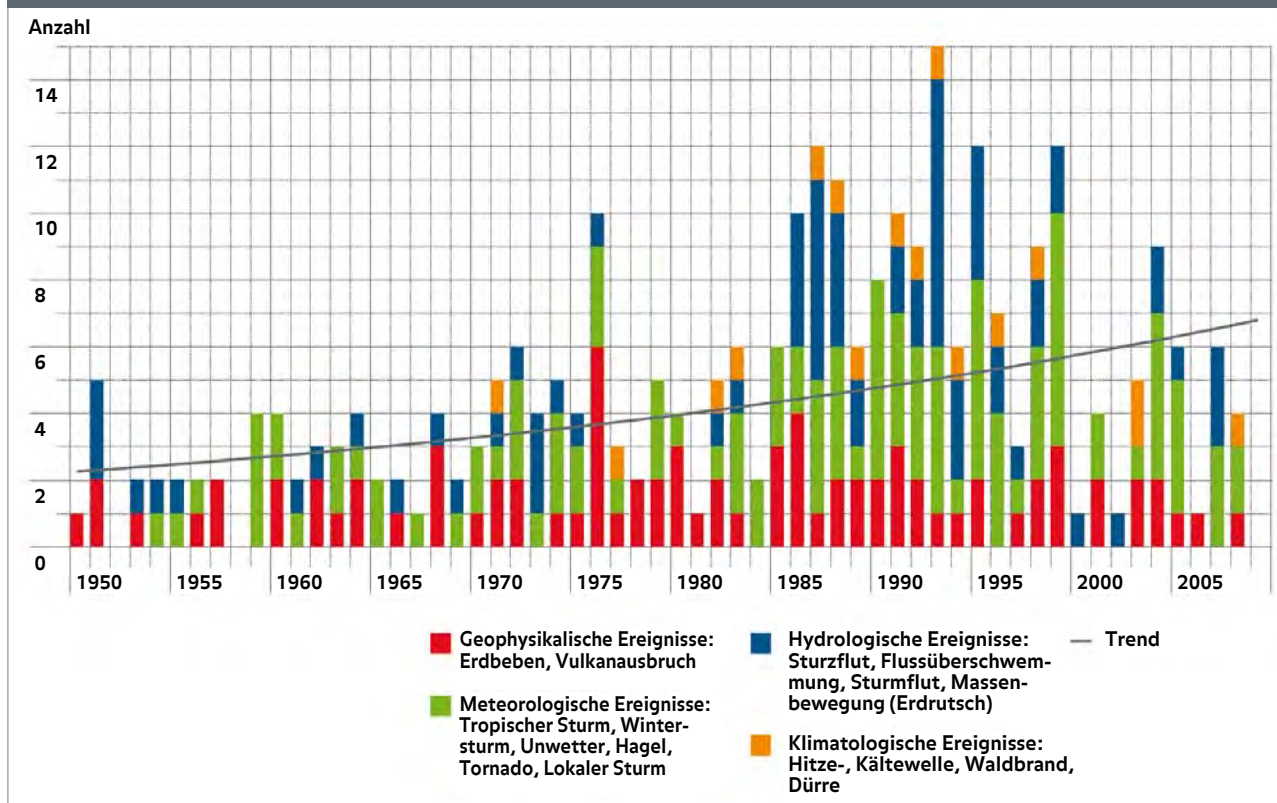
²³ Rignot, E. et al 2004

²⁴ IPCC 2007a

²⁵ Beckley et al 2007

²⁶ Munich Re 2010

Abb. 8: Großkatastrophen weltweit (1950-2009)



Innerhalb der letzten 60 Jahre ist insgesamt eine Zunahme großer wetterbedingter Naturkatastrophen zu beobachten. Quelle: Munich Re 2010

Berichte vom Klimawandel – Uganda

„Der Klimawandel ist für alle Ugander bereits Realität. Wir erleben mittlerweile viel mehr wärmere Tage und Nächte, längere ungewohnte Dürren und heftige Regenfälle auch außerhalb der Regenzeit. Unsere Bauern und Verbraucher sind irritiert und zeigen mit anklagendem Finger auf die Wetterdienste. Was sie aber benötigen, sind Informationen und Aufklärung, was tatsächlich geschieht und ihnen [den Bauern] zeigt, wie wichtig es ist, die Treibhausgasemissionen einzudämmen. Diese Erkenntnis muss zu allen Betroffenen durchdringen.“

Kimera Henry Richard,
Geschäftsführer, Consumer Education Trust,
Kampala – Uganda.

bungen des Klimas relevant. In einigen Regionen konnte ein Anstieg der Intensität von klimatisch bedingten Extremereignissen in den letzten Jahrzehnten festgestellt werden.

Bei einer allgemeinen Temperaturerhöhung verschiebt sich auch die Häufigkeit des Auftretens von Hitzewellen. Wie gefährlich dies sein kann, zeigte sich im Sommer 2003 in Europa als eine Hitzewelle mit den höchsten Sommertemperaturen seit mindestens 500 Jahren über 70.000²⁷ Menschenleben forderte und sich zudem negativ auf die Bereiche Landwirtschaft, Waldwachstum und Verkehr auswirkte.

Ein anderes Extremereignis war die Elbeflut 2002, die viele Städte entlang des Elbe-Flusslaufs überflutete, Brücken wegschpülte und ganze Landstriche verwüstete.

Eine weitere Art extremer Wetterereignisse, die während der letzten Dekaden an Zerstörungskraft gewonnen hat, sind starke Tropen- und Winterstürme wie beispielsweise der Hurrikan Katrina in den USA oder wie der Sturm Kyrill in Deutschland. Ihre Intensität hat vor allem bedingt durch höhere Temperaturen, aber auch aufgrund natürlicher dekadischer Schwankungen stark zugenommen.²⁸ Die außerordentlich starke Hurrikan-

²⁷ Robine, J.M. et al 2008

²⁸ Webster, P.J. et al 2005

Saison in der Karibik und den USA im Jahr 2005 (u. a. Hurrikan Katrina) hat direkte Schäden von mehr als 150 Mrd. US-Dollar verursacht sowie alleine in den USA mehr als 1.000 Menschenleben gefordert. Vor der Küste Brasiliens im Südatlantik wurde im Jahr 2004 erstmals ein Hurrikan in der südlichen Hemisphäre beobachtet.²⁹ Auch wenn innerhalb der kommenden Jahrzehnte immer wieder einmal natürliche Schwankungen die Intensität starker Sturmereignisse beeinflussen werden, so wird damit gerechnet, dass sich nach 2050 der Effekt der globalen Erwärmung immer deutlicher von diesen natürlichen Dekadenschwankungen abheben wird.³⁰

■ Ertragsrückgänge in der Landwirtschaft

Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Nahrungsmittelrträge der Landwirtschaft ergeben sich sowohl aus den Veränderungen von Temperatur und Niederschlag als auch aus der Anpassungsfähigkeit der Landwirtschaft selbst. Der IPCC ist zu dem Ergebnis gekommen, dass sich der hydrologische Kreislauf (Wasserkreislauf) infolge des Temperaturanstiegs verändert hat. Zum Beispiel kam es in vielen Regionen der Nordhalbkugel im letzten Jahrhundert zu einer Zunahme der kontinentalen Niederschläge, während in anderen Regionen (u. a. Nord- und Westafrika) ein Rückgang zu beobachten war. Durch die sich ändernden Anbaubedingungen bzw. durch unregelmäßige Niederschläge und hohe Temperaturen ist es schon heute in vielen Regionen der Erde sehr schwierig, mit traditionellen Anbaumethoden bzw. angebauten Pflanzen die notwendigen Ernteerträge

Berichte vom Klimawandel – Kamerun

„Früher startete die Regenzeit gewöhnlich Mitte März, aber heute ist es kaum mehr möglich, vorherzusagen, wann sie beginnt. Manchmal hält die Trockenzeit zu lange an, das Saatgut vertrocknet in der Erde. Wenn aber der Regen zu früh einsetzt und es dann viel zu viel regnet, können wir den Boden nicht bearbeiten und auch nicht aussäen. Oder die Ernte verdirbt, wenn die Regenzeit zu lange dauert. Mais zum Beispiel schimmelt, wenn er während der Regenzeit nicht richtig trocknen kann. Auch der Transport wird durch starke Regenfälle sehr schwer. Deshalb verdirbt die Ernte häufiger schon auf den Farmen.“

Carole Mboube, Sekretärin und Bäuerin, ADEID („Aktion für eine gerechte, integre und nachhaltige Entwicklung“, Umwelt- und Entwicklungsorganisation) Kamerun.

zu steigern bzw. zu erhalten. Besonders betroffen sind dabei die traditionell trockenen Gebiete, in denen eine Unterbrechung der Nahrungsmittelversorgung durch die Landwirtschaft bereits heute zu erheblichen humanitären und wirtschaftlichen Problemen führt.

Diese Anzeichen zeigen einerseits, dass der Klimawandel schon heute deutliche Spuren im Leben der Menschen hinterlassen hat und stützen damit die nüchternen Datenreihen der Wissenschaftler. Andererseits sind sie auch erste Vorboten dafür, was zukünftig und im Zuge weiter ansteigender Temperaturen noch an Auswirkungen des Klimawandels auf uns zukommen kann.

■ Ökosysteme in der Falle?

Weltweit findet ein dramatischer Artenschwund in der Tier- und Pflanzenwelt statt, der sich während der vergangenen 50 Jahre stark beschleunigt hat und zu Beginn des 21. Jahrhunderts um den Faktor 100 bis 1.000 über dem natürlichen Wert liegt.³¹ Neben direkten menschlichen Auswirkungen wie der Umwandlung natürlicher Ökosysteme durch eine immer intensiver werdende Landwirtschaft, die Zergliederung durch Siedlungen und Verkehrswege sowie den Raubbau natürlicher Ressourcen, hinterlässt auch der Klimawandel in zahlreichen Ökosystemen bereits deutliche Spuren. Im Zuge der Klimaveränderungen verschieben sich sowohl die Klima- und Vegetationszonen in Richtung der Pole oder in größere Höhen als auch die klimatischen Jahreszeiten. Die Tropen haben sich in 25 Jahren um mehrere Breitengrade ausgedehnt.³² Frühlingscharakteristika – wie beispielsweise Blattentfaltung, Pflanzenblüte, Vogelzug und Brutverhalten – treten früher ein. Um ein Überleben zu ermöglichen, sind deshalb viele Tier- und Pflanzenarten einerseits gezwungen, ihre traditionellen Lebensräume aufzugeben und den wandernden Klimazonen zu folgen sowie andererseits auch ihr saisonabhängiges Verhalten an die jahreszeitliche Verschiebung anzupassen.

Nicht allen Arten ist jedoch eine derartige Anpassung an die sich verändernden Rahmenbedingungen möglich, da sie sehr eng an spezifische Klimaregime und arttypische Rhythmen gebunden sind. Zu den ersten Opfern gehören insbesondere die artenreichsten Ökosysteme, wie etwa die Regenwälder in Brasilien, die Korallenriffe im Südpazifik oder die Flora und Fauna der alpinen Regionen und der Arktis. In diesen Gebieten können viele Tiere und Pflanzen mit dem Tempo des Klimawandels nicht mehr mithalten, sterben aus und hinterlassen tiefe Lücken in Nahrungsketten und natürlichen Gefügen.

²⁹ Swiss RE 2004: 3

³⁰ Walsh, K. 2004

³¹ Millennium Ecosystem Assessment 2005

³² Seidel, D.J. 2008

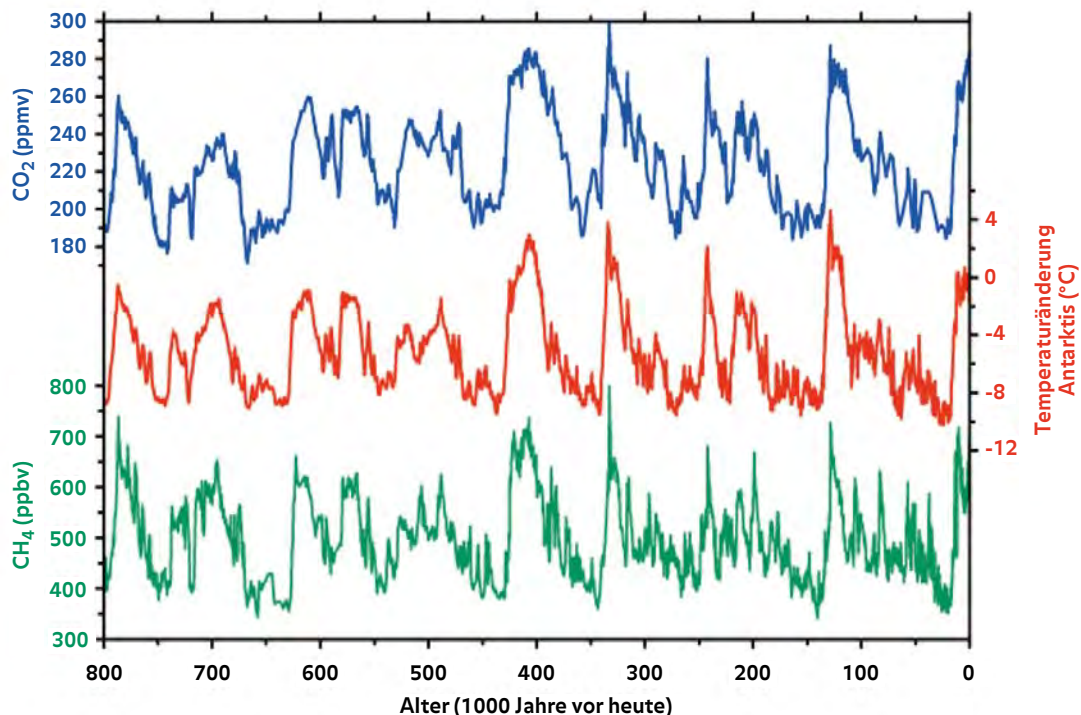
2.3 Der menschgemachte Treibhauseffekt

Das Klima unserer Erde hat in der Erdgeschichte immer wieder spektakuläre Wandlungen vollzogen. Innerhalb der vergangenen zwei bis drei Millionen Jahre pendelte es beispielsweise regelmäßig zwischen Kalt- und Warmphasen hin und her. Diese Pendelbewegung lässt sich sehr gut für die letzten 800.000 Jahre anhand von Eisbohrkernen insbesondere aus der Antarktis belegen. Sie ist das Ergebnis zyklischer Schwankungen der Erdumlaufbahn um die Sonne bzw. des Neigungswinkels der Erdachse (siehe Abbildung 9). Hier bestätigt sich u. a. die wichtige Rolle des CO₂ als Treibhausgas (siehe weiter unten). Da die Umlaufbahn der Erde zudem elliptisch ist, bringt sie die Erde in regelmäßigen Abständen sowohl näher an die Sonne heran als auch weiter von ihr weg. Die Folge: Die Intensität der Sonneneinstrahlung auf der Erde schwankt auch im Jahreslauf. In der Vergangenheit haben vor allem die Kaltphasen länger angehalten (90.000 Jahre) als die Warmphasen (10.000 Jahre).

➔ Frage: In der Erdgeschichte stieg zuerst die Temperatur, dann die CO₂-Konzentration. Ist somit der gegenwärtige CO₂-Anstieg nicht eher die Folge als die Ursache der Erwärmung?

Abbildung 9 zeigt, dass es einen direkten Zusammenhang zwischen Temperatur und CO₂-Gehalt in der Atmosphäre gibt. Auslöser der zyklischen Klimaschwankungen innerhalb der letzten 800.000 Jahre waren dabei in erster Instanz die regelmäßigen Schwankungen der Erdbahnparameter. Diese wirken durch die Umverteilung der solaren Einstrahlung direkt auf die Temperatur. Der Anstieg der CO₂-Konzentration kommt erst in einem zweiten Schritt durch eine positive Rückkopplung und mit einer zeitlichen Verzögerung von rund 800 Jahren zum Tragen: Durch die steigenden Temperaturen können die sich erwärmenden Ozeane weniger CO₂ halten und erhöhen dadurch den atmosphärischen CO₂-Gehalt – die Temperaturen steigen weiter an. Somit waren in der Vergangenheit die Erdbahnveränderungen der Auslöser früherer Temperaturschwankungen, allerdings ist die vollständige Temperaturentwicklung nur im Zusammenhang mit einer positiven CO₂-Rückkopplung zu erklären. Der CO₂-Anstieg der erdgeschichtlichen Vergangenheit war also sowohl Folge als auch Ursache der Erwärmung. Für die gegenwärtige Situation können jedoch Verände-

Abb. 9: Temperatur- u. Treibhausgasentwicklung in den letzten 800.000 Jahren



Konzentration (in Teilchen pro Million/Milliarde Volumeneinheit, ppmv/ppbv) der beiden Treibhausgase Kohlendioxid (blau) und Methan (grün) in der Erdatmosphäre während der letzten 800.000 Jahre im Vergleich mit der Temperaturentwicklung (rot). Quelle: Lüthi, D. et al 2008.

rungen der Erdbahnparameter ausgeschlossen und somit der globale Temperaturanstieg der letzten 130 Jahre nur durch den menschgemachten Treibhausgasausstoß erklärt werden.

Während über mehrere Jahrtausende vor allem die langperiodischen Variationen der solaren Einstrahlung für die Wechselhaftigkeit des Klimas verantwortlich waren, so werden auf kürzeren Zeitskalen noch weitere Einflussfaktoren deutlich. Unterschiedlich starke Sonnenfleckenaktivitäten lassen die Einstrahlung der Sonnenenergie auf die Erdoberfläche schwanken. Vulkanausbrüche können eine Abkühlung bewirken, wenn große Mengen Asche in die Atmosphäre geschleudert werden, und dort die Durchlässigkeit der Sonneneinstrahlung verringern. Letzteres war beispielsweise in den Jahren 1991-1993 der Fall, die in Folge des Ausbruchs des philippinischen Vulkans Pinatubo relativ kühl waren.³³ Auch können interne Wechselwirkungen und Rückkopplungsmechanismen zwischen Atmosphäre und Ozeanen wie z. B. El-Niño-Ereignisse das globale Klima über mehrere Jahre hinweg beeinflussen. Fazit: Das Klima der Erde ist ein äußerst sensibles System, welches in der Vergangenheit häufig schon auf kleine Änderungen der solaren Einstrahlung empfindlich reagiert hat.

Aus neuesten wissenschaftlichen Studien leitet sich eine „sehr hohe Sicherheit“ ab (nach IPCC-Definition in mindestens neun von zehn Fällen), dass menschliche Aktivitäten seit Beginn der Industrialisierung größtenteils die Erhöhung der globalen Durchschnittstemperatur verursacht haben müssen. Das internationale Wissenschaftlergremium stützt sich in seiner Aussage über den Beitrag des Menschen an der globalen Klimaänderung im Wesentlichen auf drei Pfeiler: die menschgemachte Zunahme von Treibhausgasen, die hohe Korrelation zwischen globaler Mitteltemperatur und der Kohlendioxidkonzentration in der Vergangenheit sowie Hochrechnungen mit Klimamodellen.³⁴

Vor allem für die Erwärmung in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts gilt mittlerweile der menschgemachte Anstieg der Treibhausgasemissionen mit 90 bis 99-prozentiger Wahrscheinlichkeit als Hauptursache. Die Menschheit setzt heute durch eine Vielzahl von Prozessen große Mengen an Treibhausgasen frei und stellt somit selbst einen Klimafaktor im System dar: Eine große Bedeutung haben in diesem Zusammenhang insbesondere die Verbrennung fossiler Energieträger (Braun- und Steinkohle, Erdöl, Erdgas), die großflächige Änderung der Landnutzung (z. B. Rodung von Wäldern), landwirt-

Tabelle 1: Die wichtigsten anthropogenen Treibhausgase

| Spurengas | Anthropogene Herkunft | Derzeitige (und vorindustrielle) Konzentration | Konzentrationsanstieg pro Jahr (Durchschnitt 1998-2008) | Anteil am anthropogenen Treibhauseffekt (seit 1750) | Treibhauspotential pro Teilchen, CO ₂ = 1 |
|---|--|--|---|---|--|
| Kohlendioxid (CO₂) | Verbrennung fossiler Energieträger; Waldrodungen und Bodenerosion; Holzverbrennung | ca. 387 (280) ppm | 1,93 ppm | 63,5% | 1 |
| Methan (CH₄) | Reisanbau; Viehhaltung; Erdgaslecks; Verbrennung von Biomasse; Mülldeponien; Nutzung fossiler Energien | ca. 1797 ppb (730 ppb) | 2,5 ppb | 18,2% | ca. 23 |
| Distickstoffoxid (N₂O, Lachgas) | Verbrennen von Biomasse und fossilen Energieträgern; Düngemiteleinsetzung | 319 321,8 (270) ppb | 0,788 ppb | 6,2 % | ca. 200-300 |

Ppm/ppb (parts per million/billion = Teilchen pro Million/Milliarde Teilchen): Relative Maßangabe, die in der Klimawissenschaft beispielsweise das Konzentrationsniveau von Treibhausgasen in der Atmosphäre beziffert. Eine atmosphärische Konzentration von 387 ppm bedeutet, dass das Volumen von 387 Teilchen CO₂ im Volumen von einer Millionen Luftteilchen enthalten ist. Quelle: WMO 2008

³³ Schönwiese, C.D. 2004

³⁴ Graßl, H. 1998

schaftliche Tätigkeiten (v. a. Viehwirtschaft und Reis-anbau) und industrielle Prozesse sowie Verkehr. Dieser menschliche Einfluss ist verantwortlich für den signifi-kanten Konzentrationsanstieg von Treibhausgasen 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 anthro-pogenen Treibhauseffekt.

Die drei Hauptverursacher des menschengemachten Treib-hauseffektes sind Kohlendioxid, Methan und Distick-stoffoxid. Das Treibhausgas CO₂ ist dabei der Haupt-faktor menschlicher Treibhausgasemissionen und trägt mit ca. 63,5 Prozent zum menschengemachten Anteil am Treibhauseffekt bei. Der Beitrag von Methan (CH₄) liegt bei etwa 18,2 Prozent (siehe Tabelle 1). Distickstoffoxid (N₂O, Lachgas) hat einen Anteil von 6,2 Prozent.

Neben diesen Gasen gehören auch industriell erzeugte Gase wie Fluorkohlenwasserstoffe (FKWs) zu den wich-tigsten anthropogenen Treibhausgasen. Ozon (O₃) wird nicht direkt ausgestoßen, sondern entfaltet seine Wirk-samkeit als Folgeprodukt u. a. bei der Verbrennung fos-siler Energieträger.³⁵

➔ Frage: Ist nicht Wasserdampf statt CO₂ das wich-tigste Treibhausgas?

Wasserdampf ist das Treibhausgas mit der höchsten na-türlichen Konzentration in der Atmosphäre und mit rund zwei Dritteln am natürlichen Treibhauseffekt beteiligt. Riesige Mengen Wasserdampf verdunsten täglich aus den Ozeanen in die Atmosphäre, kondensieren und fallen als Niederschlag wieder zu Boden. Innerhalb von nur 10 Tagen wird dabei die gesamte Menge an Wasserdampf auf der Erde einmal ausgetauscht. Beim anthropogenen Treibhauseffekt jedoch spielt Wasserdampf kaum eine Rolle. Denn anders als es beim CO₂ der Fall ist, nimmt die Atmosphäre, in Abhängigkeit von ihrer Temperatur, nur eine begrenzte Menge an Wasserdampf auf. Der Mensch kann somit den Wasserdampfgehalt der Atmosphäre nicht direkt (außer durch den Flugverkehr), sondern höchstens indirekt durch die Veränderung der Tem-peratur bzw. die erwärmungsbedingte Veränderung des Wasserkreislaufs beeinflussen: Steigt die Temperatur, steigt auch der Wasserdampfgehalt und es intensiviert sich der Wasserkreislauf. Damit wirkt Wasserdampf als Verstärker der globalen Erwärmung und wird deshalb auch in allen Klimamodellen berücksichtigt. Allerdings verbleibt der Wasserdampf, durch menschliche Aktivitä-ten ausgelöst, nur für kurze Zeit und in vergleichsweise geringen Mengen in der Atmosphäre. Aus diesen Grün-den ist der Anteil von Wasserdampf am anthropogenen Treibhauseffekt vernachlässigbar gering.

Bohrungen im antarktischen Eis zeigen (siehe Abbildung 9), dass die CO₂-Konzentration der Atmosphäre in den vergangenen 800.000 Jahren nie über 300 ppm lag.³⁶ Seit Beginn der Industrialisierung zum Ende des 19. Jahrhun-derts stieg sie jedoch um 38 Prozent an und betrug 2009 im Jahresmittel bereits 387 ppm. Allein innerhalb der letzten Dekade (2000-2008) wuchs der atmosphärische CO₂-Anteil mit einer jährlichen Rate von etwa 1,9 ppm.³⁷ 1990-1999 waren es noch durchschnittlich 1,5 ppm pro Jahr gewesen. Die Methankonzentration steigerte sich sogar um 157 Prozent seit Ende des 19. Jahrhunderts.³⁸

Allerdings gibt es auch menschliche Handlungen mit ei-nem kühlenden Effekt, beispielsweise die industriellen Emissionen von Schwefeldioxid (SO₂).³⁹ Dieses reflektiert Sonnenlicht zurück in den Weltraum und kann zu-dem die Bildung von Wolken auslösen. Beide Prozesse tragen dazu bei, dass weniger Sonnenstrahlen die Erd-oberfläche erreichen. Schwefeldioxid hilft also, die Erde direkt oder durch Wolkenbildung indirekt zu kühlen. Ins-gesamt aber überwiegt der Ausstoß erwärmend wirken-der Treibhausgase deutlich (siehe Tabelle 2).

2.4 Belege für den menschlichen Einfluss auf das Klima

Wenn man bei der Simulation der Temperaturentwick-lung der letzten eineinhalb Jahrhunderte sowohl die natürlichen als auch die menschengemachten Faktoren mit einbezieht, lässt sich der tatsächliche Temperaturver-lauf für viele Regionen der Erde sehr genau simulieren (siehe Abbildung 3, S. 10). Die Simulation der natürlichen Entwicklung beschränkt sich dabei auf die Faktoren „Variation der Solarstrahlung“, „Vulkanausbrüche“ und „El-Niño-Ereignisse“. Der menschliche Einfluss auf die Klimaentwicklung hingegen bezieht nur die Faktoren „Treibhausgasemissionen“ und „Emissionen von Sulfat-aerosolen“ mit ein.

Bereits die Simulation der menschengemachten Faktoren würde eine plausible Erklärung für den größten Teil der beobachteten Temperaturentwicklung liefern. Die Inte-gration beider Faktorenbündel hingegen stellt eine noch größere Annäherung an die in der Realität beobachtete Entwicklung dar. Allerdings schließt dies nicht prinzi-piell die Möglichkeit aus, dass noch weitere Faktoren eine begrenzte Rolle für den Temperaturanstieg gespielt haben könnten.

➔ Frage: Ist nicht die Änderung der Sonnenstrahlung bedeutender als der menschliche Einfluss?

Änderungen der solaren Leuchtkraft sind auf unter-schiedlichen Zeitskalen ein wichtiger Grund von Klima-

³⁵ WMO 2008

³⁶ Lüthi, D. et al 2008

³⁷ Global Carbon Project 2009

³⁸ IPCC 2007a

³⁹ IPCC 2001

Tabelle 2: Großräumig wirksame Klimafaktoren und die zugehörigen Strahlungsantriebe und Temperatursignale (seit 1880)

| Klimafaktor | Strahlungsantrieb | Signal ⁴⁰ | Signalstruktur |
|-------------------------------------|-----------------------------------|----------------------|------------------------|
| Treibhausgase, TR (a) | 2,07 bis 2,53 W/m ² | 0,9 bis 1,3 °C | Progressiver Trend |
| Sulfataerosol, SU (a) | -0,1 bis -0,9 W/m ² | -0,2 bis -0,4 °C | Uneinheitl. Trend |
| Kombiniert, TR + SU (a) | 1,8 bis 2,43 W/m ² | 0,5 bis 0,7 °C | Uneinheitl. Trend |
| Vulkaneruptionen | max. -1 bis -3 W/m ² * | -0,1 bis -0,2 °C | Episodisch (1-3 Jahre) |
| Sonnenaktivität | 0,06 bis 0,3 W/m ² | 0,1 bis 0,2 °C | Fluktuativ (+ Trend) |
| El Niño/Southern Oscillation | – | 0,2 bis 0,3 °C | Episodisch |

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

Quellen: IPCC 2007a, Schönwiese, C.D. 2004

änderungen. Relativ geringe Schwankungen der Sonnenfleckenaktivität haben das Klima in der Erdgeschichte bedeutend mitgeprägt und geringfügige Abschwächungen der Strahlungsintensität wiederholt zu signifikanten Abkühlungserscheinungen geführt. Als jüngere Beispiele des solaren Einflusses gelten die Kleine Eiszeit (1350 bis 1880 n. Chr.) sowie das Mittelalterliche Wärmeoptimum (950 bis 1250 n. Chr.). Innerhalb des Zeitraums seit der Industrialisierung bis heute, spielen Änderungen der Sonnenstrahlung jedoch eine weniger bedeutende Rolle. Vor allem für die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts ist der beobachtete Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur hauptsächlich durch den menschgemachten Treibhausgasausstoß verursacht worden (siehe Abbildung 3, S.10).

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 1880 genommen hat als natürliche Faktoren. Insgesamt sind das demnach ca. 0,7 °C, was in etwa dem beobachteten Anstieg von 0,8 °C im 20. Jahrhundert entspricht. Die natürlichen Klimasignale sind demgegenüber relativ klein und treten episodisch bzw. fluktuativ auf, haben also zu dem Langfristrend der letzten 130 Jahre kaum beigetragen.

Insgesamt ist die Antwort auf die Frage, ob sich das Klima ändert und ob der menschgemachte Treibhauseffekt in den letzten Jahrzehnten wesentlicher Antrieb dieser Veränderung war, nicht mehr wissenschaftlich umstritten. Diskutiert wird lediglich über das genaue Ausmaß und die zu erwartenden Konsequenzen in verschiedenen Regionen.

⁴⁰ 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. Vgl. Schönwiese, C.D. 2004:8

Infolge der Erderwärmung geraten immer mehr Eismassen in Arktis und Antarktis ins Schmelzen und rutschen ins Meer.



3. Klimawandel der Zukunft

Neben den Ursachen und den bereits gegenwärtig beobachteten Auswirkungen des Klimawandels sind insbesondere Aussagen über das zukünftige Klima von großer Wichtigkeit. Die zentrale Frage dabei ist: Wie verändert sich das globale Klima infolge des weiteren Ausstoßes von Treibhausgasen und mit welchen Auswirkungen für Mensch und Natur?

Um abschätzen zu können, in welchem Ausmaß Treibhausgasemissionen verringert und Anpassungsmaßnahmen ergriffen werden sollen, werden wissenschaftlich fundierte Aussagen über die zukünftigen Auswirkungen des Klimawandels benötigt. Klimaforscher stellen hierfür sogenannte „Szenarien“ auf. Sie legen also 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. Bei der Betrachtung dieser Projektionen ist zu beachten, dass sie auf einer begrenzten Anzahl von Annahmen beruhen, also Aussagen über mögliche Zukunftstrends. Sie können demnach keine sicheren Prognosen liefern. Trotz ihrer Einschränkung bieten Szenarien jedoch eine gute Grundlage, um Wenn-Dann-Entscheidungen zu treffen, auch wenn gewisse Unsicherheiten verbleiben.

Tabelle 3 zeigt eine Übersicht über die zentralen Szenarien, die die Grundlage der dritten und vierten Sachstandsberichte des IPCC waren. Aus den Annahmen zu Aspekten wie ökonomischer und sozialer Entwicklung, Bevölkerungswachstum, Ausbreitung neuer Technologien etc. ergibt sich, dass die B-Szenarien grundsätzlich einen geringeren Anstieg der CO₂-Emissionen projizieren (siehe Abbildung 10). Wenngleich z. B. die Ausbreitung von klimafreundlichen Energietechnologien in dem für die Erreichung der optimistischen Szenarien notwendigen Ausmaß wahrscheinlich auf förderliche politische Rahmenbedingungen angewiesen ist, beziehen diese Szenarien nicht explizit politisch vereinbarte Klimaschutzziele wie die Umsetzung des Kyoto-Protokolls mit ein.

Generell kommen alle Szenarien bei der Berechnung der Temperaturänderungen bis etwa 2030 zu ähnlichen Ergebnissen und laufen erst danach deutlich auseinander. Dieser Umstand ist vor allem darin begründet, dass sich technische Umbauprozesse des Energie-, Verkehrs- und Gebäudesystems weltweit über Jahrzehnte hinziehen und die Atmosphäre – vor allem wegen der nur langsamen Erwärmung der Meere – auf die Treibhausgase um Jahrzehnte verzögert reagiert.⁴¹

Tabelle 3: Die zugrundeliegenden Annahmen der Szenarien des IPCC

| Szenarien-familie | 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 Informations-ökonomie, 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) |

Quelle: IPCC 2007a

⁴¹ IPCC 2007a

3.1 Veränderungen der Klimaparameter

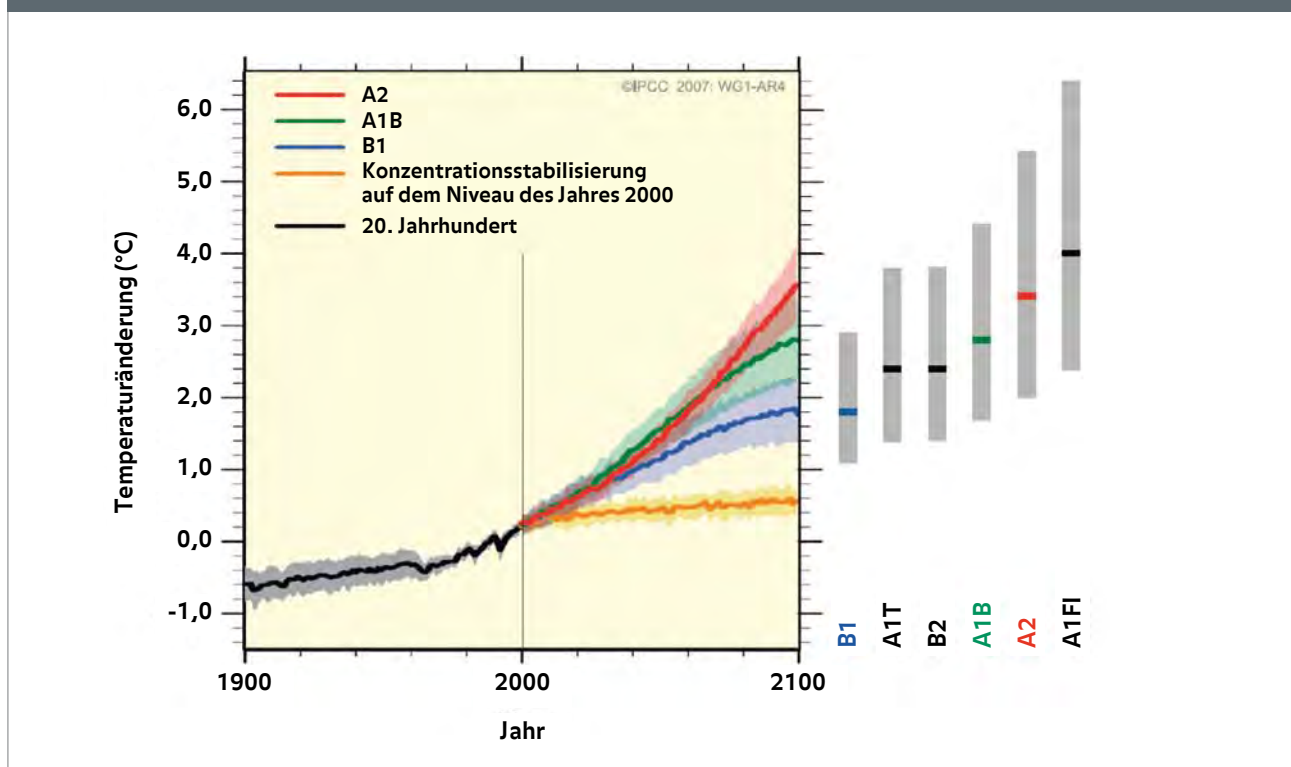
Die Ergebnisse der IPCC-Szenarienberechnungen zeigen die Bandbreite der zu erwartenden Entwicklung für die wichtigsten Klimaparameter – Temperatur, Niederschläge und Wind – sowie den Meeresspiegel und Extremwetterereignisse. Längerfristig hängt die Veränderung der Klimaparameter dabei sehr stark vom globalen Emissionsausstoß und hierbei insbesondere von der Entwicklung der weltweiten CO₂-Emissionen ab: Je größer die Emissionen und damit der Temperaturanstieg, desto größer die Risiken. Im folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse der IPCC-Szenarienberechnungen zusammengefasst:

■ **Anstieg der Treibhausgaskonzentration:** Die CO₂-Konzentration wird nach verschiedenen Stabilisierungsszenarien im Jahr 2100 zwischen 350 und 790 ppm betragen (vgl. heute: 387 ppm, siehe Tabelle 1).⁴² Das Niveau am unteren Ende der Skala wird nur bei sehr drastischem Klimaschutz erreicht werden können. Um zwei Grad Temperaturanstieg nicht zu überschreiten, müssten die

globalen Emissionen bis 2050 global um mindestens 80 Prozent gegenüber 1990 sinken.⁴³ Neben den unterschiedlichen Grundannahmen der Szenarien rührt die große Bandbreite der Vorhersagen auch von der Unsicherheit über die Fortdauer der Senkenfunktion von Ozeanen und des tropischen Regenwaldes her.

■ **Erhöhung der weltweiten Durchschnittstemperatur:** Bis zum Jahr 2100 wird eine Erhöhung der mittleren globalen Erdoberflächentemperatur von 1,1 bis 6,4 °C gegenüber 1990 projiziert.⁴⁴ Diese Werte sind etwa zwei- bis neunmal höher als die beobachtete Erwärmung während des 20. und beginnenden 21. Jahrhunderts. Betrachtet man die am besten gesicherten Schätzungen („best guess“) der jeweiligen Szenarien, ergibt sich eine Spannbreite von etwa 1,8 bis 4,0 °C. Der IPCC rechnet damit, dass die Klimasensitivität – also der bei Verdopplung der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre erwartete Temperaturanstieg – etwa 3 °C betragen könnte.⁴⁵ Allerdings sind hierbei nicht alle möglichen Rückkopplungsprozesse berücksichtigt, die zum Teil schwer zu quantifizieren sind. Einige Studien, die auch langfristige Effekte wie die CO₂-Aufnahmekapazität der Ozeane, die Veränderungen der Oberflächenalbedo – der Anteil der

Abb. 10: Temperaturkurven der IPCC-Leitszenarien bis 2100



Die schwarze Linie in der linken Hälfte des Diagramms zeigt die Messwerte bis zum Jahr 2000. Die drei oberen Linien stehen dabei für drei standardisierte Szenarien zum weiteren CO₂-Ausstoß. Besonders warm würde es demnach im A2-Szenario werden (rote Linie). Die orangefarbene Linie zeigt den Anstieg der Globaltemperatur, selbst wenn alle Emissionen im Jahr 2000 gestoppt werden würden (durch die Trägheit des Systems). Die Balken repräsentieren die Spannweite der Resultate aller IPCC-Klimamodelle. Quelle: IPCC 2007a

⁴² IPCC 2007a

⁴³ Meinshausen, M. et al 2006

⁴⁴ IPCC 2007a

⁴⁵ IPCC 2007a

Sonnenstrahlung, der reflektiert wird – oder die Veränderung der Eisschilde berücksichtigen, halten jedoch auch eine Klimasensitivität von bis zu 6 °C für möglich.⁴⁶ Die IPCC-Szenarien könnten folglich sogar die möglichen Erwärmungseffekte unterschätzen.

In jedem Fall wird die Erwärmung nicht gleichmäßig stattfinden, sondern über Landflächen stärker ausgeprägt sein als über den Ozeanen. Außerdem ist davon auszugehen, dass die Temperaturen in den hohen Breiten sowie in Gebirgsregionen vor allem im Winter überdurchschnittlich ansteigen werden.

■ **Intensivierung des hydrologischen Kreislaufs:** Bei weltweiter Betrachtung ist bis 2100 eine Steigerung der Niederschlagssummen um bis zu 20 Prozent zu erwarten, da eine erwärmte Atmosphäre auch mehr Wasserdampf aufnehmen kann. Gerade beim Niederschlag wird jedoch ein stark räumlich differenziertes Bild projiziert. Als Faustregel gilt, dass in solchen Gebieten, die bereits eine ausreichende Niederschlagsmenge erhalten, von einer deutlichen Steigerung auszugehen ist, die mit stärkeren Schwankungen der Regenmengen zwischen den einzelnen Jahren einhergeht. In Regionen, die bereits unter Wassermangel leiden, wird hingegen eine Verschärfung erwartet, mit einzelnen außergewöhnlich starken Niederschlagsereignissen. Folge des intensivierten hydrologischen Kreislaufs wird also insgesamt eine Änderung der Häufigkeit, Intensität und Dauer von Starkniederschlägen sein (siehe auch 3.2).⁴⁷

■ **Tropische Wirbelstürme:** Obgleich Aussagen über die zukünftige Entwicklung tropischer Wirbelstürme mit großen Unsicherheiten behaftet sind, ist es wahrscheinlich, dass zukünftige tropische Wirbelstürme in einer wärmeren Welt und in Verbindung mit dem Anstieg der Meeresoberflächentemperaturen in den Tropen intensiver werden.⁴⁸

3.2 Zunahme von wetterbedingten Extremereignissen

Bei höheren Temperaturen erhöht sich auch das Risiko von Starkniederschlägen und Überschwemmungen, da wärmere Luft mehr Wasser aufnehmen kann. Weiter muss damit gerechnet werden, dass sich vor allem in bereits trockenen Regionen die Wahrscheinlichkeit von mehr Hitzewellen, Dürreperioden und Waldbränden erhöhen wird. Extremwetterereignisse wie z. B. die Hitzewelle 2003 in Europa könnten in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts schon in jedem zweiten Jahr in Europa auftreten. Auch wird erwartet, dass tropische Wirbelstürme in der Karibik und in Südasien sowie heftige Winterstürme über Europa in Zukunft mehr Zerstörungen anrichten werden.⁴⁹

3.3 Anstieg des Meeresspiegels

Aussagen über den Meeresspiegelanstieg der Zukunft sind mit großen Unsicherheiten behaftet. Die Modellprojektionen des IPCC ergeben einen Meeresspiegelanstieg bis zum Jahr 2100 um 18 bis 59 cm, je nach Szenario und Modell. Nicht enthalten ist darin allerdings die Gefahr eines Abrutschens des grönländischen Eisschilts oder des Eispanzers der Westantarktis. Dadurch könnte der Meeresspiegelanstieg deutlich höher ausfallen. Insbesondere neuere Daten lassen die Vermutung aufkommen, dass der Meeresspiegel schneller reagieren könnte, als noch 2007 in den Klimamodellen des IPCC aufgezeigt: Seit Anfang der 1990er Jahre ist der Meeresspiegel jährlich um 3,3 mm gestiegen, knapp doppelt so schnell wie im Durchschnitt des 20. Jahrhunderts und vom IPCC vorhergesagt (1,9 mm/Jahr).⁵⁰

Diese Ergebnisse zeigen, dass die tatsächliche Entwicklung des Meeresspiegels mittlerweile die pessimistischsten Projektionen des IPCC von 2007 übertrifft (siehe Abbildung 11). Im Kontext der signifikanten Beschleunigung des Anstiegs wird eines immer deutlicher: Je höher die Temperaturen steigen, umso schneller erhöht sich auch der Wasserpegel. Vor diesem Hintergrund kommen neuere Studien, die die Korrelation von Temperatur und Meeresspiegelanstieg im 20. Jahrhundert in die Zukunft projizieren und dabei sowohl die thermische Ausdehnung des Wasserkörpers als auch die Dynamik der großen Eisschilde berücksichtigen, zu einer anderen Aussage. Selbst bei einem relativ niedrigen Emissionsszenario mit einer Erwärmung um zwei Grad Celsius bis Ende des 21. Jahrhunderts wird der Meeresspiegel wahrscheinlich um mehr als einen Meter ansteigen. Bei ungebremsten Emissionen und einem Temperaturanstieg von mehr als vier Grad Celsius gegen 2100 könnte der Anstieg sogar mehr als 140 cm betragen. Werden sämtliche Emissionsszenarien und die geschätzten Unsicherheiten berücksichtigt, ergeben sich Werte zwischen 75 und 190 cm.⁵¹

Bereits der Anstieg um einen Meter würde – ohne entsprechende Schutzmaßnahmen – in Bangladesch und Vietnam ca. 3 Millionen bzw. 2,5 Millionen Hektar Landfläche überfluten. In Bangladesch würden dadurch ca. 15-20 Millionen Menschen vertrieben, in Vietnam etwa 10 Millionen Menschen.⁵²

Der Meeresspiegelanstieg wird dabei an den Küsten der Erde unterschiedlich ausfallen. Erstens steigt der absolute Meeresspiegel nicht überall gleich, da ein regional unterschiedlicher Temperaturanstieg, eng verknüpft mit Veränderungen der Meeresströmungen, die Neigung der Meeresoberfläche beeinflusst. Zweitens hebt oder senkt sich auch das Land an manchen Küsten. An den deutschen Nordseeküsten beispielsweise werden beide Effekte dazu beitragen, dass der Meeresspiegel mehr als im globalen Mittel ansteigt. Entscheidend ist allerdings

⁴⁶ Hegerl, C.G. et al 2006

⁴⁷ IPCC 2007a

⁴⁸ IPCC 2007a

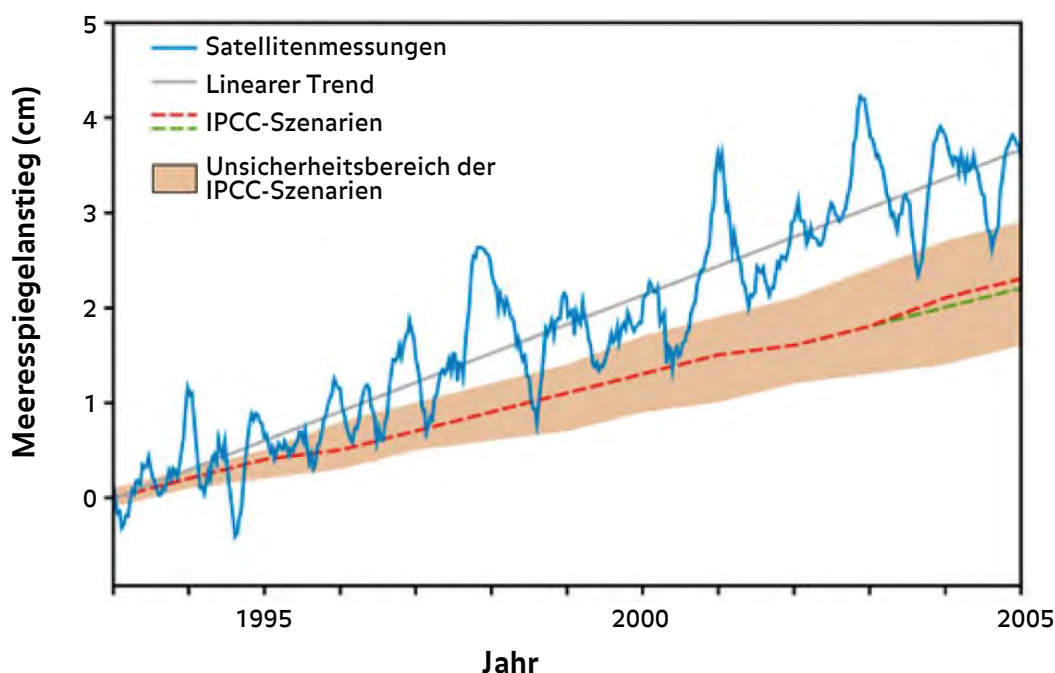
⁴⁹ IPCC 2007a

⁵⁰ Beckley, D. et al 2007

⁵¹ Vermeer, M. und S. Rahmstorf 2009

⁵² Conisbee, M. und A. Simms 2003

Abb. 11: Beobachteter Meeresspiegelanstieg seit 1975



Mittlerweile liegt der beobachtete Meeresspiegelanstieg über den IPCC-Projektionen. Quelle: WBGU 2006

auch, dass der Anstieg nicht mit Erreichen des Jahres 2100 aufhören wird, selbst wenn wir den Anstieg der Erwärmung bis dahin gestoppt haben sollten. In diesem Zusammenhang erwartet der WBGU für ein moderates Erwärmungsszenario einen Anstieg um ca. 300-500 cm bis zum Jahr 2300.⁵³

3.4 Kipp-Elemente des Klimasystems und ihre Folgen

Bisher wurden in dieser Publikation als Folge der Erwärmung vergleichsweise kontinuierliche und langsame Entwicklungen betrachtet, auf deren Konsequenzen sich die betroffenen Staaten der Erde vergleichsweise einfach einstellen und dementsprechend reagieren und sich anpassen können. Allerdings belegen die Klimadaten der Erdgeschichte, dass auf dem Planeten Erde nicht immer alles glatt und in geregelten Bahnen verläuft. Das Klimasystem der Erde ist ein komplexes, nichtlineares System. Bereits kleine Störungen können plötzliche und tiefgreifende Auswirkungen haben, selbst wenn die Triebkräfte des Klimawandels – menscher verursachte Treibhausgase – gleichmäßig und stetig ansteigen.

Die menschliche Hochzivilisation der letzten 10.000 Jahre entstand in einer Phase ungewöhnlicher Klimasta-

bilität. Diese Stabilität war eine der grundlegenden Bedingungen dafür, dass menschliche Hochkulturen entstanden sind. Ob sich die Menschheit in Zukunft weiter auf stabile Klimaverhältnisse verlassen kann, ist ungewiss. Denn innerhalb des Klimasystems gibt es Regime und Prozesse, die besonders empfindlich auf Klimaveränderungen reagieren. Diese sogenannten Kipp-Elemente könnten durch den Klimawandel derart gestört werden, dass sie einen bestimmten Temperaturschwellenwert überschreiten und in der Folge in einen grundlegend anderen Zustand „kippen“. Ein solches Umkippen könnte bei einigen Kipp-Elementen schon bei einem Temperaturanstieg von 2-3 °C gegenüber dem vorindustriellen Niveau eintreten.⁵⁴ Viele Wissenschaftler halten es daher für notwendig, den mittleren globalen Temperaturanstieg auf unter zwei Grad gegenüber vorindustriellem Niveau zu begrenzen, um einen in großem Maßstab gefährlichen Klimawandel zu vermeiden (siehe Info-Kasten 3, S. 29).⁵⁵ Dabei liegt die Temperatur heute um 0,8 °C über dem vorindustriellen Niveau. Weitere 0,6 bis 0,9 °C sind durch die verzögerte Reaktion des Klimasystems auf bereits ausgestoßene Treibhausgase vorprogrammiert. Es ist also höchste Zeit, eine Trendumkehr bei den Emissionen einzuleiten und den so genannten Peak der Emissionen herbeizuführen.

⁵³ WBGU 2006

⁵⁴ Kriegler, E. et al 2009

⁵⁵ WBGU 2007

Info-Kasten 3: Zwei Grad und nicht mehr

Die Klimaforschung ist sich einig, dass der globale Temperaturmittelwert nicht um mehr als zwei Grad Celsius im Vergleich zur vorindustriellen Zeit steigen darf, um einen gefährlichen Klimawandel zu verhindern. Diese Zwei-Grad-Leitplanke lässt sich auf vielfältige Weise wissenschaftlich untermauern.

Während der gesamten Entwicklungsgeschichte des modernen Menschen und der Entstehung von Hochkulturen haben zu keinem Zeitpunkt auf globaler Ebene höhere Temperaturen geherrscht als vorindustrielles Niveau plus zwei Grad. Sollten die Temperaturen nun über zwei Grad hinaus ansteigen, so wird es für den überwiegenden Teil der Weltgemeinschaft aufgrund seiner landwirtschaftlichen und infrastrukturellen Abhängigkeiten sehr schwierig bis unmöglich, mit der dann drohenden Beschleunigung des Klimawandels Schritt zu halten.

Zusätzlich nimmt die Gefahr selbstverstärkender Rückkopplungen und das Risiko des Umkippens von Kipp-Elementen im Klimasystem ab einem Temperaturanstieg über zwei Grad deutlich zu.

Auch aus der Analyse geowissenschaftlicher Daten ergibt sich ein sofortiger Handlungsdruck zur Stabilisierung der globalen Temperatur auf unter zwei Grad. Eine um drei Grad wärmere Erde mit einer atmosphärischen CO₂-Konzentration von über 400ppm gab es zuletzt vor rund drei Millionen Jahren während des Pliozäns. Damals war die Nordhemisphäre nahezu eisfrei und der Meeresspiegel mindestens sieben Meter höher als heute. Fünf Grad wärmere Temperaturen, 800ppm CO₂ in der Atmosphäre und einen 70 Meter höheren Meeresspiegel als heute – das gab es vor rund 40 Millionen Jahren. Sollte es der Weltgemeinschaft nicht gelingen, den CO₂-Gehalt in der Atmosphäre auf unter 450ppm und die Temperatur auf unter zwei Grad zu stabilisieren, so droht der Erde langfristig ein Klimaregime wie vor etwa drei Millionen im schlimmsten Fall sogar wie vor etwa 40 Millionen Jahren: Viele der heutigen Küstenzonen wären dann überschwemmt, die kontinentalen Gletscher und polaren Eisschilde verschwunden, fruchtbare Böden ausgetrocknet und mehrere Milliarden Menschen auf der Flucht vor extremen Wetterereignissen.

Die Wahrscheinlichkeit, die Zwei-Grad-Leitplanke zu verfehlen, steigt mit der Höhe der atmosphärischen CO₂-Konzentration. Um einen gefährlichen und in vielerlei Hinsicht unbeherrschbaren Klimawandel zu vermeiden, müssten die globalen Emissionen innerhalb der nächsten 4-10 Jahre zu ihrem Höhepunkt gelangen und anschließend weltweit um 80 Prozent bis 2050 gesenkt werden.

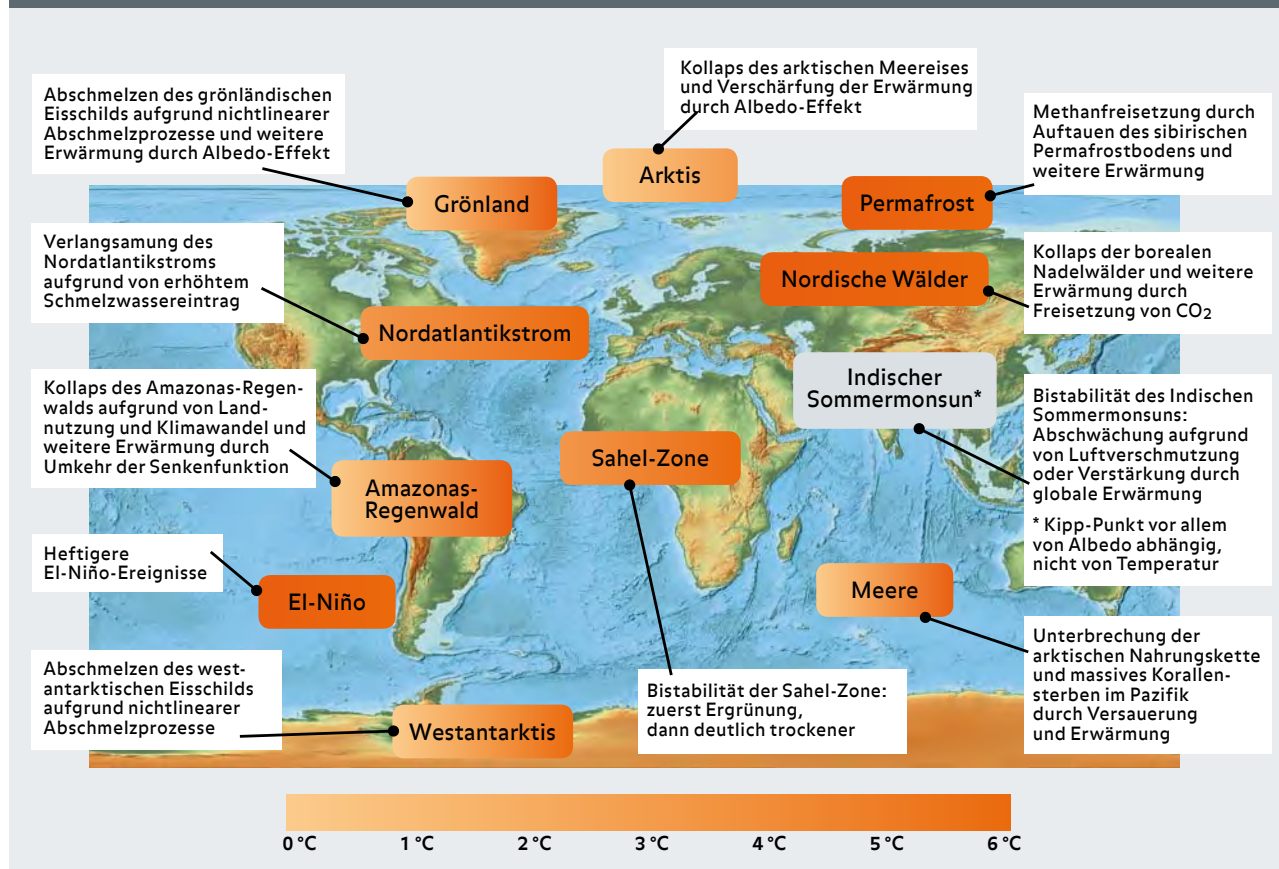
Jedoch bedeutet das Einhalten der Zwei-Grad-Leitplanke nicht für alle Länder und Ökosysteme eine sichere Welt. Daher fordern die verletzlichsten Staaten eine Begrenzung des Temperaturanstiegs auf 1,5 Grad (siehe auch Kapitel zu Klimapolitik, S. 51ff).

Die Karte der Kipp-Elemente (Seite 30) verleiht einen Überblick über Großrisiken, deren Eintrittswahrscheinlichkeit jenseits eines bestimmten Temperaturanstiegs – des jeweiligen Kipp-Punkts – deutlich erhöht wird (siehe Abbildung 12).⁵⁶ Würden diese Schwellenwerte überschritten, könnten abrupte, starke und unwiderrufliche Veränderungen einsetzen, die durch ihre direkten sowie indirekten Folgen regional und auch global unzumutbare Schäden für Mensch und Natur erwarten ließen. Diese Abschätzung betrifft u. a. die negativen Auswirkungen für Ökosysteme, die Nahrungsmittelproduktion und eine nachhaltige wirtschaftliche Entwicklung. Es könnte sogar ein galoppierender Treibhauseffekt ausgelöst werden, wenn sich diese Effekte durch ihre Wechselwirkungen gegenseitig aufschaukeln.

Dabei gibt es auch Wechselwirkungen, die das Tempo des Klimawandels abbremsen könnten. Große Unsicherheiten herrschen z. B. bei der Abschätzung der Rolle von Wolken. Bisher sieht es allerdings so aus, als sei die Wahrscheinlichkeit für positive (d. h. verstärkende, hier wärmende) Rückkopplungen deutlich größer als die für negative Rückkopplungen. Einige ausgewählte Kipp-Elemente und ihre Konsequenzen werden im Folgenden näher erläutert.

⁵⁶ Schellnhuber, H.J. und C. Jäger 2006

Abb. 12: Kipp-Elemente mit Temperaturschwellen (gegenüber 1880), die in diesem Jahrhundert angestoßen werden könnten



Kipp-Elemente gelten als die Achillesfersen des Klimasystems. Sollten sie umkippen, droht ein gefährlicher Klimawandel. Quelle: Eigene Darstellung nach Lenton, T. et al 2008

■ Kollaps des grönländischen Eisschildes

Noch in seinem letzten Bericht vermutete der IPCC einen sehr langsamen und über tausend Jahre währenden Schmelzprozess auf Grönland als Reaktion auf den weltweiten Temperaturanstieg der vergangenen 130 Jahre. Allerdings wurde diese Einschätzung nun widerlegt. Das Gleichgewicht zwischen Schneeakkumulation (Niederschläge) und Schneeablation (Schmelzen an der Ober- und Unterseite, Abfluss ins Meer) scheint auf Grönland vor allem innerhalb der letzten Jahrzehnte dramatisch aus der Balance gebracht worden zu sein (siehe Kapitel 2). Zwar ist der Verlust immer noch gering im Verhältnis zur Gesamtmasse, doch sollten sich die aktuellen Schmelzprozesse fortsetzen, könnte auf Grönland der „Kipp-Punkt“ erreicht werden, jenseits dessen der Abschmelzprozess explosiv schnell abläuft. Modellrechnungen haben ergeben, dass schon bei einem lokalen Temperaturanstieg von etwa 2-4 Grad (entspricht etwa 1-2 Grad global) für Grönland der Punkt überschritten werden könnte, ab dem ein womöglich stark beschleunigt ablaufender Schmelzprozess des

grönländischen Eispanzers ausgelöst werden könnte.⁵⁷ Dieser Vorgang wäre irreversibel, da der wegfallende Albedo-Effekt die Aufheizung der Atmosphäre massiv verstärken und die Erholung des Eisschildes nur über sehr lange Zeiträume erfolgen könnte. Der Abschmelzprozess würde sich dann vermutlich über mehrere Jahrhunderte (300-1000 Jahre) hinziehen und insgesamt zu einem globalen Anstieg des Meeresspiegels von sieben Metern führen.⁵⁸ Flache Inseln wie die Malediven verschwinden dann völlig. Küstenregionen, wie etwa die großen Flussdeltas des Nil oder des Ganges, in denen ein Großteil der jeweiligen Landesbevölkerung lebt, müssten aufgegeben werden, ganze Landstriche wären dem sicheren Untergang geweiht.

■ Kollaps des Amazonas-Regenwaldes

Das mögliche Umkippen des Amazonas-Regenwaldes in eine Savannenvegetation ist ein weiteres Großrisiko im Klimasystem. Dadurch könnte die Region, die bislang viel CO₂ bindet, plötzlich in enormem Ausmaß das Treibhausgas freisetzen. Dabei verstärken sich drei

⁵⁷ Kriegler, E. et al (2009)

⁵⁸ Polyakov I. et al 2002

Faktoren wechselseitig: 1. die Austrocknung durch einen überproportionalen Temperaturanstieg, 2. menschliche Aktivitäten wie Landnutzungswandel und Abholzung sowie 3. ein eventuelles zukünftiges Ausbleiben des natürlichen Nährstofftransports durch Sandstürme aus der afrikanischen Sahelzone nach Brasilien. Viele Beobachter fragen sich seit der extremen Trockenheit im Amazonasgebiet im Jahr 2004 besorgt, ob dies erste Vorzeichen eines solchen Prozesses sein könnten. So kommt eine Studie amerikanischer Wissenschaftler zu dem Ergebnis, dass nach mehr als zwei Jahren extremer Trockenheit viele Bäume so stark angegriffen sind, dass sie beginnen abzusterben.⁵⁹

Ein Umkippen des Amazonas-Regenwaldes hätte drastische Konsequenzen für die Artenvielfalt sowie die Lebenssituation vieler Millionen Menschen in Südamerika und würde zudem den globalen Treibhauseffekt durch den Ausstoß großer Mengen an CO₂ weiter anheizen.

Der Amazonas-Regenwald ist nur ein Beispiel für Ökosysteme, die vom Klimawandel betroffen sind. Die Erwärmung, die Verschiebung der Klimazonen sowie der zusätzliche Stress durch menschliche Aktivität gefährden zahlreiche Systeme und Arten (siehe auch Kapitel 4.1).

■ Bistabilität des Indischen Monsuns

In den vergangenen zwei Jahren wird auch verstärkt diskutiert, wie sich der Indische Monsun durch den Klimawandel verändern könnte. In früheren Jahren brachte er in jedem Jahr relativ verlässliche Niederschläge, doch dieser Rhythmus scheint zunehmend an Kontinuität zu verlieren. Ungewöhnliche Schwankungen haben in den letzten 30 Jahren in ganz Indien immer wieder zu katastrophalen Hungersnöten und verheerenden Überschwemmungen geführt.

Mittlerweile werden durch das Zusammenspiel von Klimawandel und Abstrahlungsveränderungen (Verhältnis von einfallender Strahlung und Abstrahlung = Albedo) aufgrund von Landnutzungsänderungen und vor allem Luftverschmutzung sowohl eine starke Abschwächung wie auch eine Verstärkung der Niederschläge bzw. sogar ein Aufeinanderfolgen dieser Prozesse im Sinne eines Achterbahn-Szenarios für möglich gehalten.⁶⁰ Der Begriff Bistabilität bezeichnet in diesem Fall die Situation, dass das Indische Monsunsystem an bestimmten Verzweigungspunkten zwei sehr gegensätzliche Zustände einnehmen könnte: Einer führt zu übermäßig starken Niederschlägen, der andere zu extremer Trockenheit. Bereits heute weiß man, dass schon eine vergleichsweise geringe Abweichung von zehn Prozent vom durchschnittlichen Monsunniederschlag schwerwiegen-

de Dürren oder Überschwemmungen auslösen kann. Ein schwacher Sommermonsun z. B. kann zu Ernteeinbrüchen, Nahrungsmittelknappheit, Hunger, Verschuldung und Armut der ländlichen Bevölkerung führen, die zwei Drittel der 1,3 Mrd. Bewohner Indiens ausmacht.

■ Bistabile Entwicklung in der Sahelzone

Eine bistabile Entwicklung wie für den Indischen Sommermonsun wird auch für die Sahelzone für möglich gehalten. Bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts erlitt nur etwa ein Viertel des Gebiets ernsthafte Dürren. Zwischen 1970 und 1999 gab es dann eine 20-prozentige Abnahme der Niederschlagsmenge, so dass schon die Hälfte der Region von ernsthaften Dürren betroffen war. Mittlerweile wird ein enger Zusammenhang zwischen dem Niederschlagsrückgang und der deutlichen Temperaturerhöhung im Indischen Ozean, die auf den menschengemachten Treibhauseffekt zurückgeführt wird, gesehen.⁶¹ Dieser hat zu Veränderungen beim Indischen Monsun geführt, der die Niederschlagsverhältnisse in Afrika entscheidend beeinflusst. Bei einer globalen Erwärmung um 2,5 °C in den nächsten Jahrzehnten wird noch innerhalb dieses Jahrhunderts mit einer Veränderung der Niederschlagsbedingungen in Richtung deutlich häufigerer und stärkerer Niederschläge in der Sahelzone gerechnet.⁶² Ein Modell, das die Vergangenheit besser als die meisten anderen Modelle abbildet, geht allerdings davon aus, dass ab einem Verzweigungspunkt Mitte des Jahrhunderts wieder deutlich trockenere Klimabedingungen folgen könnten, noch deutlich regenärmer als zur Zeit der großen Sahel-Dürre vor einigen Jahrzehnten.

⁵⁹ Mongabay 2006
⁶⁰ Zickfeld et al. 2005

⁶¹ Flannery 2006
⁶² Nyong 2006

Überschwemmungen in Folge von schweren Unwettern zerstören immer wieder das Hab und Gut von Millionen armer Menschen weltweit. Sie sind diesen Gefahren häufig schutzlos ausgeliefert.



4. „Opfer“ des Klimawandels

Die Auswirkungen des Klimawandels werden regional unterschiedlich ausfallen. Obwohl die Industrieländer gegenwärtig für den größten Anteil der Erderwärmung verantwortlich sind, sind es die Ärmsten der Welt, die die Auswirkungen des Klimawandels schon heute als erstes und am stärksten spüren und künftig noch drastischer darunter leiden werden. Während der Energieverbrauch in den Industrie- und Schwellenländern auf hohem Niveau verharrt bzw. ansteigt, haben rund 1,5 Milliarden Menschen bzw. 22 Prozent der Weltbevölkerung keinen Zugang zu elektrischem Strom.⁶³ Stattdessen leiden sie schon heute erheblich unter Dürren, Überschwemmungen, heftigeren Stürmen und Trinkwasserverknappung, denn die Klimawandelfolgen sind in äquatorialen Regionen, wo viele Entwicklungsländer liegen, stärker. Da sie zudem nur sehr begrenzte Kapazitäten haben, um sich an diese klimatischen Veränderungen anzupassen, trifft sie der Klimawandel um ein Vielfaches stärker als die Industrienationen. So können sich die Niederlande beispielsweise bis zu einem gewissen Grad an den Anstieg des Meeresspiegels anpassen, in Bangladesch sind hierzu jedoch die nötigen finanziellen und technologischen Mittel wesentlich knapper. Dieses umgekehrte Verhältnis von Verantwortung für den Klimawandel und Gefährdung durch dessen Folgen wirft vielerlei Fragen im Hinblick auf soziale Gerechtigkeit und Menschenrechte auf.

Im Folgenden soll zunächst auf die Leidtragenden und die erwarteten Auswirkungen des Klimawandels auf Mensch und Umwelt eingegangen werden, um dann genauer die Verursacher des Klimawandels aufzuzeigen.

4.1 Die Betroffenen des Klimawandels: Umwelt und Mensch

Welche Auswirkungen haben die in Kapitel 3 genannten Szenarien nun auf Mensch und Natur? Wer sind die Betroffenen des Klimawandels? Zu dieser Frage hat die Klimawissenschaft in jüngster Zeit die meisten Erkenntnisse gesammelt.

Unter der Annahme, dass Klimaänderungen in Zukunft nicht gemildert und die Anpassungsfähigkeit durch engagierte Maßnahmen nicht gefördert werden, erwartet der IPCC für das 21. Jahrhundert weitreichende Auswirkungen für verschiedene Erdsysteme und Sektoren, die für Mensch und Umwelt relevant sind. Einige Systeme, Sektoren und Regionen werden besonders betroffen sein. Eine Auswahl der wesentlichsten

Erkenntnisse des IPCC über die erwarteten Auswirkungen auf Ökosysteme, Ernährungs- und Wassersicherheit, Gesundheit, Wirtschaft und Sicherheit sowie die jeweilige regionale Betroffenheit aufgrund eines zukünftigen Klimawandels bis 2100 wird im Folgenden dargestellt (siehe Abbildung 13).⁶⁴

■ Ökosysteme

Viele Ökosysteme sind durch menschliche Einflüsse, z. B. Landnutzungsänderungen, Verschmutzung und Übernutzung natürlicher Ressourcen ohnehin schon stark gestört (siehe auch Kapitel 2.2). Durch die bisher einmalige Kombination dieser Stressfaktoren mit Klimaveränderungen ist eine Verschärfung der Situation und somit eine Überlastung zahlreicher Ökosysteme noch in diesem Jahrhundert wahrscheinlich. Die Auswirkungen auf die Organismen der Ökosysteme sowie deren Reaktionen werden allerdings unterschiedlich sein. Einige Pflanzen und Tiere werden sich auf veränderte Lebensbedingungen einstellen können. Für viele Lebensgemeinschaften jedoch laufen die Veränderungen durch den Klimawandel zu schnell ab, um sich beispielsweise durch Abwanderung in Richtung der Pole oder in höhere Lagen anzupassen, so dass in Zukunft bestehende Systeme zergliedert, Arten getrennt und Funktionsketten unterbrochen werden. Als besonders stark bedroht gelten polare und alpine Ökosysteme, boreale und tropische Wälder, Korallen sowie Mangrovenwälder.

Eine Temperaturerhöhung um 2 bis 3 °C über dem vorindustriellen Niveau wird die Anpassungsfähigkeit vieler Ökosysteme übersteigen und zu gravierenden Veränderungen in Struktur und Funktionsweise ökologischer Lebensgemeinschaften sowie der ökologischen Interaktionen und geographischen Verbreitung von Arten führen. Im Durchschnitt könnten zukünftig 20 bis 30 Prozent der höheren Pflanzen- und Tierarten dem Tempo der Veränderungen nicht folgen und wären von einem erhöhten Aussterberisiko bedroht. In manchen Regionen wird das Risiko sogar auf 80 Prozent eingeschätzt.⁶⁵ Viele endemische Arten könnten verdrängt bzw. vom Aussterben bedroht werden. Andere, aus anderen Regionen einwandernde Arten, könnten sich unter den veränderten Bedingungen stärker ausbreiten.

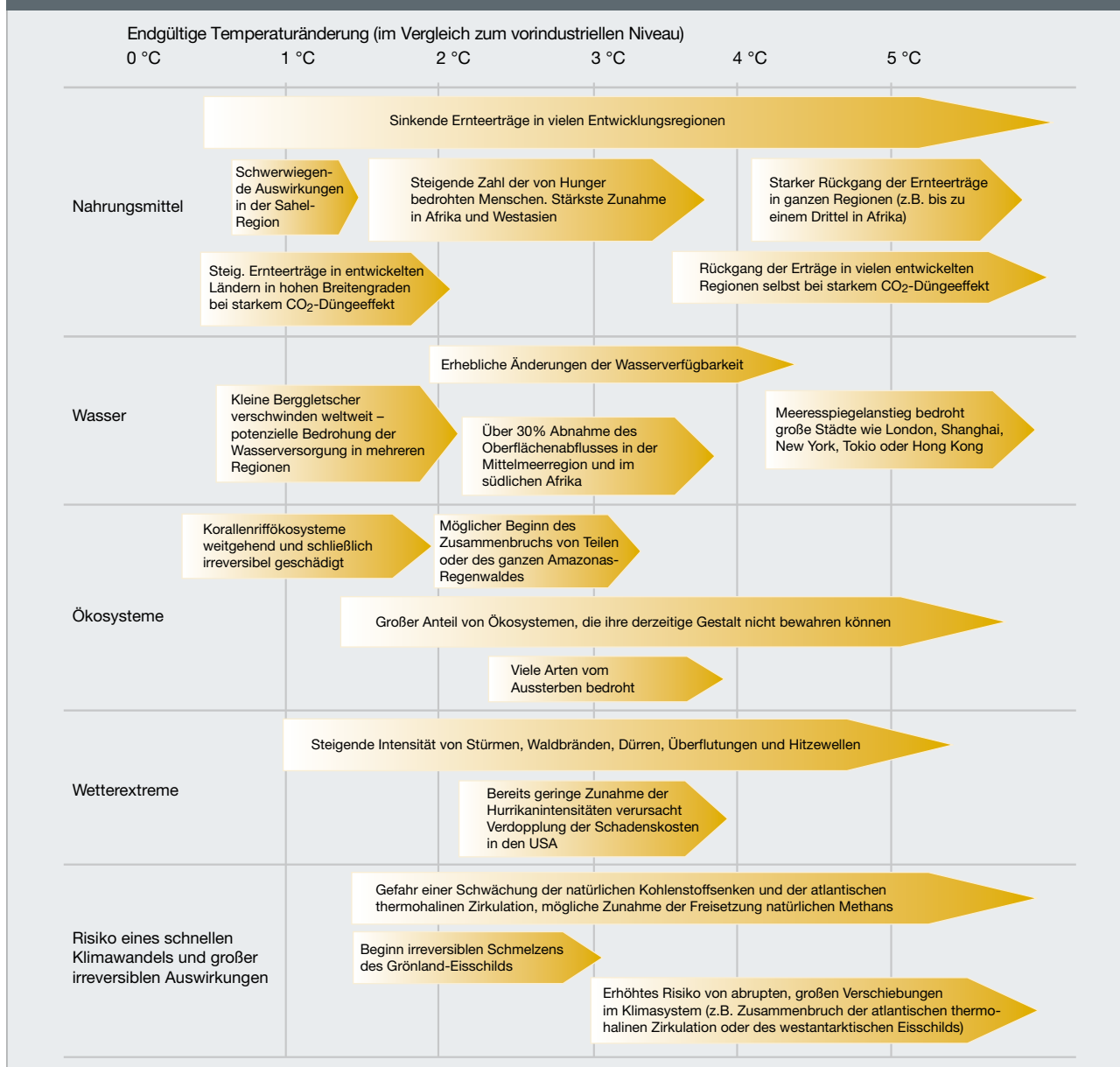
Insbesondere die fortschreitende Versauerung der Ozeane könnte in Verbindung mit der Erwärmung erhebliche Negativfolgen für viele marine schalenbildende Lebewesen (vor allem Korallen), aber auch Salzmarschen und Mangroven und die von ihnen abhängigen Tier- und Pflanzenarten haben. Sollten die Meerestemperatur

⁶³ IEA 2009

⁶⁴ Sofern nicht anders gekennzeichnet sind alle hier dargestellten Ergebnisse dem 4. IPCC-Bericht „Klimaänderungen 2007: Auswirkungen, Anpassung, Verwundbarkeiten“ entnommen.

⁶⁵ IPCC 2007b

Abb. 13: Erwartete Auswirkungen des Klimawandels auf Ökosysteme, Wasser- und Ernährungssicherheit, Gesundheit und Wirtschaft bei unterschiedlicher Erwärmung (im Vgl. zu 1880)



Mit steigender Temperatur erhöhen sich auch die Risiken für Mensch und Umwelt.

Quelle: WBGU 2007 nach Stern 2006

ren zwischen 1 und 3 °C ansteigen und gleichzeitig die Versauerung der Ozeane zunehmen, erwartet der IPCC eine weitreichende Korallenbleiche und großräumiges Absterben. Ab 3 °C droht ein 30-prozentiger Verlust der weltweiten Küstenfeuchtgebiete.⁶⁶

■ Wasserknappheit und ungesicherte Wasserversorgung

Derzeitig haben rund 1,2 Mrd. Menschen keinen Zugang zu sauberem Trinkwasser. Diese Situation wird sich durch die Effekte des Klimawandels verschlimmern. Mit hoher

Wahrscheinlichkeit werden sich der mittlere Jahresabfluss und die Wasserverfügbarkeit in den hohen Breiten sowie in einigen tropischen Feuchtgebieten um 10-40 Prozent bis zum Ende des Jahrhunderts erhöhen. In den mittleren Breiten und trockenen Tropen, wo Wassermangel schon heute ein großes Problem darstellt, wird sich die Lage dagegen voraussichtlich noch verschlechtern. Hier werden sich steigende Temperaturen drastisch auf die Niederschlagsverhältnisse auswirken und in einer signifikanten Abnahme von Abfluss und Wasserverfügbarkeit um bis zu 30 Prozent kumulieren, was in vielen Regionen zu akuter Wasserknappheit führen wird. Schon bei einem Temperaturanstieg von unter 2 °C ist

⁶⁶ IPCC 2007b

davon auszugehen, dass bis zu 1,5 Milliarden Menschen zusätzlich von Wasserknappheit betroffen wären. Zwar sind Verbesserungen hinsichtlich Wasserverbrauchs- und Speichertechniken zu erwarten, dennoch wird der Klimawandel einen starken Einfluss auf die Wasserverfügbarkeit und -qualität haben. Besonders bedroht sind Regionen, die vom Schmelzwasser großer Gletscher abhängig sind und in denen bis zum Ende des Jahrhunderts mit einer deutlichen Abnahme der in der Eisdecke gespeicherten Wasserreserven gerechnet wird (z. B. Indien, Pakistan, Peru). In diesem Zusammenhang gilt eine flächenmäßige Ausweitung von Gebieten, die von Trockenheit und Dürre betroffen werden, in Zukunft als wahrscheinlich. Auch prognostiziert der IPCC eine Zunahme schwerer Niederschlagsereignisse, infolge derer sich auch das Überschwemmungsrisiko vieler Regionen erheblich erhöhen wird.

■ Agrarproduktion und Ernährungssicherung

Gegenwärtig gelten fast 900 Millionen Menschen als unterernährt. Das Klima ist für die Nahrungsmittelproduktion neben anderen ein wesentlicher Faktor. Sowohl die Temperatur aber auch der CO₂-Gehalt der Luft beeinflussen die landwirtschaftlichen Ernteerträge. 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.⁶⁷

In den mittleren bis hohen Breiten wird bis zu einem Anstieg der globalen Temperatur auf 3 °C – je nach Nutzpflanzenart – eine leichte Zunahme der Ernteerträge, jedoch ohne Steigerung der Qualität, projiziert, ab dieser Temperaturschwelle jedoch eine Abnahme.

In den niederen Breiten und insbesondere in saisonal trockenen Tropengebieten wird selbst bei geringer Erwärmung mit einer Abnahme der Ernteerträge gerechnet. Verschärfen könnte sich die Situation noch durch eine ebenfalls erwartete Zunahme von wetterbedingten Extremereignissen wie bspw. Dürren und Überschwemmungen. Ein erhöhtes Hungerrisiko wäre die Folge.

Der Klimawandel birgt vielerorts außerdem Risiken für die landwirtschaftliche Produktion, die zwar nicht der Ernährungssicherung im eigenen Land dient, aber für den Export bestimmt ist und damit eine wichtige Einnahmequelle darstellt. 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 – möglich sein wird.⁶⁸

■ Gesundheit

Durch den Klimawandel drohen nicht nur steigende Meeresspiegel oder abnehmende Getreideerträge; höhere Temperaturen erhöhen auch gesundheitliche Risiken. Zwar könnte eine gewisse Erwärmung vor allem in Gebieten der gemäßigten Breiten einige Vorteile für die Gesundheit mit sich bringen, wie z. B. einen Rückgang der Kältetodesfälle während der Wintermonate. Insgesamt wird jedoch im Zuge des Klimawandels mit einer erheblichen Beeinträchtigung des Gesundheitszustands von Millionen von Menschen gerechnet. Besonders betroffen sind Personen, die bereits gesundheitlich vorbelastet sind (Alte, Kinder, u. a. auch in Industrieländern) und sich nur schwer vor Krankheiten schützen können (vor allem Arme und Hungernde in den Entwicklungsländern). Klimaveränderungen können dabei das Risiko für die Gesundheit auf direkte und indirekte Weise beeinflussen. Extremwetterereignisse werden direkt zu einer Zunahme von Todesfällen, Krankheiten und Verletzungen durch Hitzewellen, Überschwemmungen, Stürme und Dürren auch in Industrieländern führen.

Noch viel bedeutender als die direkten Einflüsse sind jedoch die indirekten Auswirkungen. Bei einer weiteren Erwärmung könnten sich viele – teilweise tödlich verlaufende – Infektionskrankheiten wie Malaria, Denguefieber oder auch Überträger anderer Infektionen weiter verbreiten als bisher. Hitze und Trockenheit, aber auch Stürme und Fluten führten zu Ernteverlusten, die Mangelernährung zu einem noch größeren Problem werden ließen.

■ Wirtschaft

Auch wenn Aussagen über die Abschätzung der Folgekosten eines ungebremsen Klimawandels mit großen Unsicherheiten behaftet sind, so schätzt das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) dennoch, dass bis Mitte des Jahrhunderts ohne ernsthaften Klimaschutz Schäden in Höhe von 200 Billionen US-Dollar zu erwarten sind.⁶⁹ Auch der 2006 erschienene britische Stern-Report zur Ökonomie des Klimawandels kommt zu einem ähnlichen Ergebnis: Bei Tatenlosigkeit könnten die Schäden des Klimawandels infolge von Stürmen, Überschwemmungen, Hitzewellen und Dürren zwischen 5 und 20 Prozent des weltweiten Bruttoinlandsprodukts kosten und die Weltgemeinschaft in eine tiefgreifende Rezession stürzen. Industrieländer wären dann ebenso betroffen wie Entwicklungsländer. Touristen würden ausbleiben, landwirtschaftliche Erträge, vor allem in vielen Entwicklungsländern, unsicherer werden und die versicherten Schäden auch in den Ländern des Nordens erheblich ansteigen. Auch wenn es natürlich auch Regionen gäbe, die von einem Temperaturanstieg profitierten⁷⁰, würden die negativen Auswirkungen beim

⁶⁷ ECF/PIK 2004

⁶⁸ Simonett, O. 1989

⁶⁹ Kemfert, C. 2004

⁷⁰ Beispielsweise wird in den Ländern der höheren Breiten (z. B. Skandinavien) mit einer erhöhten Pflanzenproduktivität gerechnet, die zu besseren Ernten führen kann.

Ausbleiben von Klimaschutz weltweit überwiegen. Effektive Klimaschutzmaßnahmen dagegen wären mit jährlichen Kosten von rund einem Prozent der weltweiten Wirtschaftsleistung vergleichbar gering.⁷¹

■ Gefährdung der Sicherheit

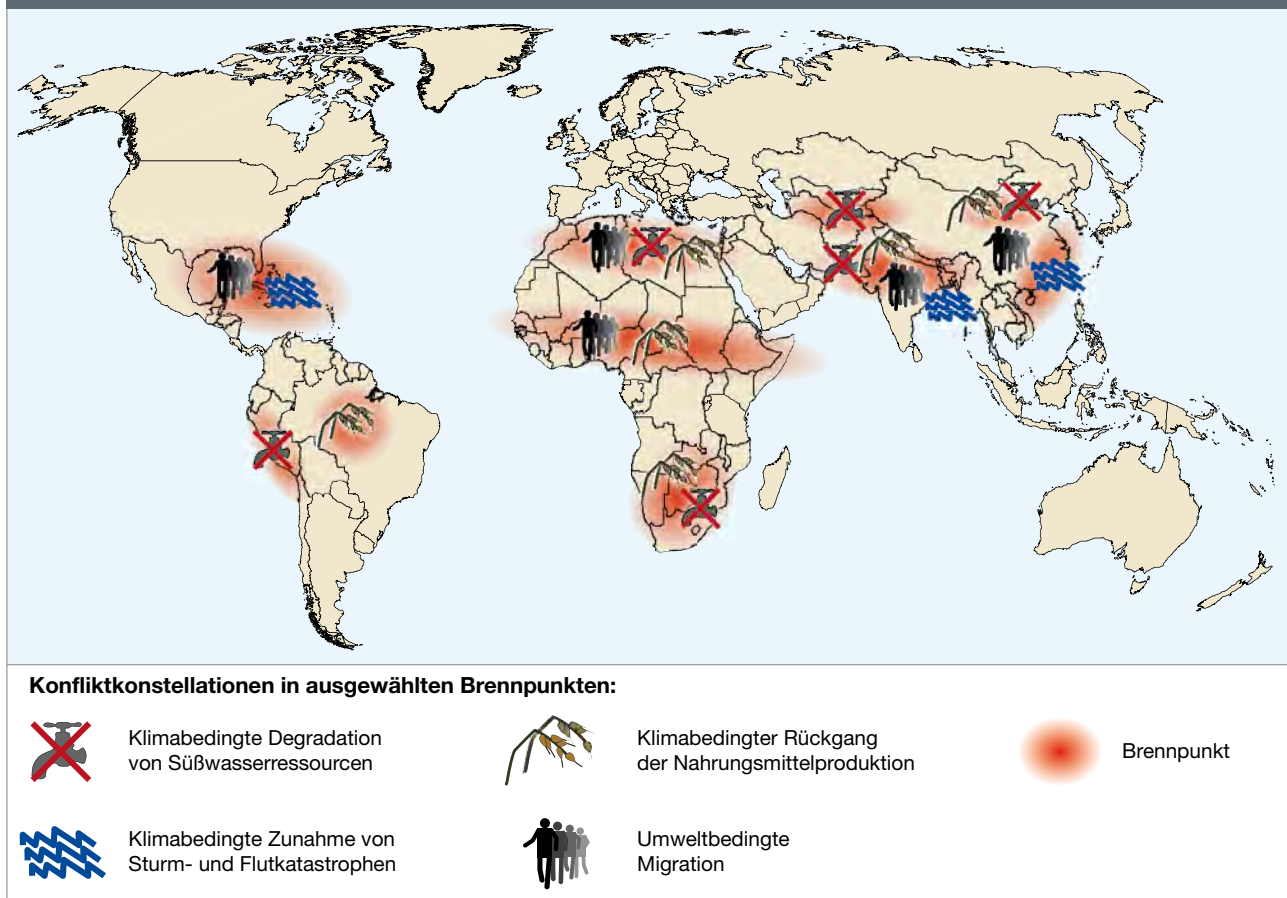
Ein ungebremster Klimawandel stellt eine ernstzunehmende Bedrohung für die humanitäre Sicherheit dar. Neben der Energie(versorgungs)sicherheit rückt in der Außenpolitik zunehmend auch die Klimasicherheit in den Fokus. Diesen Begriff führte die britische Außenministerin Beckett in die Debatte ein. Der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) hat die vier klimabedingten Konfliktkonstellationen Nahrung, Süßwasser, Sturm und Flut sowie Migration identifiziert, die zur Destabilisierung oder gar zum Scheitern von Gesellschaften sowie zu Instabilitäten und Unsicherheit im internationalen System führen können. Involviert sein könnten regionale Gruppen, einzelne Länder oder gar größere Ländergruppen. Der WBGU sieht etwa den nordafrikanischen Raum, die

Sahelzone, das südliche Afrika, Zentralasien, die Ländergruppe Indien, Pakistan und Bangladesch sowie China als Regionen an, in denen der Klimawandel ein neues Sicherheitsrisiko darstellen könnte (siehe Abbildung 14).⁷²

Bei der Diskussion um die Auswirkungen des Klimawandels auf die humanitäre Sicherheit geht es nicht ausschließlich um die wachsenden Risiken bewaffneter Konflikte um Rohstoffe. Vielmehr werden auch große Risiken für wirtschaftliche Entwicklung, soziale Gerechtigkeit und Verteilungsgerechtigkeit, andere Umweltgüter, Demokratisierung, Abrüstung, Menschenrechte und die Rechtsstaatlichkeit erwartet.⁷³ Angesichts des Sicherheitsrisikos Klimawandel bietet sich in erster Linie eine gemeinsam konzertierte, präventive Strategie an, militärische Lösungen scheinen dagegen wenig sinnvoll.

Im Umgang mit den potenziellen Konfliktverschärfungen und neuen Konflikten bestehen verschiedene Möglichkeiten. Potenzielle Konflikte dürfen nicht unterschätzt oder ignoriert, sondern bereits in der Entstehung gelöst werden. So sollten sich anbahnende Differenzen früh-

Abb. 14: Sicherheitsrisiken durch Klimawandel: ausgewählte Brennpunkte



Insbesondere die Südhemisphäre ist von Sicherheitsrisiken im Rahmen des Klimawandels bedroht.

Quelle: WBGU 2007

⁷¹ Stern, N. 2006

⁷² WBGU 2007

⁷³ Annan 2005

zeitig erkannt und Kooperationen der beteiligten Parteien gesucht werden, bevor es zu einem Konflikt kommen kann. Ein Beispiel hierfür ist das Wassermanagement des Indus, Pakistans größtem Fluss, der aber zunächst durch China und Indien fließt. In einigen Jahrzehnten wird das sommerliche Wasservolumen des Indus durch das Schmelzen der Gletscher im Himalaya deutlich abnehmen und damit die Konkurrenz der ohnehin zerstrittenen Nachbarstaaten um das knappe zur Verfügung stehende Wasser verschärft. Beansprucht Indien das wenige verbleibende Wasser des Indus allein für sich, so stellt dies ein enormes Konfliktpotenzial dar. Um einen ernststen Konflikt zwischen den beiden Atommächten zu verhindern, braucht es bereits heute eine strategisch geschickte Politik der Kooperation zwischen den vom Wassermangel im Himalaya-Gebiet betroffenen Regionen.

Die internationale Politik sollte sich in gleichem ernsthaften Maße der wachsenden Herausforderung klimabedingter Migration annehmen. Im Zuge der Klimaveränderung werden immer mehr Menschen aufgrund von Extremwetterereignissen, Dürren und Wüstenausbreitung sowie des Meeresspiegelanstiegs gezwungen sein, ihre Heimat zu verlassen. Derzeit ist ihr völkerrechtlicher Schutz nicht gewährleistet.

4.2 Regionale Betroffenheit

In einigen Regionen werden die Auswirkungen des Klimawandels stärker spürbar werden als in anderen: Entwicklungsländer und arme Menschen, insbesondere in Afrika und Asien, sowie kleine Inselstaaten sind besonders betroffen. Zum einen lebt der Großteil der Bevölkerung in Entwicklungsländern unmittelbar von der Landwirtschaft – in Afrika sind dies ca. 70 Prozent der gesamten Bevölkerung⁷⁴ – und ist somit direkt von den Klima- und Wetterbedingungen abhängig. Klimatische Veränderungen haben deshalb oft verheerende Auswirkungen. Ein zweiter wesentlicher Grund für die hohe Anfälligkeit gegenüber den Folgen des Klimawandels ist jedoch auch die Armut selbst. So wird durch einen Mangel an Kapazitäten (technisch, personell und finanziell) eine Anpassung an veränderte Bedingungen und ein Schutz vor den aufgezeigten Risiken erschwert. Klimawandel verschärft Armut, zerstört Lebensgrundlagen und untergräbt Entwicklungsmöglichkeiten. Allein im Zeitraum 2000-2004 waren jedes Jahr fast 300 Millionen Menschen von Naturkatastrophen betroffen – 98 Prozent davon in Entwicklungsländern. Während in den entwickelten Ländern der OECD nur einer von 1.500 Einwohnern durch eine Naturkatastrophe betroffen war, lag das Risiko bei Einwohnern aus Entwicklungsländern um den Faktor 79 höher – einer von 19 war betroffen (siehe Abbildung 15, S. 38).⁷⁵

Schätzungen zufolge könnten bei einer ungebremsen globalen Erwärmung im Jahr 2050 25 Millionen Menschen durch Überflutungen, zwischen 180 und 250 Millionen Menschen durch Malaria und weitere 200 bis 300 Millionen Menschen durch Wasserknappheit bedroht sein.⁷⁶ Damit der Klimawandel nicht die Lebensgrundlage von Millionen von Menschen gefährdet und zu wirtschaftlichem Niedergang, sozialer Erosion und Migrationsbewegungen führt, muss eine nachhaltige Armutsbekämpfung auch als eine Schlüsselstrategie bei der Anpassung an die Folgen des Klimawandels angesehen werden.⁷⁷

Afrika

Nach Einschätzungen des IPCC gilt Afrika aufgrund von Mehrfachbelastungen, der unmittelbaren Abhängigkeit von der Landwirtschaft und einer niedrigen Anpassungskapazität als einer der verwundbarsten Kontinente gegenüber Klimaänderungen.⁷⁸ Selbst in konservativen Szenarien wird in Afrika mit einem Anstieg der Temperatur um 3-4 °C gegenüber der Periode 1980-1999 gerechnet.⁷⁹ Besonders hohe Temperaturen werden dabei im nordwestlichen und im südlichen Afrika erwartet. Hinzu kommt, dass die meisten Klimamodelle eine drastische Abnahme der Jahresniederschläge für Afrika bis Ende des 21. Jahrhunderts voraussagen. Auch in diesem Fall gelten die genannten Länder Afrikas als besonders betroffen: Um bis zu 30 Prozent könnten demnach die Winterniederschläge in Nordafrika zurückgehen. In Ostafrika sowie in Teilen der Sahelzone wird hingegen mit einer Veränderung in Richtung feuchterer Klimaregime gerechnet (siehe Abbildung 16, S. 38).

Anders als in anderen landwirtschaftlichen Regionen der Welt gibt es in Afrika nur wenige Regionen, in denen die Felder mit dem Wasser aus Flüssen oder Stauseen bewässert werden. Durch die projizierten Klimaänderungen werden deshalb schwerwiegende Beeinträchtigungen der Nahrungsmittelsicherheit erwartet. So schätzt man, dass der Klimawandel schon in nächster Zukunft in einigen Ländern Nordafrikas das Risiko von trockenen Jahren, in denen die auf Regenfeldbau basierenden landwirtschaftlichen Erträge um 50 Prozent zurückgehen, verstärkt.⁸⁰ Dies würde die bereits kritische Situation in Afrika erheblich verschärfen und die Unterernährung auf dem Kontinent verstärken. Dem IPCC zufolge werden in Regionen Afrikas südlich der Sahara bis 2020 zwischen 75 und 250 Millionen Menschen einem, durch den Klimawandel verstärkten Wasserstress ausgesetzt sein. Verschlimmern könnte sich diese Situation noch durch abnehmende Fischbestände als Folge von massiver Überfischung, verstärkt durch steigende Wassertemperaturen in Seen und Küstenzonen.

⁷⁴ IPCC 2001b

⁷⁵ UNDP 2007

⁷⁶ Parry, M. et al 2001

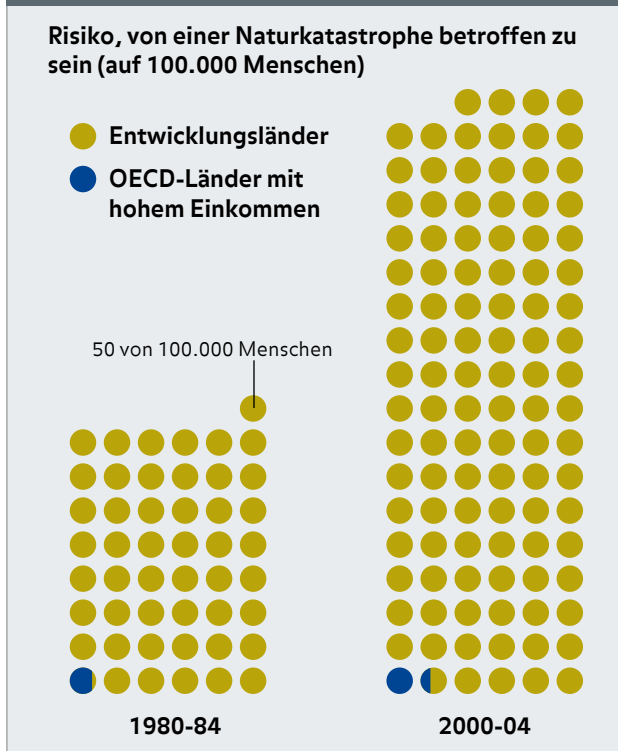
⁷⁷ Harmeling/Bals 2007

⁷⁸ IPCC 2007b

⁷⁹ IPCC 2007b

⁸⁰ IPCC 2007b

Abb. 15: Betroffenheit von Naturkatastrophen in Entwicklungs- und Industrieländern



Aufgrund ihrer geringen Anpassungskapazitäten sind Menschen in Entwicklungsländern besonders verwundbar gegenüber Naturkatastrophen. Quelle: UNDP 2008

Asien

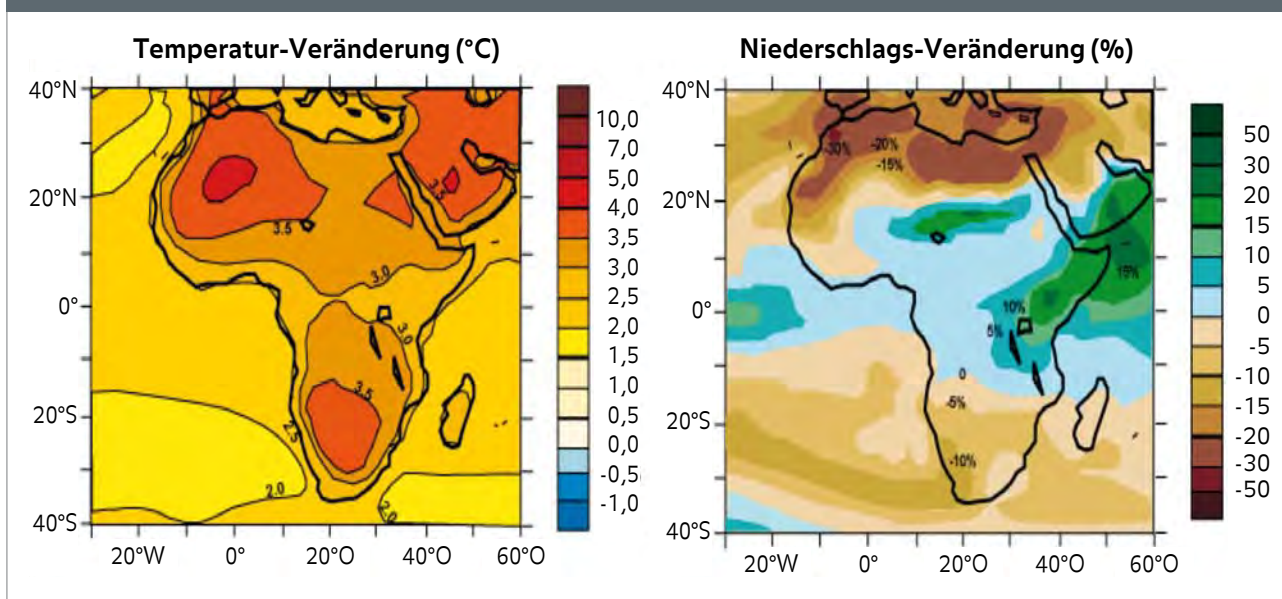
In fast allen Regionen Asiens wird mit einer deutlichen Erwärmung weit oberhalb des globalen Mittelwerts gerechnet. Außer in Südostasien, wo ein Anstieg im Bereich des globalen Mittelwerts erwartet wird, könnten sich die Temperaturen in den übrigen Gebieten um bis zu 4 °C gegenüber dem Mittelwert von 1980-1999 erhöhen. Als Folge wärmerer Temperaturen wird vor allem im Himalaya mit einer sich beschleunigt fortsetzenden Gletscherschmelze gerechnet: Gletscherseeausbrüche, Überschwemmungen, Bergstürze sowie erhebliche Trinkwasserknappheit, insbesondere in den großen Flusseinzugsgebieten, könnten sich auf mehr als eine Milliarde Menschen nachteilig auswirken.

Entlang der sich verändernden Temperaturmuster werden die Niederschläge insgesamt in Asien bis Ende des Jahrhunderts zunehmen. Einzige Ausnahme ist Zentralasien, wo ein Rückgang der Sommerniederschläge und erhebliche Trockenheit, vor allem während der Sommermonate, als wahrscheinlich gelten.⁸¹ Unklar ist die Entwicklung des Indischen Sommermonsuns, welcher für mehr als zwei Milliarden Menschen in weiten Teilen Asiens eine der Haupttrinkwasserquellen darstellt (siehe auch Kapitel 3.4).

Während in Ost- und Südostasien ein möglicher Anstieg der landwirtschaftlichen Erträge um bis zu 20 Prozent vorausgesagt wird, könnten diese in Zentral- und Süd-

Abb. 16: Temperatur- und Niederschlagsänderungen in Afrika bis 2100

Modellsimulation nach dem Szenario A1B des Weltklimarats IPCC: Veränderung der Jahrestemperaturen und Jahresniederschläge 2080-2099 im Vergleich zu 1980-1999



Besonders das nördliche und südliche Afrika gelten als besonders gefährdete Regionen im Rahmen des Klimawandels. Quelle: Hamburger Bildungsserver nach IPCC 2007b

⁸¹ IPCC 2007b

asien um bis zu 30 Prozent zurückgehen. Eine erhebliche Zunahme der Anzahl hungernder Menschen und wirtschaftliche Konsequenzen wären die Folgen und sogar die nationale Sicherheit einzelner Staaten könnte gefährdet werden.

Der IPCC projiziert zudem eine Zunahme und Intensivierung von Hitzewellen in Ostasien sowie von Starkniederschlagsereignissen in Süd- und Ostasien. Auch gehen die Klimamodelle von einem zunehmenden Überflutungsrisiko in einigen der Großdeltas – z. B. dem Mekong-Delta – infolge des steigenden Meeresspiegels aus. In Bangladesch würde bereits ein Meeresspiegelanstieg von einem Meter dazu führen, dass etwa drei Millionen Hektar Land dauerhaft überflutet wären. Für 15 bis 20 Millionen würde dies den Verlust ihrer Heimat bedeuten.

■ Lateinamerika

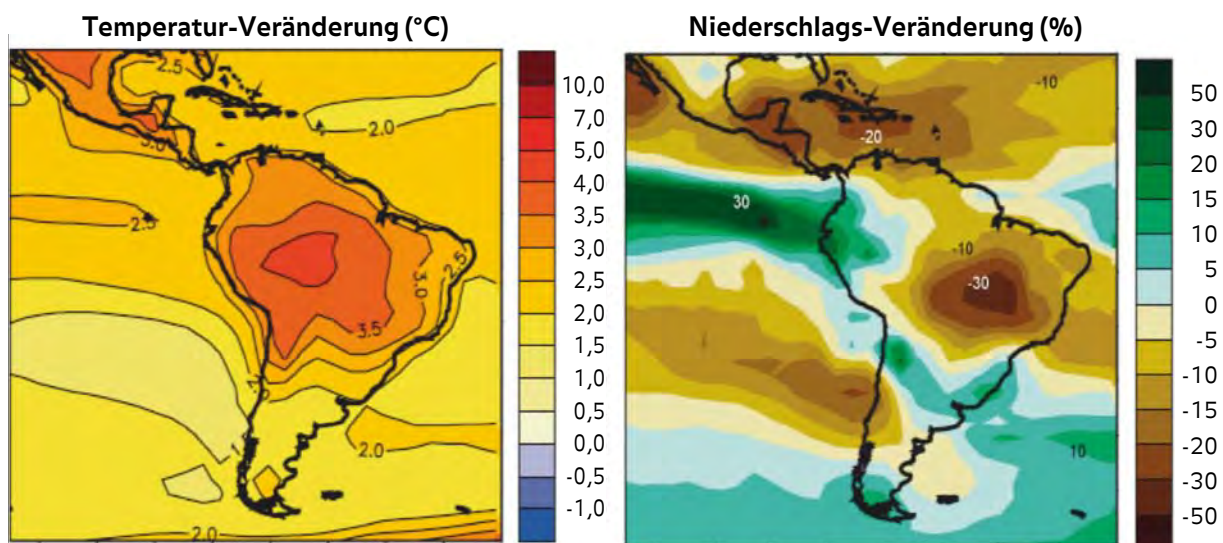
Lateinamerika und die Karibik stellen nicht nur hinsichtlich der großen ökologischen Reichhaltigkeit, sondern auch bezüglich der kulturellen Vielfalt eine außergewöhnliche Region dar. Es ist jedoch auch eine Region, in der 44 Prozent der Bevölkerung in Armut lebt und wo die Ungleichheit in der Vermögensverteilung zu den Höchsten weltweit gehört. Diese Charakteristika machen Lateinamerika und die Karibik zu einer der verwundbarsten Regionen überhaupt.

Während für das südliche Südamerika eine Erwärmung entlang des globalen Erwartungswerts projiziert wird, werden für Mittelamerika und die nördlichen Regionen Südamerikas dagegen deutlich höhere Temperaturen erwartet. Am stärksten werden sich dabei voraussichtlich die Amazonasregion sowie Nordmexiko während der Sommermonate erwärmen. Für das Amazonasbecken wird zusätzlich eine Abnahme der Jahresniederschläge um über 30 Prozent und damit einhergehend eine Umwandlung tropischer Regenwälder in Savannen vorhergesagt (siehe Abbildung 17). Wüstenbildung und Versalzung von landwirtschaftlichen Nutzflächen könnten schon innerhalb der kommenden Jahrzehnte zu einem Rückgang der Erträge wichtiger Nutzpflanzen und zu einer Verminderung der Viehhaltung führen sowie die Nahrungsmittelsicherheit vieler lateinamerikanischer Regionen und von Millionen Menschen erheblich gefährden.

■ Inseln und Atolle

Durch den steigenden Meeresspiegel könnten schon in wenigen Jahren viele kleine Inselstaaten sowohl in den Tropen als auch in den höheren Breiten überschwemmt und von den Landkarten verschwunden sein. Für die Zukunft erwartet der IPCC im Zuge des steigenden Meeresspiegels eine Verstärkung von Überflutungen, Sturmfluten und Küstenerosion. Zusätzlich werden auch die Gewinnung von Trinkwasser und die landwirtschaftliche

Abb. 17: Temperatur und Niederschlagsänderungen in Südamerika bis 2100
Modellsimulation nach dem Szenario A1B des Weltklimarats IPCC: Veränderung der Jahrestemperaturen und Jahresniederschläge 2080-2099 im Vergleich zu 1980-1999



Besonders das Amazonasgebiet gilt als besonders gefährdete Region im Zuge des Klimawandels.
Quelle: Hamburger Bildungsserver nach IPCC 2007b

Nutzung der Böden durch die Versalzung des Grundwassers und der Böden infolge des steigenden Meerwassers immer schwieriger werden. Aus diesem Grund mussten innerhalb der letzten Jahre bereits 3000 Einwohner des pazifischen Inselstaates Tuvalu ihre Heimat verlassen

– Hunderttausende auf anderen Inseln werden ihnen folgen müssen, sollte der zukünftige Anstieg des Meeresspiegels nicht innerhalb der kommenden Jahrzehnte gebremst werden.⁸²

Info-Kasten 4: Womit wir in Deutschland rechnen müssen

Klimawandel geschieht nicht nur in anderen Teilen der Welt, sondern auch hier in Deutschland – und zwar heute. In den vergangenen 100 Jahren wurde hierzulande ein Anstieg der durchschnittlichen Jahrestemperatur um 0,8-1,0 °C beobachtet. Wetterextreme wie Hitzewellen, Starkniederschlagsereignisse und Winterstürme traten in den letzten zwei Dekaden vermehrt auf.

Für die Zukunft wird für Deutschland eine Temperaturerhöhung zwischen 2,5-3,5 °C projiziert. Mit der höchsten Erwärmung ist dabei in den Wintermonaten in Süd- und Südostdeutschland zu rechnen. Nach Norden und Westen, in Richtung eines mehr maritim geprägten Klimaregimes, verringert sich der Temperaturanstieg zwar, dennoch wird auch für die Küstenregionen eine deutliche Erwärmung vorausgesagt. Auch für den Sommer werden die höchsten Temperaturen im Süden Deutschlands erwartet.

Die Niederschlagsverhältnisse werden sich regional und saisonal verändern. In Süd-, Südwest- und Nordostdeutschland ist mit einem bis zu 40-prozentigen Rückgang der sommerlichen Niederschläge zu

rechnen, während sich für die Wintermonate fast im ganzen Land stärkere Niederschläge abzeichnen. Durch die Trockenheit während der Sommermonate sind in Ost- und Südwestdeutschland die landwirtschaftlichen Erträge gefährdet, die Waldbrandgefahr wird sich erhöhen und das sommerliche Wasserangebot geht zurück. Auch die Häufigkeit von Hitzewellen wird sehr wahrscheinlich zunehmen.

Ferner gilt als sicher, dass die Gletscher in den Alpen infolge der Temperaturerhöhung weiter an Volumen verlieren werden. Nach neuesten Einschätzungen könnte bei einem sommerlichen Temperaturanstieg von 3 °C etwa 80 Prozent der 1990 noch vorhandenen Eismasse bis 2100 verloren gehen. Wenn die Sommertemperaturen um 5 °C steigen, wären die Alpen gegen Ende des Jahrhunderts praktisch eisfrei. Auch ist davon auszugehen, dass die Winterstürme in Norddeutschland zunehmen werden.

An Deutschlands Küsten wird der Meeresspiegel im globalen Vergleich überdurchschnittlich stark ansteigen: Dafür sorgen zum einen eine stärkere Erwärmung, aber auch eine anhaltende Landabsenkung als Spätfolge der ausklingenden Kaltzeit.⁸³

⁸² Warner, K. 2009

⁸³ Germanwatch 2007



Extreme Niederschläge und Überschwemmungen haben auch in Europa und Deutschland in den letzten Jahren immer wieder zu enormen wirtschaftlichen Schäden geführt wie hier in Steyr, Österreich.

In Deutschland wird mit einem Anstieg der Niederschläge im Winter gerechnet.

5. Die Verursacher des Klimawandels

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

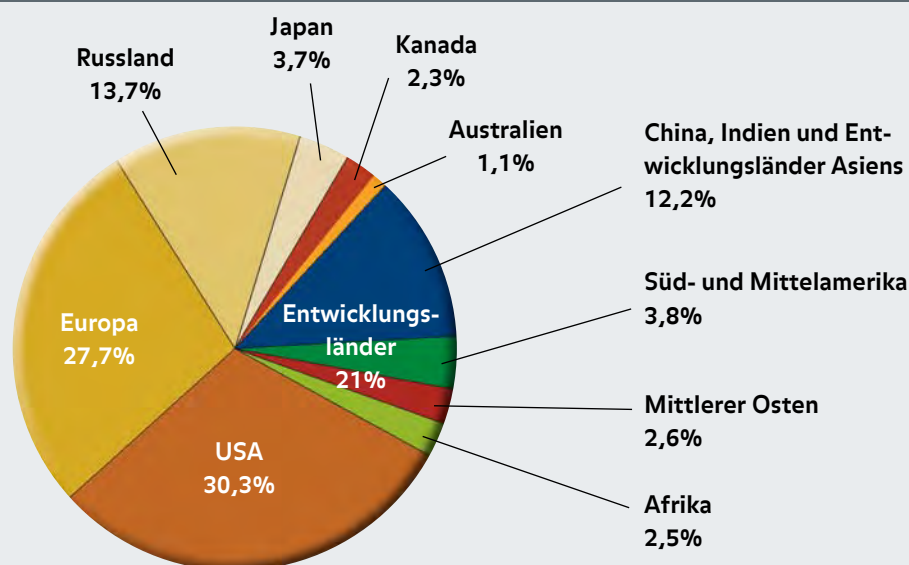
5.1 Welche Länder sind die Hauptverursacher von Treibhausgasemissionen?

Die Frage, welche Länder für welche Mengen an Emissionen verantwortlich sind, stellt sich sowohl für die Vergangenheit als auch für die Gegenwart und die Zukunft. Aus zwei Gründen ist der Blick in die Vergangenheit besonders wichtig: Erstens ist CO₂ ein über Hunderte Jahre wirksames Treibhausgas, d. h. die Frage nach der Verantwortung für den heute bereits sichtbaren globalen Klimawandel findet ihre Antwort in den kumulierten Emissionen des letzten Jahrhunderts. Zweitens haben diejenigen Länder, die in der Vergangenheit besonders viel Energie nutzten – vor allem Kohle, Öl und Gas – und damit besonders hohe Treibhausgasemissionen zu verzeichnen hatten, von diesem Verhalten profitiert, da sie Infrastruktur, Produktionsanlagen und

Kapital aufgebaut haben. Dieser Reichtum verschafft ihnen einen deutlich größeren Handlungsspielraum, heute in die Entwicklung und Verbreitung klimafreundlicher Energietechnologien zu investieren, als es in armen Ländern der Fall ist. Letztere erheben hingegen einen Anspruch auf nachholende Entwicklung mit hohem Wirtschaftswachstum und erwarten, dass sie die Zusatzkosten für klimafreundliche Technologien vom Norden ganz oder teilweise finanziert bekommen. Hieraus ergibt sich die große klimapolitische Herausforderung zur Lösung des Klimaproblems (s. Kapitel 6).

Wenn man die durch den Menschen verursachten CO₂-Emissionen des letzten Jahrhunderts betrachtet, sind die Industrieländer die Hauptverursacher des anthropogenen Treibhauseffekts (siehe Abbildung 18). Mehr als die Hälfte (58 Prozent) entfielen zwischen 1900 und 1999 allein auf Europa und die USA, auf das Konto der ehemaligen Sowjetunion weitere 13,7 Prozent. Die Gesamtheit der Entwicklungsländer, wo rund 80 Prozent der Weltbevölkerung leben, war hingegen nur für 21 Prozent der angehäuften CO₂-Emissionen verantwortlich (siehe Abbildung 18). Die Ärmsten, rund 800 Millionen Menschen, vereinen sogar historisch gesehen weniger als 1 Prozent aller kumulierten CO₂-Emissionen des 20. Jahrhunderts auf sich.⁸⁴ Natürlich ändert sich dieses Bild immer mehr, und die Gewichte werden sich zukünftig stärker verschieben – hin zu einem größeren Beitragsanteil auf Seiten der sogenannten Entwicklungsländer.

Abb. 18: Kumulierte energiebedingte CO₂-Emissionen 1900-1999



Die Industriestaaten tragen die historische Hauptverantwortung für den Klimawandel.

Quelle: Eigene Darstellung nach World Resources Institute 2002

⁸⁴ Global Carbon Project 2009

5.2 Absolute und Pro-Kopf-Emissionen heute

Historisch gesehen haben die USA insgesamt durch ihre kumulierten CO₂-Emissionen mit Abstand am meisten zum Klimawandel beigetragen. Auch im Jahr 2007 gingen fast 20 Prozent des weltweiten CO₂-Ausstoßes noch auf ihr Konto. Einzig Chinas Anteil, welcher seit 2007 den der USA überholt hat, ist noch größer (20,8 Prozent). Das Reich der Mitte stößt mit seinen gut 1,3 Milliarden Einwohnern heute etwa so viel CO₂ aus wie die 15 Länder der alten EU mit ihren rund 380 Millionen Einwohnern. Tendenz stark ansteigend. Damit sind die beiden Verschmutzungs-Spitzenreiter China und USA zusammen für mehr als 40 Prozent des weltweiten CO₂-Ausstoßes verantwortlich (siehe Abbildung 19). Ein anderes Bild ergibt sich, wenn die CO₂-Emissionen aus veränderter Landnutzung, die insbesondere Entwaldungsprozesse beinhaltet, in der Statistik berücksichtigt werden. Demnach wären, nach China, den USA und der EU, Indonesien und Brasilien die viert- und fünftgrößten Emittenten. Ursachen sind in beiden Ländern die großflächigen Rodungen der tropischen Regenwälder.

Deutschland konnte zwar innerhalb der letzten zwei Jahrzehnte, auch aufgrund der Wiedervereinigung und des damit einhergegangenen Zusammenbruchs der Schwerindustrien in der ehemaligen DDR, seinen Ausstoß deutlich reduzieren, zählt allerdings nach wie vor zu den weltweit größten CO₂-Emittenten. Zum Vergleich: **Der gesamte afrikanische Kontinent, mit rund einer Mil-**



Der Autoverkehr ist eine weltweit nach wie vor wachsende Quelle von CO₂-Emissionen.

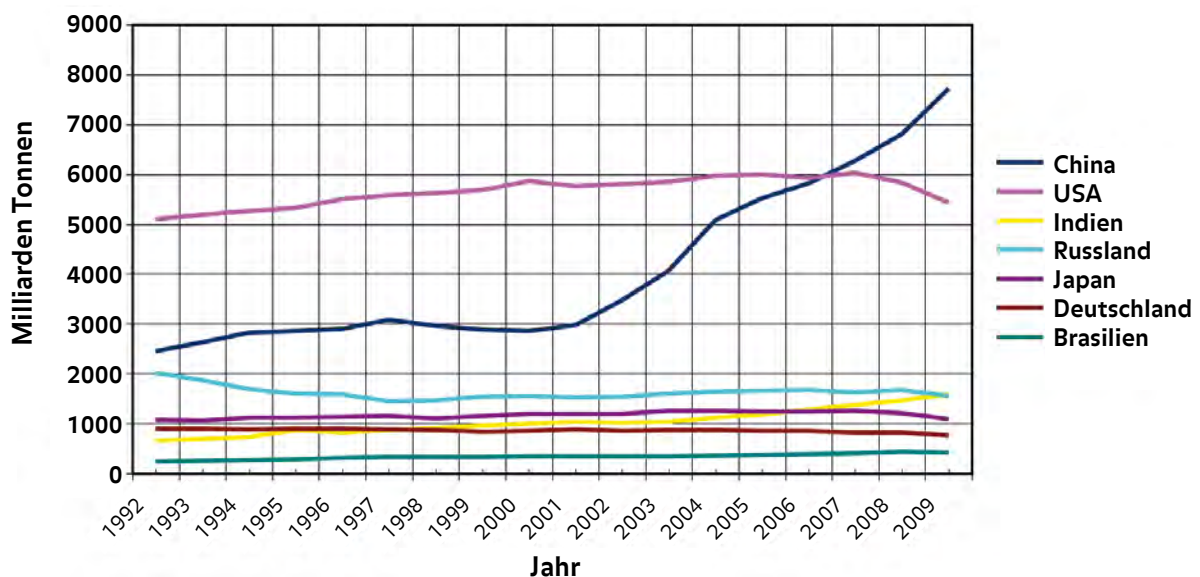
Foto: Dietmar Putscher

liarde Einwohnern, trägt gegenwärtig etwa so viel zum globalen Treibhausgasausstoß bei wie Deutschland mit seinen rund 82 Millionen Einwohnern. Dabei sind nur vier Länder, nämlich Südafrika, Ägypten, Nigeria und Algerien für mehr als drei Viertel der afrikanischen Emissionen verantwortlich. Werden diese herausgerechnet, liegt der Anteil der restlichen afrikanischen Staaten am weltweiten CO₂-Ausstoß unter einem Prozent.

Während in einigen Industrieländern die CO₂-Emissionen innerhalb der letzten zwei Dekaden stabilisiert bzw. reduziert wurden, stiegen sie insbesondere in den großen Schwellenländern der Welt deutlich weiter.

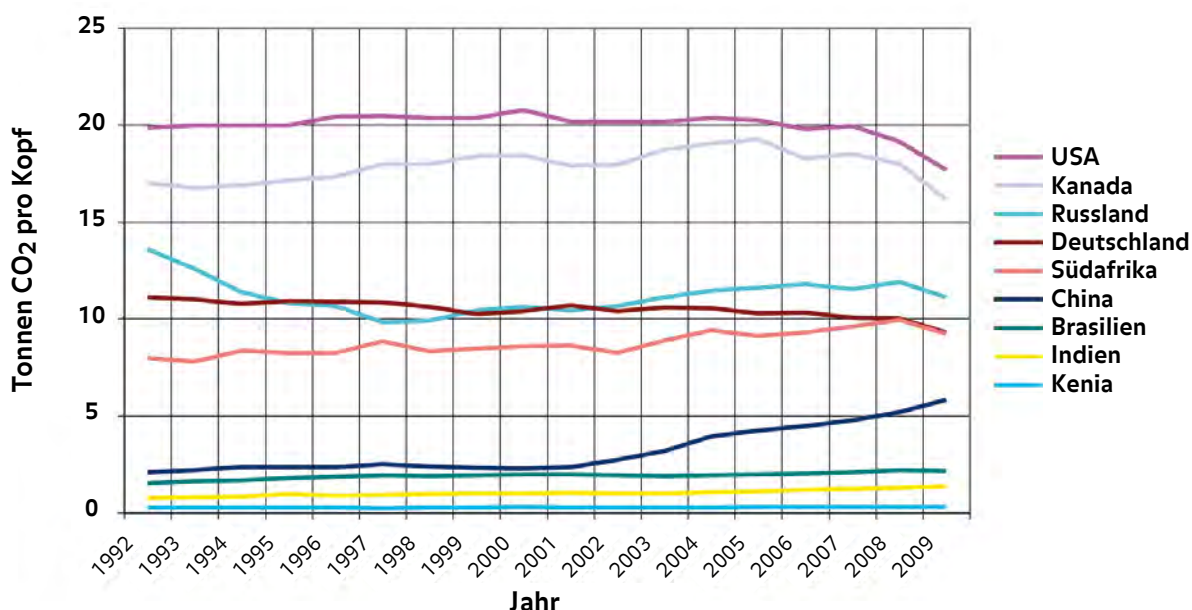
Der Vergleich der historischen Emissionen mit dem aktuellen CO₂-Ausstoß der weltweit größten Emittenten

Abb. 19: Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen 1992-2009



Quelle: Eigene Darstellung nach U.S. Energy Information Administration, www.eia.doe.gov

Abb. 20: Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen pro Einwohner zwischen 1992 und 2009 für neun ausgewählte Länder



Quelle: Eigene Darstellung nach www.eia.doe.gov (s.o.)

verdeutlicht den wachsenden Beitrag der Schwellenländer, vor allem Chinas aber auch Indiens zum Klimawandel. Aber auch in den meisten Entwicklungsländern steigen die Treibhausgasemissionen gegenwärtig rasant an.

Auch wenn einige Schwellenländer bei den absoluten CO₂-Emissionen vorne liegen, so kommen bei den Pro-Kopf-Emissionen ausschließlich Industrieländer auf die vorderen Plätze.

Während in der Statistik der absoluten CO₂-Emissionen vor allem populationsstarke Länder auf den vorderen Rängen zu finden sind, ändert sich die Rangfolge wenn der Pro-Kopf-Ausstoß betrachtet wird. Eine solche Betrachtungsweise ist insbesondere unter dem Gesichtspunkt der Klimagerechtigkeit und entsprechend der weltweit gemeinsamen, aber individuell sehr unterschiedlichen Verantwortlichkeit für Ursache und Lösung des Klimaproblems von Bedeutung.

Abbildung 20 zeigt die Pro-Kopf-Emissionen zwischen 1990 bis 2007 für ausgewählte Länder. Hier liegen die USA und Kanada mit ca. 19,1 bzw. 17,4 t CO₂ im Jahr 2007 deutlich vorn. Zu beachten ist allerdings, dass einige der arabischen Golfstaaten noch weit höhere Pro-Kopf-Werte haben, so liegt der Wert in Katar bei ca. 60 Tonnen pro Jahr.⁸⁵ In Deutschland und Russland sind mit dem deutlichen Gesamtrückgang der absoluten Emissionen auch sinkende Pro-Kopf-Emissionen verknüpft. Nichtsdestotrotz produziert jeder Deutsche im Durch-

schnitt immer noch etwa 9,7 t CO₂ pro Jahr. Die Betrachtung der Pro-Kopf-Werte relativiert die hohen Gesamtemissionen der beiden bevölkerungsreichsten Länder, China und Indien. Dort werden die Emissionen allerdings überwiegend von einer Minderheit der jeweiligen Bevölkerung erzeugt. So werden in China nur etwa 20 Prozent der Bevölkerung der globalen Konsumentenklasse zugeordnet, die durch einen konsum- und ressourcenintensiven Lebensstil erhebliche CO₂-Emissionen verursacht.⁸⁶ Der Vergleich mit Afrika macht die Pro-Kopf-Verantwortung am globalen Treibhauseffekt noch deutlicher: **Während ein Deutscher pro Jahr durchschnittlich 9,7 Tonnen CO₂ verursacht, liegt ein Kenianer nur bei 0,3 Tonnen.**

5.3 Emissionen nach Sektoren

Die derzeitige Erwärmung ist auf eine Reihe von Emissionsquellen zurückzuführen. Im Folgenden wird zunächst die globale Ebene⁸⁷ betrachtet, bevor auf die Verhältnisse in Deutschland Bezug genommen wird. Hauptfaktor für den weltweiten Ausstoß an Treibhausgasen stellte im Jahr 2004 die Energieversorgung mit ca. 25,9 Prozent vor dem Industriesektor mit 19,4 Prozent dar.⁸⁸ Eine eindeutige Abgrenzung ist jedoch nicht ganz einfach, da die Industrie auch einen großen Teil des Stroms aus der Energieversorgung nutzt. Darauf folgen der Forstsektor mit 17,4 Prozent – vor allem durch die Zerstörung von Wäldern in tropischen Regionen wie Brasilien oder Indonesien – und die Landwirtschaft mit 13,5 Prozent.

⁸⁵ www.eia.doe.gov

⁸⁶ Gardner/Assadourian/Sarin 2004

⁸⁷ Quelle für alle Daten hierzu: IPCC 2007e

⁸⁸ IPCC 2007e; 2004 ist das letzte Jahr, für das der 4. IPCC-Sachstandbericht alle sechs Kyoto-Gase umfassende Analysen enthält. Bei Betrachtung nur der energiebedingten Emissionen sind auch neuere Daten verfügbar.

Der Verkehrssektor verzeichnet mit 13,1 Prozent ebenfalls enorme Wachstumsraten, die vor allem auf den Anstieg im internationalen Schiffs- und Flugverkehr zurückzuführen sind.

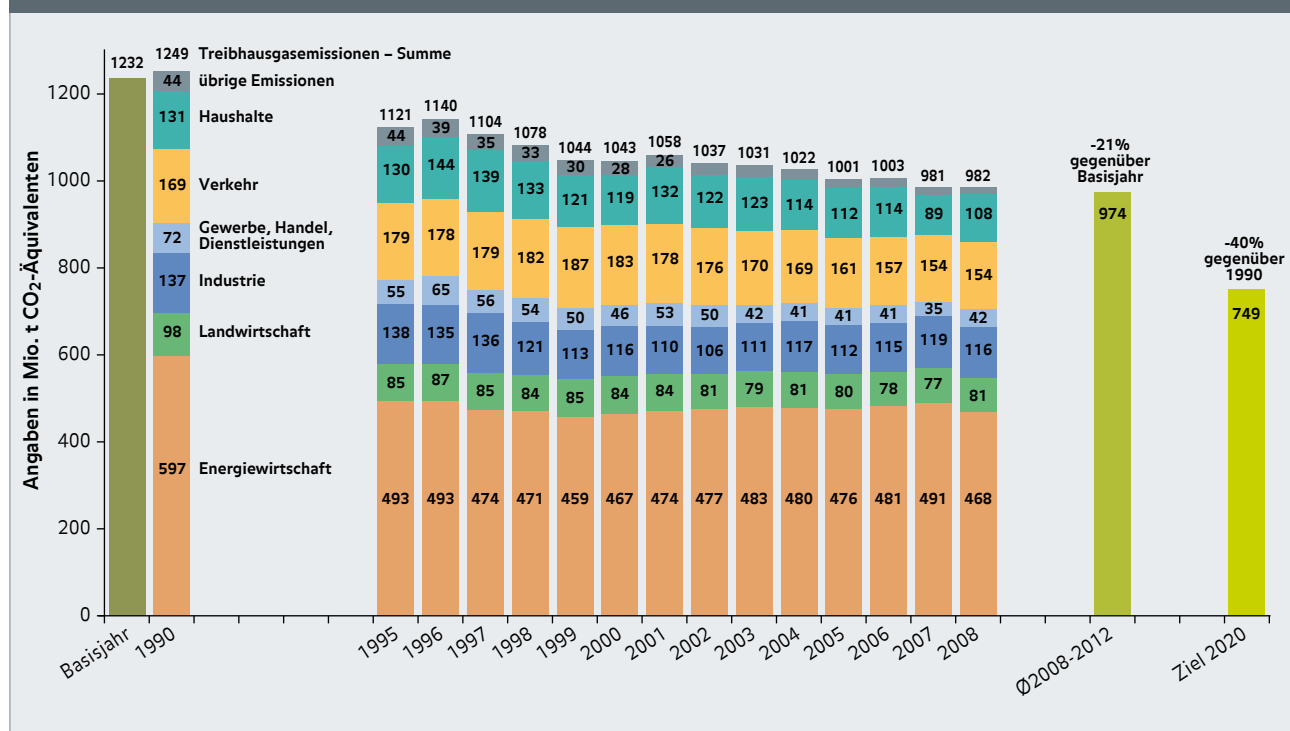
Von den gesamten anthropogenen Treibhausgasemissionen, die für die Erderwärmung verantwortlich sind, stand CO₂ im Jahr 2004 mit einem Anteil von 63 Prozent an vorderster Stelle. Der Großteil dieser CO₂-Emissionen ist energiebedingt, aber auch die Freisetzung von CO₂ durch die Zerstörung von Waldgebieten (z. B. durch die Rodung tropischer Regenwälder) spielt eine große Rolle. Sie ist mit umgerechnet ca. 6 Milliarden Tonnen jährlich freigesetztem CO₂ nach dem Verbrennen von fossilen Energieträgern global betrachtet die zweitgrößte CO₂-Quelle. In vielen Entwicklungsländern stellt sie die größte Emissionsquelle dar, z. B. in Indonesien mit 83,4 Prozent und in Brasilien mit 62 Prozent. Hauptursache der Waldzerstörung sind landwirtschaftliche Aktivitäten wie die Gewinnung von Acker- und Weidefläche durch Brandrodung. Problematisch ist vor allem die großflächige Rodung für Monokulturen zur Gewinnung von Palmöl, Zuckerrohr und Soja, die auch für den europäischen Markt als Futtermittel oder Agrotreibstoff produziert werden.



Das Abholzen des Regenwaldes (hier in Brasilien) stellt eine große Gefahr sowohl für das globale Klima als auch für die regionale Wirtschaft dar. Foto: Uwe Bauch, panthermedia.net

Der überwiegende Anteil an den weltweiten menschgemachten Methanemissionen, entsteht durch Nassreisfeldanbau und Rinderzucht.⁸⁹ In diesem Zusammenhang kann man auch die Frage aufwerfen, ob alle Emissionen prinzipiell als qualitativ gleichwertig anzusehen sind oder ob unterschieden werden muss, zu welchem Zweck die Emissionen verursacht werden. So sollten beispielsweise die Emissionen, die durch Freizeitreiseverkehr

Abb. 21: Entwicklung der THG-Emissionen in Deutschland nach Sektoren 1990 bis 2008



Der große Anteil des Energiesektors am CO₂-Ausstoß in Deutschland verdeutlicht das Potenzial von Erneuerbaren Energien und Energieeffizienz. Quelle: Umweltbundesamt 2010

⁸⁹ IPCC 2007a

(Luxus-Emissionen) entstehen, anders bewertet werden als der Methanausstoß, den asiatische Bauern durch den für sie überlebensnotwendigen Reisanbau verursachen (Überlebens-Emissionen).

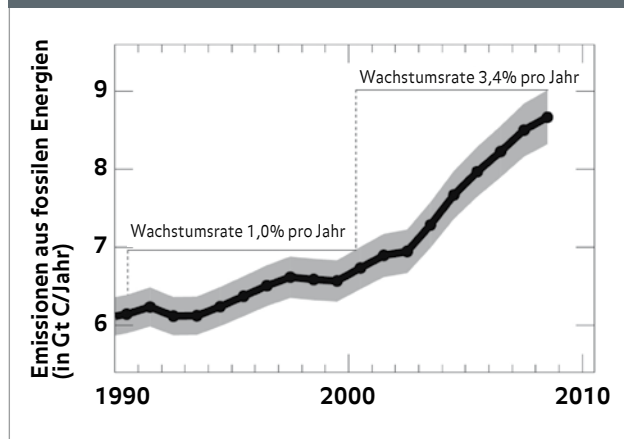
In Deutschland ist die Energiewirtschaft der Hauptverursacher von CO₂-Emissionen. Aber auch im produzierenden Gewerbe und im Transportsektor fallen viele Emissionen an. Mehr als die Hälfte der Transportemissionen entfallen dabei auf den Automobilverkehr. Mit deutlich mehr als 80 Prozent hat CO₂ unverändert den größten Anteil an den deutschen Treibhausgasemissionen.⁹⁰

5.4 Trends bei den Treibhausgasemissionen

Gerade beim wichtigsten durch den Menschen verursachten Treibhausgas, dem Kohlendioxid, war der Wachstumstrend auf globaler Ebene in den letzten Jahren ungebrochen. Zwischen 2000 und 2008 haben sich die weltweiten CO₂-Emissionen um 29 Prozent von rund 7 Gigatonnen Kohlenstoff auf rund 9 Gigatonnen, seit 1990 (dem Basisjahr des Kyoto-Protokolls) sogar um 41 Prozent erhöht. Da 1 kg Kohlenstoff 3,67 kg CO₂ entspricht, erhöht sich der atmosphärische CO₂-Gehalt momentan um rund ca. 33 Gigatonnen CO₂ jährlich. Für den Zeitraum 2000 bis 2008 betrug der Emissionszuwachs 3,4 Prozent (insgesamt 1,9 ppm pro Jahr) im Vergleich zu 1,0 Prozent (insgesamt 1,5ppm) im Zeitraum 1990-1999 (siehe Abbildung 22). Seit 2005 hat die Verbrennung von Kohle dabei Öl als größte gegenwärtige Treibhausgasquelle abgelöst.⁹¹

In fast allen Weltregionen ist ein deutlicher Anstieg der Emissionen in dem besagten Zeitraum zu beobachten, wobei beachtet werden muss, dass dieser auf stark unterschiedlichen Ausgangsniveaus aufbaut. Während sich der Anstieg des Emissionsausstoßes in den Industrieländern im Durchschnitt jedoch verlangsamt hat, haben die Entwicklungsländer mittlerweile den schnellsten Anstieg zu verzeichnen.⁹² Rund ein Viertel des Wachstums der CO₂-Emissionen in den Entwicklungsländern resultiert allerdings aus den Produkten, die sie für andere Staaten, vor allem die Industrieländer, herstellen. Es sind insbesondere die exportorientierten Industrien dieser Länder, die es einerseits den Ländern des globalen Nordens ermöglichen, in den Entwicklungsländern produzierte Güter zu konsumieren, die andererseits maßgeblich zu den Emissionssteigerungen der letzten Jahren beigetragen haben.

Abb. 22: Anstiegsrate der CO₂-Emissionen



Innerhalb der letzten Dekade hat sich der Anstieg der CO₂-Emissionen beschleunigt.

Quelle: Le Quéré, C. et al. 2009

Germanwatch hat mit dem sogenannten *Klimaschutz-Index* ein Instrument entwickelt, das die Emissionsentwicklung, das Emissionsniveau sowie die Klimaschutzpolitik der Hauptemittenten transparent gegenüberstellt. Der Index fungiert als Vergleichsinstrument zwischen den einzelnen Staaten und soll zu effizienterem Klimaschutz animieren. Tabelle 4 zeigt das Abschneiden der größten CO₂-Emittenten nach dem *Klimaschutz-Index* 2011, der im Dezember 2010 bei der Klimakonferenz von Cancún vorgestellt wurde. Da bisher kein Land ausreichend ambitioniert zur Vermeidung eines gefährlichen Klimawandels beiträgt, blieben auch in diesem Jahr die ersten drei Plätze des Rankings unbesetzt.

Bei vielen der weltweit größten CO₂-Emittenten spielt Klimaschutz nach wie vor hinter der wirtschaftlichen Entwicklung eine nachrangige Rolle, obwohl es ein wachsendes Bewusstsein dafür gibt, dass gerade im Klimaschutz auch große wirtschaftliche Potenziale liegen.



⁹⁰ Umweltbundesamt 2010

⁹¹ Global Carbon Project 2009

⁹² Global Carbon Project 2009

Tabelle 4: Abschneiden der größten CO₂-Emittenten nach dem Klimaschutz-Index 2011

| Land | Klimaschutz-Index Platzierung 2011 (2010) | Anteil an den weltweiten CO ₂ -Emissionen* | Anteil am weltweiten Primärenergieverbrauch | Anteil am weltweiten Bruttoinlandsprodukt | Anteil an der Erdbevölkerung |
|----------------|---|---|---|---|------------------------------|
| Deutschland | 7 (7) | 2,74 % | 2,73 % | 3,68 % | 1,23 % |
| Großbritannien | 8 (6) | 1,74 % | 1,70 % | 2,88 % | 0,92 % |
| Indien | 10 (9) | 4,86 % | 5,06 % | 6,75 % | 17,05 % |
| Korea, Rep. | 34 (41) | 1,71 % | 1,85 % | 1,78 % | 0,73 % |
| Japan | 38 (35) | 3,92 % | 4,04 % | 5,63 % | 1,91 % |
| Russland | 48 (45) | 5,42 % | 5,60 % | 2,59 % | 2,12 % |
| Iran | 52 (38) | 1,72 % | 1,65 % | 0,92 % | 1,08 % |
| USA | 54 (53) | 19,05 % | 18,62 % | 18,39 % | 4,55 % |
| China | 56 (52) | 22,29 % | 17,37 % | 17,31 % | 19,93 % |
| Kanada | 57 (59) | 1,88 % | 2,17 % | 1,64 % | 0,50 % |
| Summe | | 65,33 % | 60,79 % | 61,57 % | 50,02 % |

*energiebedingten

© Quelle: Burck 2010

Infokasten 5: Wirtschaftskrise, Klimaschutz und „grüne“ Konjunkturprogramme

Weltwirtschaft und Treibhausgasausstoß sind eng miteinander verknüpft. Vor diesem Hintergrund hat die Finanz- und Wirtschaftskrise auch ihre gute Seite: Durch das verringerte Wachstum bei der Industrieproduktion ist es weltweit zu einem entsprechenden Rückgang der energiebedingten CO₂-Emissionen seit 2008 gekommen. Laut den Messungen des Global Carbon Projects, einer internationalen Forschungsinstitution, die die Entwicklung des globalen Kohlenstoffkreislaufs überwacht, stieg zwar die atmosphärische CO₂-Konzentration auch im Jahr eins der globalen Finanz- und Wirtschaftskrise um 1,8 Prozent gegenüber 2007 weiter an, doch halbierte sich die Anstiegsrate gegenüber den Vorjahren (3,4 Prozent). Im Jahr 2009 lagen die globalen energiebedingten Emissionen unter denen des Vorjahres, vor allem durch einen Rückgang in den Industrieländern.⁹³ In der EU und Deutschland war der Effekt besonders ausgeprägt. Nach Berechnungen der EU-Kommission ist es jedem europäischen Mitgliedsstaat gelungen, seine CO₂-Emissionen gegenüber dem Vorjahr zu verringern. Allein Deutschland konnte einen Rückgang seiner energiebedingten CO₂-Emissionen um fast 8 Prozent verzeichnen.⁹⁴

Insgesamt bewegt sich der gegenwärtige Anstieg der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre allerdings immer noch im oberen Bereich der IPCC-Szenarien und wird sich noch verschlimmern, sollte der Wachs-

tumsmotor der Weltwirtschaft künftig wieder anspringen.

Es muss angenommen werden, dass erneute Investitionen in weitgehend alte Strukturen und Produkte, die großen Anteil am Kollaps des Weltfinanzsystems hatten, sich abermals als nicht nachhaltig erweisen werden – weder für die Ökonomie noch für die Ökologie. Eine nachhaltige Lösung der Doppelkrise von Wirtschafts- und Klimasystem wird nur durch einen Investitionszyklus gelingen, dessen Ziel eine umfassende und vor allem an Nachhaltigkeitsprinzipien orientierende Erneuerung von Wirtschaft und Gesellschaft ist. Durch den Einsatz der milliardenschweren Konjunkturpakete zur Wiederbelebung der Weltwirtschaft bietet sich eine solche Chance, beide Krisen mit einer Klappe zu schlagen. Investitionsanreize für Energie- und Ressourceneffizienz, Erneuerbare Energien und sozial gerechte Strukturen könnten im Rahmen eines „New Green Deals“ die Weltgemeinschaft gestärkt aus der Finanz- und Wirtschaftskrise hervorgehen lassen und gleichzeitig den Weg zu einem emissionsfreien Wohlstandsmodell bereiten. Überraschenderweise haben während der Wirtschaftskrise Länder wie China und Südkorea zu den Ländern gehört, die ihre Konjunkturpakete am stärksten auf die Förderung „grüner Technologien“ ausgerichtet haben und damit zu einer Trendwende beitragen könnten.⁹⁵

⁹³ Heinzerling 2010

⁹⁴ www.ag-energiebilanzen.de

⁹⁵ Edenhofer/Stern 2010

5.5 Ursachen für Veränderungen des CO₂-Ausstoßes

Für die energiebedingten CO₂-Emissionen eines Landes spielen unterschiedliche Faktoren eine Rolle: die Zahl der Einwohner, die Produktivität der Volkswirtschaft, die Energieintensität und der Anteil fossiler Energieträger bei der Bereitstellung von Energie. In eine Formel gepackt lassen sich daher die energiebedingten CO₂-Emissionen in Marktwirtschaften errechnen als:

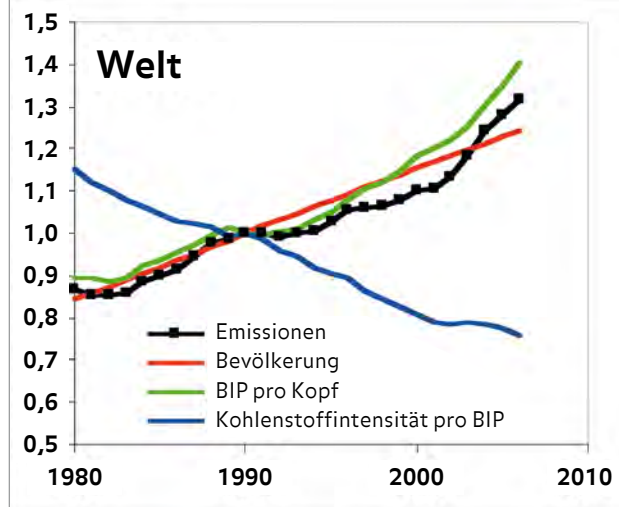
$CO_2\text{-Emissionen} = \text{Bevölkerung} \times \text{Bruttoinlandsprodukt (BIP) pro Kopf} \times \text{Energienutzung pro BIP-Einheit} \times \text{CO}_2\text{-Ausstoß pro Energieeinheit}$.

Möchte man ihren zukünftigen Verlauf beeinflussen, ergeben sich somit vier Ansatzpunkte. Dies gilt gleichermaßen für den Rückblick in die Vergangenheit. In den verschiedenen Ländern der Welt lassen sich jeweils unterschiedliche Entwicklungen bei der Veränderung dieser Faktoren beobachten und ebenso unterschiedliche Erklärungen dafür benennen.

So ist beispielsweise der absolute CO₂-Ausstoß in Deutschland und Großbritannien gesunken. Der Rückgang lässt sich hier mit einer deutlichen Erhöhung der Energieproduktivität (d. h. einem verringerten Energiebedarf pro BIP-Einheit) sowie einer Verringerung der CO₂-Intensität in der Energieversorgung bei stagnierender Bevölkerungszahl und einem nur moderaten Anstieg des BIP erklären. Im Falle von Deutschland wurden etwa 10 Prozent der Emissionen dadurch eingespart, 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 umgesetzt, etwa das „Erneuerbare-Energien-Gesetz“ (EEG) im Strombereich.

In Südafrika, Indien und den USA hat der CO₂-Ausstoß hingegen seit 1990 deutlich zugenommen. Gleichzeitig sind sowohl in Südafrika und Indien als auch in den USA das Bruttoinlandsprodukt und die Bevölkerungszahl deutlich angestiegen. Indien weist eine leichte Verbesserung der Energieproduktivität auf, aber eine relativ deutliche Erhöhung des CO₂-Ausstoßes pro Energieeinheit. Dies lässt sich mit dem verstärkten Einsatz von Kohle und mit einem Wachstum des Verkehrs erklären. Der CO₂-Ausstoß Chinas hat sich seit 1990 mehr als verdreifacht, während sich das Bruttoinlandsprodukt, in Kaufkraftparitäten, mehr als verzehnfacht hat. Diese relative Entkopplung des CO₂-Ausstoßes vom Wirtschaftswachstum zeugt von einer signifikanten Verringerung der Energieintensität der Wirtschaft. Die CO₂-Intensität der Energienutzung hat sich hingegen trotz umfangreicher Modernisierung und damit verbundener Effizienzver-

Abb. 23: Weltweite Entwicklung von Emissionsfaktoren



Der weltweite CO₂-Ausstoß hängt sehr eng zusammen mit dem globalen Wirtschaftswachstum.

Quelle: Aktualisiert und vereinfacht nach Raupach, M. et al 2007

besserung zahlreicher Kohlekraftwerke leicht erhöht.⁹⁶ Auch wenn China zudem immer stärker die Erneuerbaren Energien fördert, ist die CO₂-Intensität pro Einheit des Bruttoinlandsprodukts heute immer noch deutlich höher als die Indiens.⁹⁷

Wirft man erneut einen Blick auf die Faktoren in der obigen Gleichung, so liegen für die Zukunft große Potenziale einerseits in der Verringerung der Energienutzung pro BIP-Einheit, z. B. durch effizientere Fahrzeuge, sparsamere Produktionsanlagen etc. und andererseits 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.

Auch auf globaler Ebene lässt sich ermitteln, welche Faktoren die CO₂-Emissionen wie stark beeinflussen (siehe Abbildung 23). Wie bereits in Kapitel 2 aufgezeigt wurde, ist der atmosphärische CO₂-Gehalt innerhalb der letzten Jahre stark angestiegen (schwarze Linie). Verantwortlich für diesen Anstieg sind vor allem die innerhalb der vergangenen Jahre stark gewachsene Weltwirtschaft (grüne Linie) und deren erhöhte Verwendung fossiler Brennstoffe. Während lange Zeit die Weltwirtschaft immer effizienter wurde – die Kohlenstoffintensität (blaue Linie), die sich auf die pro ökonomischer Einheit ausgestoßene Menge CO₂ bezieht, ist stetig zurückgegangen – hat sich dieser Trend in den letzten Jahren umgekehrt bzw. verlangsamt, wozu auch viele neue Kohlekraftwer-

⁹⁶ Harmeling et al. 2007

⁹⁷ Vgl. auch Germanwatch 2008

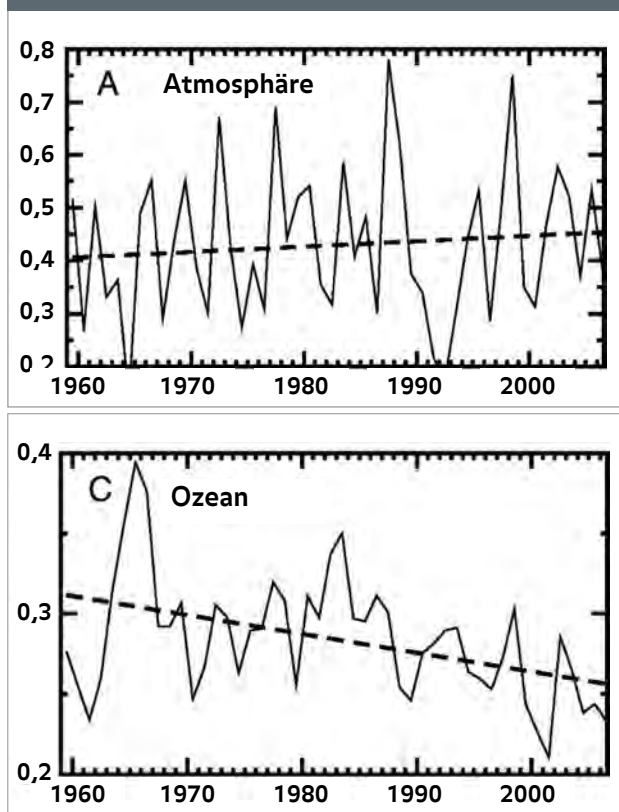
ke in Indien und China beigetragen haben. Mittlerweile sind diese Trendumkehr mit etwa 17 Prozent sowie das Wachstum der Weltwirtschaft mit 65 Prozent die beiden Hauptursachen, warum die Emissionen seit 2000 ca. dreimal so schnell steigen wie im Jahrzehnt zuvor.⁹⁸ Faktisch führt damit jedes Wirtschaftswachstum, welches nicht vom Verbrauch fossiler Rohstoffe entkoppelt ist, zu steigenden Emissionen. Dies macht die Dringlichkeit einer Klimapolitik, die wirtschaftliche Entwicklung mit sinkenden Emissionen vereint, umso deutlicher.

Ebenso problematisch ist jedoch, dass mit den steigenden Emissionen der Weltwirtschaft gleichzeitig auch die Fähigkeit natürlicher Senken zur Aufnahme von CO₂ abnimmt. So scheinen insbesondere die Meere dazu beizutragen, dass die Erde momentan ihre Kapazitäten zur eigenständigen Erholung zu verlieren droht. Während noch vor fünfzig Jahren rund 60 Prozent des vom Menschen ausgestoßenen CO₂ durch natürliche Senken aufgenommen wurden, hat sich der Anteil mittlerweile auf

55 Prozent verringert, wodurch der verbleibende Emissionsanteil auf 45 Prozent angestiegen ist (siehe Abbildung 24). Rund 18 Prozent des plötzlichen Anstiegs der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre gehen mittlerweile auf die schwindenden Kohlenstoffsinken zurück.

Besonders betroffen ist dabei die Aufnahmekapazität der südlichen Ozeane, wo erste Sättigungstendenzen und eine bereits durch die Klimaerwärmung verursachte Veränderung der Westwinde zur Schwächung der maritimen Kohlenstoffsenke und somit maßgeblich zum Anstieg des verbleibenden Emissionsanteils in der Atmosphäre beitragen (siehe Abb. 24). Aber auch die für eine wärmere Welt typische Zunahme von Trockenperioden in den letzten Jahren (bspw. die Hitzewelle 2003 in Europa) hat regional zur Abnahme der weltweiten Senkenfähigkeit und somit zur Erhöhung der atmosphärischen CO₂-Konzentration beigetragen.

Abb. 24: Anteil der anthropogenen CO₂-Emissionen, der in der Atmosphäre und im Ozean verbleibt



Während Böden und Landvegetation als CO₂-Senken relativ stabil geblieben sind, hat die Aufnahmefähigkeit der Meere für CO₂ innerhalb der letzten 50 Jahre abgenommen. Quelle: Canadell, J.G. et al (2007)

⁹⁸ Canadell, J.G. et al. 2007

Tuvalu gehört zu den am stärksten vom Meeresspiegelanstieg gefährdeten Inselstaaten. Auch dort leben viele Menschen in ärmlichen Verhältnissen, die wenig Schutz vor Extremwetterereignissen wie Pazifikstürmen bieten.



6. Herausforderungen für die Klimapolitik

Die globale Erderwärmung und somit der Klimawandel sind – wie beschrieben – zum größten Teil menschengemacht. Auslöser ist die mit fossilen Energieträgern vorangetriebene Industrialisierung. Um einen gefährlichen Klimawandel abzuwenden, bedarf es daher nicht nur einzelner Klimaschutzmaßnahmen, sondern einer industriellen und kulturellen Revolution. Das heißt, es geht um den Aufbau eines neuen Wohlstandsmodells, das nicht länger auf fossilen Energieträgern basiert und nachhaltige Entwicklung ermöglicht; eines Wohlstandsmodells, bei dem sich unsere Lebensform stark verändert.

Der Klimawandel erfordert die Überwindung von Kurzsichtigkeit in Politik und Wirtschaft. Statt dessen sind Weitblick und an langfristigen Zielen orientierte Weichenstellungen gefragt. Bisher orientieren sich Politik, Wirtschaft und jeder Einzelne jedoch häufig nur an ihrem kurzfristigen Wahrnehmungshorizont. Wenn Politiker nur in Legislaturperioden von vier Jahren denken und die Wirtschaft nur auf den nächsten Quartalsbericht blickt, so greift die Planung deutlich zu kurz, um Erfolge von Klimaschutzmaßnahmen messen zu können. Um den globalen Temperaturanstieg auf so weit wie möglich unter 2 °C zu begrenzen, müssen Politik, Wirtschaft und Bürger ihre Handlungsfähigkeit anerkennen und langfristige Entscheidungen treffen.

Besonders die Wirtschaftskrise hat noch einmal verdeutlicht, wie wichtig nachhaltiges Handeln als Leitbild ist. Die Krise sollte daher als Anlass und Chance gesehen werden, jetzt die Weichen für ökologische, soziale und wirtschaftliche Nachhaltigkeit zu stellen. Das wird Umbrüche und Zumutungen, aber auch Neuaufbrüche und Chancen mit sich bringen. Das Zusammenspiel einer engagierten nationalen und internationalen Klimapolitik, beide angetrieben durch Vorreiterkoalitionen in Politik, Wirtschaft und Zivilgesellschaft, spielt eine entscheidende Rolle, um diesen Wandel einzuleiten. Damit Gelder im notwendigen Ausmaß in den Umbau investiert werden, bedarf es langfristiger, ambitionierter und rechtlich verbindlicher Rahmenbedingungen („long, loud and legal“).

6.1 Internationale Klimagerechtigkeit

Klimagerechtigkeit ist eine Art Leitbegriff geworden, sowohl für die internationale Klimapolitik wie auch für die Aktivitäten vieler Akteure der Nord-Süd-Zusammenarbeit. Was verbirgt sich dahinter?

Es ist offensichtlich nicht gerecht, dass die Länder, die am wenigsten zum Klimawandel beigetragen haben, am

stärksten von seinen Folgen betroffen sein werden. Insbesondere die kleinen Inselstaaten – in der Klimapolitik in der „Alliance of Small Islands States (AOSIS)“ zusammengeschlossen – und die am wenigsten entwickelten Länder (die Least Developed Countries, LDCs) gelten als besonders verletzbare Ländergruppen. Darüber hinaus sind auch Länder in anderen Regionen und Millionen arme Menschen in den Schwellenländern massiven Bedrohungen durch den Klimawandel ausgesetzt. Die Pro-Kopf-Emissionen in den ärmsten Ländern sind mit weniger als einer Tonne CO₂ pro Jahr in der Regel um ein Vielfaches geringer als z. B. die in Deutschland oder den USA (s. auch Abbildung 20, S. 44). Ähnlich groß ist der Unterschied der Pro-Kopf-Emissionen zwischen den Eliten und den besonders betroffenen Personengruppen in diesen Ländern.

Die Ungerechtigkeit zwischen historischen und heutigen Verursachern einerseits und bereits Betroffenen des Klimawandels andererseits spielt v. a. auch in den internationalen Verhandlungen um ein Post-2012-Abkommen eine zentrale Rolle. Es zeigte sich auf der Klimakonferenz in Kopenhagen 2009, dass Vertrauen in internationalen Klimaschutz und entsprechendes Engagement nur wachsen können, wenn das Prinzip der gemeinsamen aber differenzierten Verantwortlichkeit auf drei Dimensionen der internationalen Klimagerechtigkeit erweitert wird:

■ 1. Die Überlebenssicherung aller Staaten als Minimum jeder Fairness

Für die von den Folgen des Klimawandels am meisten betroffenen Länder steht bezüglich der Gerechtigkeitsfrage das Überleben an erster Stelle. Deutlich vertrat beispielsweise der Inselstaat Tuvalu auf dem Kopenhagener Klimagipfel die Position, Klimaschutz (und damit das internationale Klimaabkommen) müsse so ambitioniert gestaltet werden, dass das Überleben aller – also auch der verletzlichsten Staaten und Völkergruppen – gewährleistet werde. Die LDCs und AOSIS waren es, die zuerst die Forderungen aufstellten, den globalen Temperaturanstieg auf 1,5 °C gegenüber vorindustriellem Niveau zu begrenzen.

■ 2. Die faire Lastenverteilung für Klimaschutz und Anpassung

Das emissionsintensive Wohlstandsmodell der Industrieländer lässt sich aufgrund der Begrenztheit der Ressourcen, auch der Ressource „Kohlenstoffsenke Erdsystem“, nicht auf die ganze Welt übertragen. Gleichzeitig sind die Bekämpfung der Armut und die wirtschaftliche Entwicklung oberste Priorität der Regierungen – insbesondere der Entwicklungsländer. Von ihnen den Umbau

zu einem neuen, noch nirgends praktizierten Wohlstandsmodells zu verlangen, während die Industrieländern weiter ihren Wohlstand durch fossile Energieträger befeuern, wird von den Entwicklungs- und Schwellenländern verständlicherweise als ungerecht empfunden. Da es bei der Frage der Lastenverteilung der Emissionsreduktionen vor allem um das Gerechtigkeitsverhältnis – wie kann unter der Berücksichtigung von Gerechtigkeitsprämissen die Verantwortung zur Bekämpfung des Klimawandels fair verteilt werden? – zwischen den mächtigsten Staaten der Erde geht, hat diese Frage u. a. den Klimagipfel in Kopenhagen dominiert.

Wenn die notwendigen ambitionierten Klimaziele erreicht werden sollen, müssen sich sowohl Industrie- als auch Schwellenländer zu weitgehenden Klimaschutzmaßnahmen verpflichten. Aus Gerechtigkeitsgründen werden die Industrieländer dabei vorangehen und ihre Treibhausgasemissionen bis Mitte des Jahrhunderts praktisch auf Null reduzieren – und zugleich den Umbau sowie die Anpassungsmaßnahmen in Entwicklungsländern massiv unterstützen müssen.

■ 3. Die gerechte Beteiligung an den Chancen der klimapolitischen Transformation

Eine ungewöhnliche Koalition aus besonders betroffenen Staaten (wie den Malediven), Schwellenländern (wie Südkorea), einer wachsenden Zahl von Akteuren aus Industrieländern sowie NGOs und Investoren weltweit weist zunehmend auf die dritte, stärker in die Zukunft gerichtete Dimension der Gerechtigkeit hin: Diese immer mehr an Bedeutung gewinnende Gerechtigkeitsfrage stellt sich, wenn das globale Rennen zu einer klimafreundlichen Weltwirtschaft (mit dem 2-°C-Limit als Leitplanke) tatsächlich die notwendige Dynamik aufnimmt. Dies wäre die größte wirtschaftliche Revolution seit der Erfindung der Dampfmaschine, um deren Ablösung es jetzt geht. Die große Gerechtigkeitsfrage wird dann: Wer hat welchen Anteil an den Chancen dieser Neugestaltung der gesamten Energie-, Verkehrs-, Industrie- und Gebäudeinfrastruktur weltweit? Hier werden Macht, Einfluss und Reichtum für morgen verteilt. Aber auch die soziale und kulturelle Transformation, die mit einer Entwicklung zur postfossilen Gesellschaft einhergehen muss, birgt Gerechtigkeitskomponenten wie die Neugestaltung von Wertesystemen, die nicht vernachlässigt werden sollten. Diese Dimension macht auch noch einmal deutlich, dass die Wahrnehmung von Klimaschutz als Last (s. oben) verkürzt ist. Es wäre ungerecht, wenn die Menschen, die – ohne eigenes Verschulden – vom Klimawandel am heftigsten betroffen sind, die Armen auf diesem Planeten, auch von neuen Wohlstandsmodell ausgeschlossen werden.

Die drei Dimensionen der internationalen Klimagerechtigkeit müssen zusammengeführt werden, um eine nachhaltige Lösung durch Dynamik in der Gesellschaft, in den Kommunen und in der Wirtschaft weltweit zu entfachen und die Menschen, die heute in den ärmsten Ländern wohnen, ebenfalls an den Gewinnen der großen Transformation teilhaben zu lassen.

6.2 Geschichte der Klimapolitik: Von Rio über Kyoto nach Kopenhagen

Über die Frage, wer wann die Treibhausgasemission wie stark verringern soll, und welchen Anteil des Klimaschutzes und der Anpassung an die Klimafolgen in Entwicklungsländern die Industrieländer bezahlen, verhandeln die jeweiligen Länder seit Anfang der 1990er Jahre im Rahmen der 1994 in Kraft getretenen Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC). In dieser Konvention verpflichteten sich die Industrieländer – wenn auch nicht rechtsverbindlich – ihre Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2000 auf das Niveau von 1990 zu reduzieren. Wichtiger jedoch war, dass sie den Rahmen für näher auszuhandelnde rechtlich verbindliche Zusatzverträge (Protokolle) mit weitergehenden und verbindlichen Zielsetzungen schufen. Daher auch die Bezeichnung „Rahmenkonvention“. Das Kernziel der Rahmenkonvention ist in Artikel 2 ausgedrückt: Eine gefährliche Störung des Klimasystems durch den Menschen soll vermieden werden.

Auf dem Klimagipfel in Kyoto 1997 wurde das erste völkerrechtlich verbindliche Klimaschutzprotokoll verabschiedet – quasi als Konkretisierung der Klimarahmenkonvention – nach Verhandlungen, die bis zur letzten Minute äußerst zäh und dem Scheitern bis auf Haarsbreite nahe waren. Das Kyoto-Protokoll enthält für die beteiligten Industriestaaten Emissionsbegrenzungsziele der wichtigsten Treibhausgase von im Durchschnitt 5 Prozent gegenüber 1990 für den Zeitraum 2008 bis 2012 (die sogenannte „erste Verpflichtungsperiode“). Die EU-Staaten müssen ihren Ausstoß um durchschnittlich 8 Prozent verringern (Deutschland: minus 21 Prozent), Japan hat sich zu einer Reduktion um 6 Prozent verpflichtet.⁹⁹ Die US-Regierung hatte ein Reduktionsziel von 7 Prozent unterzeichnet, aber das Kyoto-Protokoll wurde vom US-Parlament letztlich nicht ratifiziert und trat für die USA damit nicht in Kraft.

In der ersten Verpflichtungsperiode übernahmen nur die Industrieländer rechtlich verbindliche Emissionsziele. Gemäß dem Grundsatz der „gemeinsamen, aber differenzierten Verantwortung“ liegen die Gründe hierfür

⁹⁹ 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/fole003.htm>).

vor allem darin, dass sie – sowohl bezüglich der historischen Gesamt- als auch der aktuellen Pro-Kopf-Emissionen – mit Abstand die meisten Treibhausgasemissionen verantworten. Hinzu kommt, dass sie wirtschaftlich und technologisch leistungsfähiger sind und damit einen größeren Handlungsspielraum für Investitionen in Klimaschutzmaßnahmen haben.

Der Ausstieg der USA aus dem Kyoto-Protokoll unter Präsident G. W. Bush im März 2001 war ein herber Rückschlag, aber die internationale Staatengemeinschaft führte die Verhandlungen um die Umsetzung des Kyoto-Protokolls zur Überraschung vieler Beobachter dennoch weiter. Die von dem Unternehmerverband e5, dem World Wide Fund for Nature (WWF) und Germanwatch in Gang gebrachte Unternehmerinitiative e-mission55 gab den Verhandlungen in der entscheidenden Phase 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 – trotz des Ausscheidens der USA – hinter dem Kyoto-Protokoll stehen.¹⁰⁰ 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“. Der letzte „Feinschliff“ erfolgte wenige Monate später auf dem Klimagipfel in Marrakesch. Die rechtlich bedeutsamen Ausführungsbestimmungen des Kyoto-Protokolls waren nun präzise genug ausgestaltet, um von den noch zögernden Ländern ratifiziert zu werden. Für das Inkrafttreten des Kyoto-Protokolls mussten 55 Staaten, die mindestens 55 Prozent der Treibhausgasemissionen der Industrieländer von 1990 abdeckten, das Abkommen ratifizieren. Dies wurde erst durch die Ratifikation Russlands im November 2004 erreicht, so dass das Protokoll drei Monate später, am 16. Februar 2005, in Kraft treten konnte.

Danach haben die UNFCCC-Verhandlungen, insbesondere durch die sich aus dem 4. Sachstandsbericht des IPCC ergebende Dringlichkeit im Jahr 2007, an neuer Dynamik gewonnen. Beim Klimagipfel im indonesischen Bali (Dezember 2007) wurde die so genannte „Bali Roadmap“ beschlossen. „Roadmap“ deshalb, weil sie einen Verhandlungsfahrplan mit dem Ziel einer umfassenden Einigung bis zum Klimagipfel 2009 in Kopenhagen darstellte. Kernelement dieser von allen Mitgliedsstaaten der Konvention mitgetragenen Vereinbarung war der Bali-Aktionsplan.¹⁰¹ Er setzte einen intensiven Verhandlungsprozess zur „vollständigen, wirksamen und fortlaufenden Umsetzung der Konvention durch eine langfristige, kooperative Zusammenarbeit heute, bis und jenseits des Jahres 2012“¹⁰² in Gang. Getragen von der im IPCC-Bericht ausgedrückten Dringlichkeit – der Aktionsplan verweist auf die IPCC-Ausführungen, dass die Industrieländer ihre Emissionen bis 2020 um 25-40 Pro-

zent gegenüber 1990 verringern müssten – skizzierte er vier Verhandlungsblöcke mit jeweils einer Reihe von Unterthemen. Im Zentrum standen dabei gleichgewichtig die Vermeidung von Emissionen (Mitigation) sowie die Anpassung an die Klimafolgen (Adaptation), unterstützt durch Finanzierung und Technologie. Für die Kyoto-Staaten ging es dabei vor allem um die Ausgestaltung der zweiten Verpflichtungsperiode für den Zeitraum nach 2012, denn es war von Anfang an klar, dass Kyoto I (2008 bis 2012) nur ein erster und bei weitem nicht ausreichender Schritt sein konnte. Fast alle Industriestaaten, die Kyoto ratifiziert haben, werden aller Voraussicht nach die gesetzten Klimaziele erreichen. Nur Kanada verweigert das, weil sein großer Wettbewerber USA nicht mitmacht. Eventuell könnte es – nach Fukushima – auch für Japan schwierig werden, die Klimaziele zu erreichen.

Doch hat der IPCC sehr deutlich gemacht, dass das 2 °C-Limit alleine durch Klimaschutz in den Kyoto-Industrielländern nicht zu erreichen sein wird. Ein ganz zentraler Knackpunkt ist daher die Frage, zu welcher Art von Verpflichtung sich die USA als damals noch größter CO₂-Emittent und Nicht-Kyoto-Mitglied bereiterklären würden, und – mindestens ebenso wichtig – welche Ambition und rechtliche Form der Klimaschutz in den Schwellenländern und später auch in anderen Entwicklungsländern haben würde. Wenngleich der Aktionsplan noch keine Verpflichtung zu Maßnahmen, sondern nur zu Verhandlungen über bestimmte Maßnahmen darstellte, war er doch maßgeblich für den darauf folgenden zweijährigen Verhandlungsprozess, der in der Klimakonferenz von Kopenhagen gipfelte.

6.3 Die Klimagipfel von Kopenhagen und Cancún

Wie nie zuvor bei einer Klimakonferenz richteten sich im Dezember 2009 die Augen der Welt auf Kopenhagen. Mit fast 30.000 Teilnehmern war es die größte Klimakonferenz überhaupt. Kein anderes Ereignis hat jemals in ähnlichem Ausmaß dazu beigetragen, das Thema auf die Agenda der Regierungschefs weltweit zu setzen. Jedoch zeigte sich, dass diese hohe Aufmerksamkeit kein Garant für politischen Erfolg war. Zu Beginn der Verhandlungen war bereits klar, dass die Chancen auf ein umfassendes, rechtlich verbindliches Abkommen in Kopenhagen sehr gering waren. Die von den Verhandlern in knapp zwei Jahren ausgehandelten Texte waren umfassend, komplex und gleichzeitig noch mit Hunderten von Klammern – der Ausdruck für fehlenden Konsens – versehen, als zunächst die Minister und dann die Staats- und Regierungschefs in Kopenhagen eintrafen.

Es kam die gesamte politische Führungselite der Welt nach Kopenhagen: Mehr als 120 Staats- und Regie-

¹⁰⁰ Siehe auch Germanwatch 2008

¹⁰¹ Der Bali-Aktionsplan kann abgerufen werden unter: <http://unfccc.int/resource/docs/2007/cop13/eng/06a01.pdf#page=3>

¹⁰² UNFCCC, 2007: 3



Der UN-Klimagipfel 2009 in Kopenhagen. Photo: IISD

rungschefs vom US-Präsidenten Barack Obama bis hin zu Chinas Ministerpräsident Wen Jiabao. Von der deutschen Kanzlerin Angela Merkel bis hin zum Präsidenten der Malediven, Mohamed Nasheed. Der Klimawandel sei „eine der größten Herausforderungen unserer Zeit“, heißt es dann auch im Kopenhagen-Akkord, dem zentralen Abschlussdokument der Konferenz.¹⁰³ Jetzt sei die Zeit, vom Reden zum Handeln überzugehen, hatte ein Regierungschef nach dem anderen beschworen. Doch mit dem Kopenhagen-Akkord gelang dieser Durchbruch nicht. Zum einen, da er nur „zur Kenntnis genommen“ und nicht als formelle Entscheidung verabschiedet wurde. Denn sowohl aus prozeduralen wie auch aus inhaltlichen Gründen war die Vereinbarung von einigen Ländern, darunter kleine Inselstaaten wie Tuvalu und lateinamerikanische Staaten wie Venezuela und Bolivien, abgelehnt worden.

Schon vor der Konferenz war klar, dass drei zentrale Kriterien über Erfolg oder Misserfolg der Konferenz maßgeblich entscheiden würden. Die Festlegung von Reduzierungszielen, die die Erwärmung auf unter 2 Grad oder sogar 1,5 Grad begrenzen würden; Zusagen für finanzielle Unterstützung zum Klimaschutz und zur Anpassung sowie eine völkerrechtlich verbindliche Form des Abkommens. In allen Bereichen ist der Kopenhagen-Akkord hinter dem immer dringlicher Notwendigen zurückgeblieben.

Die Ergebnisse von Kopenhagen müssen im Nachhinein in engem Zusammenhang mit dem darauf folgenden Klimagipfel im mexikanischen Cancún bewertet werden, der im Dezember 2010 stattfand. Hier ging es vor allem

darum, Beschlüsse von Kopenhagen mindestens auf gleichem Niveau zu „formalisieren“, also als offizielle Entscheidung durch alle Staaten zu verabschieden, in dem klaren Verständnis, dass es eher um eine Absicherung von Minimalverpflichtungen ging, als Grundlage für eine zukünftig größere Ambition.

Was wurde in Cancún im Vergleich zu Kopenhagen erreicht? Schon im Laufe des Jahres 2010 zeichnete sich eine zentrale Grundlage für die Entscheidungen von Cancún ab, nämlich die Integration derjenigen Texte, die auf Verhandlerebene zu den unterschiedlichsten Themen auch in Kopenhagen diskutiert und in 2010 weiterentwickelt worden waren, mit den Inhalten des Kopenhagen-Akkord, der von mehr als 140 Ländern offiziell unterstützt wurde. So wurde in Cancún neben vielen Einzelentscheidungen ein umfassendes Dokument auf der Konventionsebene sowie eines auf Kyoto-Ebene angenommen. Die zentralen Ergebnisse waren die folgenden, die maßgeblich auf den Beschlüssen von Kopenhagen aufbauten, und zum großen Teil in den Folgejahren weiter ausgearbeitet werden müssen:¹⁰⁴

➔ **Es ist gelungen, erstmals in einem UN-Konsens der gesamten Staatengemeinschaft das 2 °C-Limit als die Messlatte für die angestrebten Klimaschutzaktivitäten zu verankern. Zwar war dies auch schon im Kopenhagen-Akkord enthalten, aber eben nicht von allen Staaten formell angenommen worden.**

➔ **Es ist gelungen, einige große Klimaschutzpakete zu verabschieden, die eigentlich schon in Kopenhagen hätten verabschiedet werden sollen:**

¹⁰³ S. Germanwatch, 2009

¹⁰⁴ Germanwatch, 2010a

- Ein Paket zur Anpassung der besonders betroffenen Staaten an die Konsequenzen des Klimawandels: Mit dem „Cancún Adaptation Framework“ hat man neben grundsätzlichen Aspekten wie Prinzipien für die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen und einer Liste möglicher Aktivitäten auch konkrete Prozesse angestoßen. Dazu gehören ein besonderer Unterstützungsprozess für LDCs bei der Anpassungsplanung, die Einrichtung einer Institution unter der UNFCCC für eine kohärentere Behandlung des Themas in den Klimaverhandlungen
- Ein Paket zum Schutz des Regenwaldes: Aus Klimaschutzgesichtspunkten ist der Schutz der Wälder wegen ihrer Funktion als CO₂-Speicher zentral. Entwaldung verwandelt den CO₂-Speicher in eine CO₂-Quelle, durch die sich die Temperaturerhöhung weiter verschärft. Wenngleich in Cancún noch keine konkreten Finanzierungsinstrumente für den Walderhalt beschlossen wurden, hat man sich doch auf wichtige Grundprinzipien, die die soziale und ökologische Integrität von Klimaschutz im Waldbereich sichern sollen, geeinigt.
- Ein Paket zur Technologiekooperation, das einen Technologiemechanismus unter der UNFCCC beinhaltet, der durch die Etablierung eines Technologie-Komitees und den Aufbau eines Netzwerks von Technologiezentren die Technologiekooperation befördern soll.
- Einen Finanzierungsfonds („Green Climate Fund“), der Klima- und Regenwaldschutz sowie Anpassung finanzieren soll. Dessen Leitungsgremium („Board“) wird zur Hälfte von Industrie- und zur Hälfte von Entwicklungsländern besetzt. Mit dem Kopenhagen-Akkord hatten die Staats- und Regierungschefs bereits den Weg für die Gründung dieses Fonds geebnet. Jedoch gab es sehr unterschiedliche Vorstellungen darüber, wie die Verbindung des Fonds zum UNFCCC-Prozess aussehen sollte, da insbesondere die USA starke Einwände gegen einen Fonds unter der Ägide des Konventionsprozess hatten. Letztendlich hat die Entscheidung einen Mittelweg aufgezeigt. Die finanzielle Größenordnung steht noch nicht fest, jedoch ist klar, dass der „Green Climate Fund“ nur eine Existenzberechtigung hat, wenn er ein sehr viel größeres Volumen haben wird als bisherige Fonds.
- Es ist gelungen, die freiwilligen Selbstverpflichtungen der Staaten, die diese im Kopenhagen-Akkord eingereicht hatten, in eine formale UN-Entscheidung zu integrieren. Das erhöht z. B. den internationalen Druck auf die US-Regierung, trotz politischen Widerstandes zuhause, bei ihrem im Kopenhagen-Akkord bestätigten nationalen Ziel zu bleiben, die Emissionen bis 2020 um 17 Prozent zu senken. Eine Entscheidung eines hohen US-Gerichts in Washington machte praktisch zeitgleich mit dem Ende des Cancún-Gipfels den Weg frei für die ersten CO₂-Standards in den USA. Die Unternehmen mit dem größten CO₂-Ausstoß sowie der Staat Texas wollten die Klimaschutzregeln verhindern, die auf dem Weg zu den notwendigen Reduktionen einen wichtigen Beitrag spielen können.
- Es ist in beiden Cancún-Vereinbarungen (als Ergebnis der Kyoto- und der Konventionsverhandlungen) festgehalten, dass die Staaten ihre freiwilligen Ziele nachbessern sollen. Das bedeutet einen Paradigmenwechsel gegenüber der ersten Verpflichtungsperiode des Kyoto-Protokolls, die Maximalziele definiert hat. Die zunächst vereinbarten Reduktionsziele bis 2020 verstehen sich als Minimalziele, die in den kommenden Jahren angehoben werden sollen. Zwischen 2013 und 2015 soll es im Rahmen der Verhandlungen unter der Konvention dann eine Überprüfung („Review“) u. a. dazu geben, mit welcher Strategie die verbleibende Lücke zum 2-°C-Limit geschlossen werden kann. Dies ist dringend notwendig, da die im Zuge von Kopenhagen gemachten Klimaschutzzusagen der Industrie- und Entwicklungsländer zu einer durchschnittlichen globalen Temperaturerhöhung im Bereich von 4 °C oder mehr führen könnten.¹⁰⁵
- Das Zwischenergebnis für die Verhandlungen unter dem Kyoto-Protokoll wird für die Industrieländer noch konkreter. Diese sollen ihre Ziele so nachbessern, dass dies im Durchschnitt 25-40 Prozent Reduktion bis 2020 gegenüber 1990 ergibt. (Der IPCC sieht diese Reduktion als notwendig an, um den Temperaturanstieg mit 50 Prozent Wahrscheinlichkeit auf weniger als 2 °C begrenzen zu können.).
- Alle Industrieländer haben sich in Cancún verpflichtet, „Low-Carbon Development Plans“ (Pläne für eine Entwicklung in Richtung einer CO₂-armen Gesellschaft) oder entsprechende Strategien zu entwickeln – allerdings bisher ohne zeitliche Vorgabe.
- Im Bereich Langfrist-Finanzierung wurde das in Kopenhagen gemachte Versprechen der Industrieländer bestätigt, bis zum Jahr 2020 die Finanzierung für Klima- und Regenwaldschutz sowie Anpassung auf 100 Milliarden Dollar pro Jahr steigen zu lassen. Der hierfür äußerst relevante Bericht der von Ban Ki-moon eingesetzten Arbeitsgruppe zur Langfristfinanzierung (AGF) wurde von der Konferenz zwar zur Kenntnis genommen.¹⁰⁶ Es wurde jedoch kein Prozess vereinbart, im Jahr 2011 die Einführung möglicher Finanzierungsinstrumente konkreter zu behandeln.
- Im Gegenzug werden die Schwellen- und Entwicklungsländer aufgefordert, so genannte „Low-Carbon-Development“-Strategien oder -Pläne einzureichen.

¹⁰⁵ UNEP, 2010

¹⁰⁶ Weitere Informationen zum AGF-Bericht siehe www.germanwatch.org/klika/ks46.htm

Diese sollen zeigen, was ein Land ohnehin für den Klimaschutz tut und für welche Gesetzesvorhaben oder Aktivitäten es internationale Unterstützung (Finanzen, Technologie, Capacity Building) braucht. Es wird ein internationales Register aufgebaut, das das Zusammenbringen erleichtert zwischen konkreten Anfragen (mit geschätzten Kosten und Emissionsreduktionen) und dem dafür bestimmten Teil der internationalen Finanzströme.

- China hat in Cancún schließlich auf der Basis eines Vorschlags von Indien in der Frage der internationalen Überprüfung der nationalen Klimaschutzaktivitäten den Weg zur notwendigen Transparenz der Maßnahmen in Schwellenländern frei gemacht. Dieses Thema war bereits in Kopenhagen ein zentraler Konflikt insbesondere zwischen den USA und China gewesen. Die Aktivitäten werden zwar national gemessen, berichtet und verifiziert, aber anhand von unter der Konvention vereinbarten Richtlinien. Die alle zwei Jahre vom entsprechenden Land vorgelegten Zwischenberichte werden dann international von Experten diskutiert und ein entsprechender Bericht wird vorgelegt.
- Beinahe gescheitert wäre der Gipfel von Cancún an der Frage der zweiten Verpflichtungsperiode für das Kyoto-Protokoll. Ein Kompromiss, basierend auf „konstruktiver Zweideutigkeit“, hat hier den Weg frei gemacht. Die Industriestaaten (mit Ausnahme der USA) verhandeln die zweite Verpflichtungsperiode des Kyoto-Protokolls so zügig zu Ende, dass keine Lücke nach dem Auslaufen der ersten Verpflichtungsperiode (2012) entsteht. Es bleibt aber zunächst offen, ob die Reduktionsziele dann tatsächlich im Rahmen des Kyoto-Protokolls festgeschrieben werden, oder ob die Verhandlungsergebnisse in einem größeren gemeinsamen Rahmenabkommen, an dem auch die Schwellenländer sowie die USA teilnehmen, fixiert werden. Angesichts des starken Widerstands von Ländern wie Japan, Russland und Kanada besteht allerdings kein Grund für großen Optimismus, dass es tatsächlich zu einer umfassenden 2. Verpflichtungsperiode des Kyoto-Protokolls kommen wird.

Die Cancún-Vereinbarungen stellen einen gewissen Teilerfolg für den UNFCCC-Prozess dar, der allerdings nicht darüber hinwegtäuschen darf, dass die Lücke zwischen politischer Ambition und wissenschaftlicher Dringlichkeit nach wie vor unakzeptabel groß ist. Die Welt steuert auf eine Temperaturerhöhung von drei bis vier Grad in diesem Jahrhundert zu. Es bedarf daher vielfältiger Initiativen innerhalb und außerhalb des UNFCCC-Prozesses, um diese Lücke so schnell wie möglich zu verkleinern.

6.4 Handeln – Verhandeln – Koalitionen: Grundlage einer klimapolitischen Aufwärtsspirale?

Das Verkleinern dieser Lücke bedarf eines dynamischen Zusammenspiels von drei Dimensionen: Handeln in Politik und Wirtschaft, das weitere Verhandeln eines internationalen Rahmens und die Koalition von Akteuren, die Dynamik erzeugen wollen bzw. können.

■ Erste Dimension: Handeln

Während der Wirtschaftskrise der vergangenen zwei Jahre waren weltweit Energieeffizienz und Erneuerbare Energien die Wirtschaftsmotoren. Ein Blick auf die Entwicklung der Erneuerbaren Energien zeigt: Im Jahr 2008/2009 wurden sowohl in Europa als auch in den USA Kraftwerke zur Nutzung Erneuerbarer Energien mit einer Stromleistung in Betrieb genommen, die die Kapazität der neuen Kohle-, Gas-, und Kernkraftwerke des gleichen Zeitraums deutlich übertrifft. Im Jahr 2009 machten die Erneuerbaren Energien 60 Prozent der neu zugebauten Kraftwerkskapazität in Europa aus – und bereits fast 20 Prozent der jährlichen Stromproduktion. In China „explodiert“ der Ausbau Erneuerbarer Energien geradezu: mit 37 Gigawatt Leistung wurde dort 2009 fast die Hälfte der neuen weltweiten Kapazität (80 GW) hinzugebaut. Immer mehr spricht dafür, dass sich die wirtschaftlichen Chancen der Staaten weltweit maßgeblich daran orientieren werden, wer bei Energieeffizienz und Erneuerbaren Energien die Nase vorne hat. Für viele Entwicklungsländer bietet sich jetzt die Gelegenheit, von vornherein ihre Infrastruktursysteme nachhaltiger und effizienter aufzubauen, als dies bisher in den Industrieländern der Fall war, während diese mit dem Umbau ihrer existierenden Systeme vor einer enormen Herausforderung stehen. Verschiedene Studien zeigen aber, dass in der EU und Deutschland die Vollversorgung mit Erneuerbaren Energien bis Mitte des Jahrhunderts möglich ist, und dies ohne große Zusatzkosten und bei gleicher Netzsicherheit.¹⁰⁷ Es gibt keinen Grund für die Staaten, mit dem Handeln zu warten.

■ Zweite Dimension: Verhandeln

Eine internationale Rahmensetzung kann nicht nur die Dynamik, internationale Vergleichbarkeit und rechtliche Verbindlichkeit sichern. Sie kann auch dafür sorgen, dass nicht allein das Recht des Stärkeren den Ausgang des Wettrennens in das Solarzeitalter bestimmt. Sie kann dafür sorgen, dass auch die Lahmen und Bremsen schrittweise mitkommen. Sie ist außerdem wichtig, um auch die internen Bremsen in den Vorreiterstaaten überzeugen zu können.

¹⁰⁷ ECF, 2010

■ Dritte Dimension: Koalitionen

Sowohl zur Beschleunigung des Handelns als auch für neue Dynamik beim Verhandeln bedarf es neuer Koalitionen: mit den besonders betroffenen Staaten, mit den Vorreiterstaaten sowie mit den Schwergewichten unter den Staaten. Die Etablierung von neuen Formen der Zusammenarbeit, die sich in den Klimaverhandlungen abzeichnen, ist ein wichtiger Schritt auf dem Weg dahin.

Cancún hat die in diesen Gipfel gesetzten Erwartungen erfüllt. Damit wurde in Mexiko zumindest die Grundlage für eine dynamisierende Aufwärtsspirale gelegt. Zunächst ging es darum, ein Mindestfundament einzuziehen, um die bei den Industrieländern sichtbare Abwärtsspirale nach Kopenhagen zu stoppen. Dies wurde in Cancún geleistet und muss in den folgenden UN-Klimakonferenzen (z. B. Südafrika 2011) und anderen Prozessen ergänzt werden. Auch der Rio+20-Gipfel, der im Mai 2012 stattfinden soll und Themen wie „grüne Wirtschaft“ und das globale umweltpolitische Institutionensystem auf seiner Agenda haben wird, bietet hier eine große politische Chance (Phase 1).

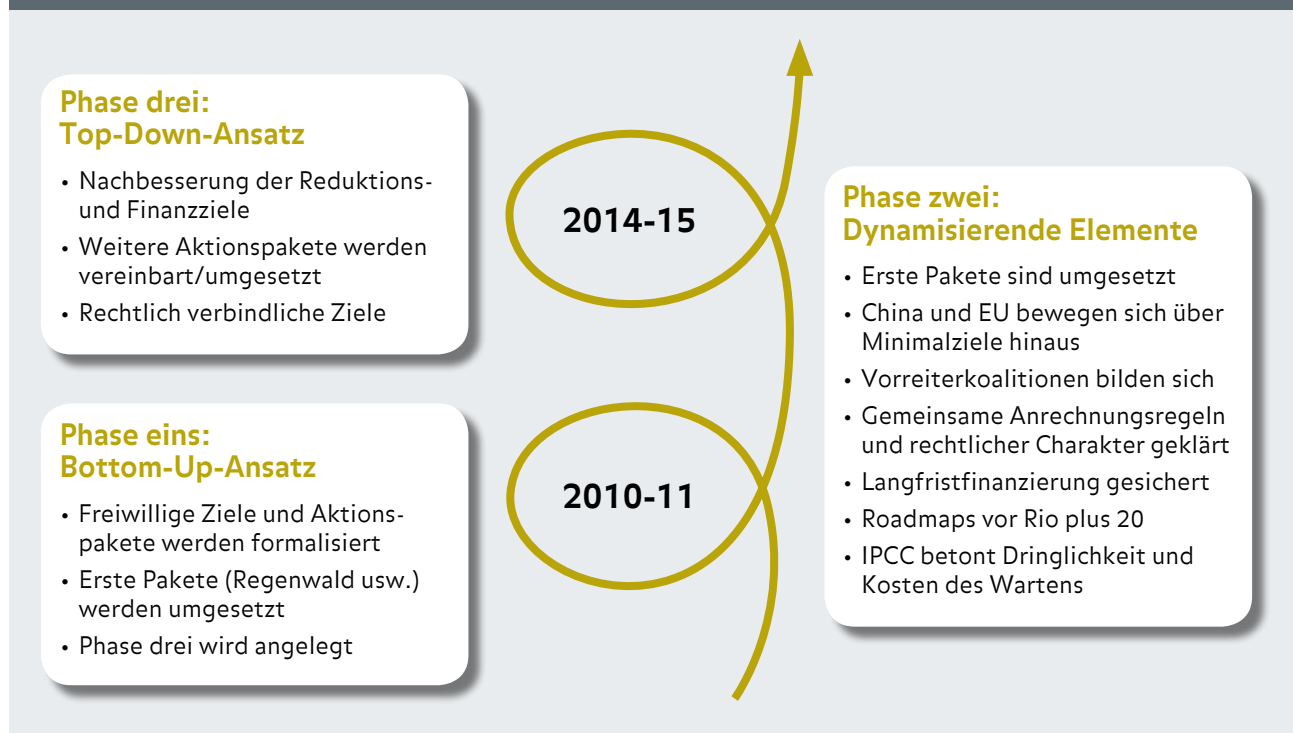
Zugleich wurden die nächsten „Spiraldrehungen“ nach oben vorgezeichnet. Dass die Staaten jetzt ihre zu schwachen Ziele nachbessern sollen, gehört zu den auf-

wärtstreibenden dynamisierenden Elementen. Bis 2015 soll durch einen „Review“-Prozess die dann noch verbleibende Lücke zum Ziel „2 °C“ bestimmt werden und der Klimagipfel dann – basierend auf dem Review – die angemessenen Aktionen beschließen (Phase 3). Das Ende dieses Reviews folgt ein Jahr nach der Veröffentlichung des nächsten IPCC-Berichts (für 2014 geplant), der sehr wahrscheinlich – dies zeichnet sich in der wissenschaftlichen Fachliteratur ab – die Dringlichkeit des globalen Klimaschutzes nachdrücklich untermauern und so hoffentlich als weiteres dynamisierendes Element ein zusätzliches politisches Momentum schaffen wird.

6.5 EU, Deutschland und China als Vorreiter?

Auch wenn immer mehr Staaten die Chancen des Klimaschutzes sehen, ist es für die internationale klimapolitische Debatte zentral, dass es Vorreiter gibt, die zeigen, dass sie bereits heute den politischen Willen besitzen, den notwendigen energiepolitischen Strukturwandel einzuleiten. Es geht darum, den Nachweis zu führen, dass ein Wohlstandsmodell jenseits der fossilen Energieträger möglich und zügig umsetzbar ist. Um die Emissionen bis Mitte des Jahrhunderts um bis zu 95 Prozent

Abb. 25: Die drei Phasen der angestrebten Aufwärtsspirale des internationalen Klimaschutzes



Quelle: Eigene Darstellung

in den Industrieländern zu senken, bedarf es frühzeitiger wirtschaftspolitischer Weichenstellungen, denn viele Investitionen, gerade im Energiebereich, werden nur auf Basis langfristiger Kalkulationen getätigt. Werden heute Kohle- oder Atomkraftwerke gebaut, sollen sie normalerweise 40 Jahre oder länger betrieben werden. Für eine EU, die derzeit recht mutlos nach einer neuen Vision sucht, kann dieses neue Wohlstandsmodell verbunden mit der Rolle einer „soft power“, die statt auf Rohstoffkriege auf internationale Kooperation im Sinne der Klima- und Energiesicherheit setzt, ein Aufbruchsignal sein. Die EU und Deutschland können hier eine Schlüsselrolle spielen, indem sie jetzt entsprechende Rahmenbedingungen setzen, die allen Akteuren in den Bereichen, Energie, Verkehr, Gebäude sowie Land- und Fortwirtschaft signalisieren: Wir stellen jetzt die Weichen für die notwendige große Transformation.

In der Vergangenheit war die EU oft das klimapolitische Zugpferd, wenn auch meist nicht mit der notwendigen Dynamik. Im Frühjahr 2007 setzte sie sich als erster größerer Zusammenschluss von Industrieländern Emissionsminderungsziele für 2020: 20 Prozent Verringerung der Emissionen gegenüber 1990, – 30 Prozent wenn andere Industrieländer und Schwellenländer ihren angemessenen, vergleichbaren Beitrag leisten. Dementsprechend wurden im Jahr 2008 auch klimapolitische Gesetzgebungen beschlossen, z. B. die Reform des Europäischen Emissionshandelssystems, die Vereinbarung von – allerdings nicht verbindlichen – Energieeffizienzzielen sowie von Zielen für den Ausbau der Erneuerbaren Energien.

Nach der Wirtschaftskrise und aufgrund des zügigen Aufbaus von Quellen für Erneuerbare Energien zeigt sich allerdings, dass dieses 20-Prozent-Ziel nicht mehr besonders ambitioniert ist und nicht die notwendigen klimapolitischen Impulse entfaltet. Deshalb halten es immer mehr Akteure für sinnvoll und notwendig, dass die EU ihr Emissionsziel auf 30 Prozent erhöht, unabhängig davon, was andere Länder machen. So sieht der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung für Globale Umweltfragen in einem solchen Ziel, verknüpft mit der Langfristversion einer vollständig erneuerbaren Energieversorgung, nicht nur das Potenzial einer neuen und nachhaltigen Wirtschaftsdynamik. Dies wird auch als notwendiger Schritt für eine „glaubwürdige Basis für eine Kooperation mit Entwicklungs- und Schwellenländern“¹⁰⁸ gesehen.

Ab Mitte 2011 will die Europäische Union erneut über das 30-Prozent-Ziel beraten. Der Einigung stand zunächst der Widerstand insbesondere einiger osteuropäischer Länder, vor allem Polens, entgegen. Aufgrund seines extrem hohen Anteils an Stromerzeugung aus Kohle fürchtet das Land wirtschaftliche Lasten aus solch einem Klimaschutzziel. Eine engere Zusammenarbeit gerade im

Bereich Energieeffizienz z. B. zwischen Deutschland und Polen könnte einen Beitrag zu einer Lösung dieses politischen Problems leisten.

Die deutsche Regierung ist in der Frage des 30-Prozent-Ziels zwischen Umwelt- und Wirtschaftsministerium umstritten – und leider hat die Bundeskanzlerin von ihrer Richtlinienkompetenz hier bisher keinen konstruktiven Gebrauch gemacht. Ohne eine starke Rolle der größten Energie- und Wirtschaftsnation der EU kann der Durchbruch für das 30-Prozent-Ziel jedoch nicht gelingen.

Die deutsche Bundesregierung hat im Herbst 2010 ein neues Energiekonzept beschlossen, das weit mehr als nur die zu Recht kritisierte Verlängerung der Laufzeiten der Atomkraftwerke enthält.¹⁰⁹ Dieses Energiekonzept beinhaltet das Ziel, die deutschen CO₂-Emissionen um 40 Prozent bis 2020 und um 80 bis 95 Prozent bis 2050 zu senken (gegenüber 1990). Dieses soll durch eine Vielzahl gesetzlicher Maßnahmen erreicht werden. Laut Bundesregierung sollen die Erneuerbaren Energien bis 2050 etwa 80 Prozent der Stromversorgung und den Hauptteil der Energieversorgung übernehmen, obgleich viele Studien zeigen, dass auch 100 Prozent im Bereich des Möglichen und wirtschaftlich Sinnvollen sind. Die Regierung setzt sich erfreulicherweise für ein modernes und leistungsfähiges Stromnetz ein. Sie setzt auch deutliche Effizienzziele im Gebäudebereich, auch wenn diese abgeschwächt wurden. Die Bundesregierung kündigt damit an, den Weg ins erneuerbare Zeitalter einzuschlagen. Gleichzeitig setzt das Konzept allerdings stark auf Atomenergie und auch weiterhin auf Kohle. Zudem wurden zahlreiche Maßnahmen, die zur Zielerreichung notwendig wären, nicht beschlossen.

Insgesamt meinen daher viele Akteure, dass die gesetzten Effizienz- und Klimaziele so nicht erreicht werden können.¹¹⁰ So sollen die Laufzeitverlängerungen für Atomkraftwerke – neben den Erlösen des Emissionshandels – einen neuen Klima- und Energiefonds für den kosteneffizienten Übergang zu Erneuerbaren Energien finanzieren. Sie schränken aber zugleich die Einnahmen aus dem Emissionshandel für den gleichen Zweck ein. Die im Rahmen des Energiekonzepts vereinbarte Einrichtung eines Sondervermögens zur dauerhaften Finanzierung von nationalen und internationalen Klimamaßnahmen war ein weiterer innovativer Schritt, der eine größere Verlässlichkeit der Finanzierung bringen kann. Trotz aller Unzulänglichkeiten ist die grundsätzliche Ambition des Energiekonzepts jedoch ein Zeichen dafür, dass es immer mehr darum geht, wie ambitionierte Klimaziele erreicht werden sollen, und immer weniger darum, ob ambitionierter Klimaschutz notwendig ist.

Während dieser Text geschrieben wird, will die Bundesregierung nun, ausgelöst durch den Schock der Reaktor-

¹⁰⁸ WBGU, 2010

¹⁰⁹ Bundesregierung, 2010

¹¹⁰ S. z. B. Germanwatch, 2010a; Wuppertal Institut, 2010

katastrophe in Japan, einen beschleunigten Ausstieg aus der Atomkraft sowie einige der fehlenden Maßnahmen zur Zielerreichung beschließen. Es ist derzeit (Mitte April 2011) noch nicht absehbar, welche Lücke zwischen verkündeten Zielen und beschlossenen Maßnahmen nach diesen Beschlüssen noch klaffen wird.

Neben den Industriestaaten müssen auch Schwellenländer, deren Emissionen aufgrund des mit dem Wirtschaftswachstum einhergehenden Verbrennens fossiler Energieträger schnell zunehmen, so bald wie möglich ihre Klimaschutz-Ambition erhöhen. Der große Anstieg der Treibhausgasemissionen findet ganz überwiegend hier statt. Eine effektive Klimapolitik ist in den Schwellenländern zum heutigen Zeitpunkt deshalb so wichtig, weil in der industriellen Aufbauphase langfristig entscheidende Investitionen getätigt werden, die gerade auch die Energieversorgung des Landes über einen langen Zeitraum festlegen. Vom Ausbau der Energieeffizienz und der Nutzung Erneuerbarer Energien profitieren Schwellenländer, abgesehen von der verbesserten Luftqualität, ebenfalls durch die stärkere Unabhängigkeit von Rohstoffimporten. Eine solche Strategie wirkt sich als Versicherung gegen immer häufiger schwankende Energiepreise aus.

China ist derzeit sicherlich das klimapolitisch spannendste und bedeutendste Schwellenland, das sich gerade durch seine Widersprüchlichkeit auszeichnet. Dort werden nach wie vor die meisten Kohlekraftwerke weltweit gebaut und das Milliardenreich hat die USA längst beim Treibhausgasausstoß überholt (wenngleich mit einem deutlich geringeren Pro-Kopf-Ausstoß). In den Klimaverhandlungen tritt China in gewisser Weise als Gegenpol zu den USA auf, wobei der Klimagipfel von Cancún gezeigt hat, dass hier konstruktive Fortschritte möglich sind. Allerdings, und das wird in der Öffentlichkeit häufig unzureichend behandelt, hat das Land in den beiden letzten Jahren mehr in Richtung Klimaschutz getan als fast jeder andere Staat der Welt. China ist längst zur führenden Weltmacht bei der Herstellung und Implementierung Erneuerbarer Energien geworden. Und es werden nicht nur neue Kraftwerke in Betrieb genommen: Tausende von ineffizienten Kraftwerken und Unternehmen sind im Jahr 2010 geschlossen worden – mit der Folge großer sozialer Probleme – um das Land den selbst gesteckten Energieeffizienzzielen näher zu bringen. Städten, die Effizienzmaßnahmen nicht umsetzen, wird zeitweise der Strom abgeschaltet. In den nächsten Jahren will China das Zubautempo der Kohlekraftwerke halbieren, während der Ausbau der Erneuerbaren Energien schneller vorangeht, als ursprünglich geplant.¹¹¹

Wenn das Land allerdings nicht massenweise neue Kohlekraftwerke stilllegt, lassen sich ernsthafte Klimaziele in China nur erreichen, wenn CO₂ aus Abgasen heraus-

gefiltert und geologisch tief gelagert wird (so genanntes „Carbon Capture and Storage“, CCS). Nach der Durchführung von 20 Pilotprojekten haben nun zwei größere Demonstrationsprojekte von 250 bis 400 Megawatt Leistung Priorität, die bis 2016 in Betrieb gehen sollen. Die Regierung erwartet – und daran kann der ganze Ansatz scheitern – dass die Industrieländer die Zusatzkosten für CCS schultern. Im Nordosten Chinas wurden erste Untersuchungen zu CO₂-Speicherstätten durchgeführt, die mit der Identifikation einer Speicherkapazität von 600 Megatonnen CO₂ zu positiven Ergebnissen kamen. Wenn CCS eine größere Rolle als nur eine Nische ausfüllen soll, müssen weitere Untersuchungen von salzwasserführenden Gesteinsschichten und leeren Öl- und Gasfeldern folgen.

Die Entwicklung der letzten Jahre hat gezeigt, dass es in diesem großen, vielfältigen Land nicht einfach ist, die zentral gesteckten Ziele auf den verschiedenen Ebenen zu erreichen. Die Emissionen wachsen weiterhin stark an. Das Erreichen der Ziele hängt in China daher zum einen von einer besseren Durchsetzung der eingeführten Gesetze ab. In Teilen der chinesischen Regierung setzt sich die Erkenntnis durch, dass die massive Nutzung von Energieeffizienz und dezentralen Erneuerbaren Energieträgern ohne eine aktive Zivilgesellschaft nicht gelingen kann – eine in mancher Hinsicht spannende Perspektive. Zum anderen wird aber auch entscheidend sein, in welcher Form sich Partnerstaaten, gerade auch der Exportweltmeister Deutschland und die EU, hier engagieren. Durch bilaterale Energie- und Klimaabkommen, Technologiepartnerschaften, Austausch zwischen Niedrigemissionsregionen in China und der EU und die Beratung bei der politischen Rahmensetzung könnte der Kurs hin zu Energieeffizienz und Erneuerbaren Energieträgern untermauert werden.¹¹²

Letzteres gilt natürlich auch für die Kooperation mit anderen Schwellenländern wie Indien, Brasilien, Mexiko oder Südafrika. Brasilien spielt vor allem aufgrund des Amazonas-Regenwaldes eine wichtige Rolle für den Klimaschutz, da die riesigen Waldgebiete enorme Mengen Kohlenstoff speichern, die bei ihrer Zerstörung wieder freigesetzt werden. Mexiko zeigt sich in der internationalen Klimapolitik sehr konstruktiv, was nicht zuletzt der Klimagipfel von Cancún gezeigt hat. Südafrika weist eine ganz eigene Struktur auf. Die Pro-Kopf-Emissionen des Landes sind für ein Schwellenland relativ hoch. Zu begründen ist dies mit dem hohen Lebensstandard hauptsächlich der weißen Bevölkerung. Bei den internationalen Verhandlungen spielt das Land in der Regel eine konstruktive Rolle. Die Regierung erwägt, möglicherweise in Zusammenarbeit mit Deutschland, den Ausbau der Erneuerbaren Energien im Strombereich massiv voranzutreiben. Südafrika wird Ende 2011 zudem den UNFCCC-Klimagipfel ausrichten.

¹¹¹ S. z. B. <http://www.chinafaqs.org>

¹¹² S. auch Germanwatch, 2010c

6.6 USA zwischen Ambition und Bremsmanövern

Mit dem Amtsantritt von US-Präsident Obama hatte die Welt Hoffnung, dass die USA nach Jahren der klimapolitischen Verweigerung unter Präsident George W. Bush zu einer neuen Dynamik in den Klimaverhandlungen beitragen könnte. Dass dies nicht in dem Maße wie erhofft zur Realität geworden ist, liegt vor allem an der zunehmenden innenpolitischen Polarisierung zwischen Demokraten und Republikanern, zwischen Klimaschutzbefürwortern und solchen, die immer noch den anthropogenen Klimawandel bezweifeln.

Präsident Obama hatte zunächst die Ambition, die USA schrittweise auf einen Pfad zu führen, der bis zum Jahr 2050 die Emissionen um mehr als 80 Prozent gegenüber 2005 verringern würde. Ein zentrales Instrument hierzu sollte die Einführung eines landesweiten Emissionshandelssystems sein, bis 2020 sollten die landesweiten Emissionen um 17 Prozent gegenüber 2005 verringert werden. Der Emissionshandel sollte auch signifikant zur internationalen Klimafinanzierung beitragen.

Im Sommer 2009, also noch vor Kopenhagen, beschloss dann auch das Repräsentantenhaus ein entsprechendes Klimaschutzgesetz. Allerdings ist es dann nicht gelungen, einen entsprechenden Konsens in der zweiten Entscheidungskammer, dem Senat, der Vertretung der Bundesstaaten, zu erreichen. Nachdem sich dort auch noch die Mehrheitsverhältnisse zugunsten der Republikaner verändert haben, besteht in dieser Legislaturperiode keine Aussicht auf ein entsprechendes Klimaschutzgesetz. Zumal es auch unter den Demokraten aus kohle- und ölproduzierenden Bundesstaaten eine große Skepsis gegen ein Klimagesetz gibt. Zwar treten die USA in den internationalen Klimaverhandlungen weiterhin mit dem in Kopenhagen verkündeten 17-Prozent-Ziel (gegenüber 2005) auf, aber eine klare Strategie, wie dieses wirklich erreicht werden soll, scheint zu fehlen. Ordnungspolitische Vorgaben durch die nationale Umweltschutzagentur (Environmental Protection Agency, EPA) sind im Moment der aussichtsreichste Ansatz, um Klimapolitik schrittweise voranzubringen.¹¹³

Die fehlende einheimische Gesetzgebung macht es der amerikanischen Regierung schwer, in den Klimaverhandlungen aktiv und glaubwürdig aufzutreten, so dass derzeit von Seiten der USA keine wirklich Grundlage besteht, über ein rechtlich verbindliches und ratifizierbares Abkommen zu verhandeln. Angesichts der zentralen Rolle der USA stellt dies den internationalen klimapolitischen Prozess vor große Herausforderungen.

Trotzdem zeichnet sich eine gewisse Klimaschutzdynamik im Land ab. So wächst die Zahl der US-Bundesstaa-

ten und Kommunen, die mit ernsthaftem Klimaschutz beginnen. Auch die Zwischenwahlen in den USA (2010) haben in den entsprechenden Regionen eher den Klimaschutz gestärkt. So setzen sich einige Staaten anspruchsvolle CO₂-Minderungsziele, arbeiten an der Einführung von Emissionshandelssystemen und fördern immer stärker die Erneuerbaren Energien. Auch viele Akteure in Finanzmarkt und Industrie setzen inzwischen auf ernsthaften Klimaschutz. Sie sehen, dass sie sonst in einem ganz großen, globalen Zukunftsmarkt den Anschluss verlieren. Auch durch konjunkturpolitische Maßnahmen im Zuge der Wirtschaftskrise hat die US-Regierung Investition in Erneuerbare Energien und andere Bereiche gefördert.

6.7 Anpassung an den Klimawandel

Neben der Frage des Verringerns von Emissionen wird auch die Anpassung (engl. Adaptation) an die negativen Auswirkungen des Klimawandels ein zunehmend wichtiges Thema, ganz besonders für die ärmsten Entwicklungsländer, die Least Developed Countries (LDCs) und die kleinen Inselstaaten. Die dramatischsten und zukunftsferneren Folgen des Klimawandels können zwar durch Minderung von Treibhausgasemissionen begrenzt werden („Vermeidung des Unbewältigbaren“), ein Teil der Folgen lässt sich aber nicht mehr aufhalten und Anpassungsmaßnahmen sind demzufolge unumgänglich („Bewältigung des Unvermeidbaren“). Insbesondere die Entwicklungsländer fragen sich daher zunehmend: Wie können wir verhindern, dass der Klimawandel unsere Entwicklungsziele gefährdet und bereits erzielte Entwicklungserfolge zunichte macht? Dies gilt speziell für besonders klimasensible Bereiche, wie die Ernährungsicherheit und die Wasserverfügbarkeit, aber auch für Gesundheitsaspekte (s. auch vorherige Kapitel zu den Auswirkungen des Klimawandels). Die Anpassung, also der Umgang mit den Klimafolgen, ist damit kein Selbstzweck. Sie dient vor allem dazu, Entwicklung im Zeichen des Klimawandels zukunftsfähig und widerstandsfähig zu machen.

Wie auch die vorhergehenden Berichte, betont der vierte Sachstandbericht des IPCC die besondere Anfälligkeit von Entwicklungsländern, insbesondere von LCDs und kleinen Inselstaaten, für die Folgen des Klimawandels.¹¹⁴ Diese hohe Verletzlichkeit (Vulnerabilität) der ärmsten Staaten begründet sich neben einer überdurchschnittlichen Risikozunahme von Wetterextremen in vielen Regionen des Südens aus i) ihrer starken Betroffenheit vom Klimawandel und von Wetterextremen, insbesondere durch die überproportionale Bedeutung der witterungsabhängigen Landwirtschaft, ii) dem Mangel an finanziellen Ressourcen sowie iii) einem mangelnden Zugang zu Informationen, Krediten und anderen Dienstleistungen. Die Folge ist eine geringe Kapazität zur Be-

¹¹³ Wasserman, 2010

¹¹⁴ IPCC, 2007b

Abb. 26: Das „Anpassungskontinuum“ und Strategien zur Ernährungssicherung

Entwicklungspolitik für klimaresiliente Ernährungssicherheit



Quelle: Harmeling 2010

wältigung der Herausforderungen, die der Klimawandel mit sich bringt.

Vor diesem Hintergrund gibt es eine Vielzahl von Ansatzpunkten, um die Anpassungsfähigkeit gegenüber den Risiken des Klimawandels zu erhöhen. In der Konzeption des „Anpassungskontinuums“ (s. Abb. 26) bewegen sich diese zwischen sehr konkreten Interventionen zur Anpassung an spezifische Klimarisiken auf der einen Seite und der Verringerung der allgemeinen Vulnerabilität auf der anderen Seite. Während konkrete Projekte kurzfristig zur Anpassung beitragen können, ist die Integration in politische Planungsprozesse wichtig, um eine Gesellschaft längerfristig auf den Klimawandel vorzubereiten und auch z. B. langfristige Fehlinvestitionen zu vermeiden. In der Entwicklungspolitik, z. B. im Bereich Ernährungssicherung, können dementsprechend spezifische Anpassungsstrategien dazu beitragen, die Ernährungssicherungspolitik klimasicherer zu machen.

Der Klimagipfel von Cancún hat eine Reihe von Maßnahmen beschlossen, um die Entwicklungsländer stärker bei der Anpassung an die Folgen zu unterstützen (s. 6.3). Zudem gewinnt dieses Thema auch in der konkreten Entwicklungszusammenarbeit immer mehr an Bedeutung.

Wichtige Elemente einer Anpassungsstrategie können beispielsweise die Nutzung von Langzeitwettervorhersagen, Frühwarnsystemen und öffentlich-privaten Versicherungsmärkten (etwa „Micro-Insurance“) zur Verringerung der Risiken durch Wetterextreme sein. Dürren, Überschwemmungen und Stürme bergen besonders für arme Landbewohner in den Entwicklungsländern die Gefahr, das für die gegenseitige Unterstützung notwendige soziale Netzwerk zu zerstören. Wettervorhersagen können sowohl die Optimierung der Pflanztermine als auch die Planung der Bildung eines Vorrats an Lebensmitteln vor Dürren erleichtern. Gerade für die Ärmsten fehlt es bisher weitestgehend an Versicherungssystemen zum Schutz gegen die finanziellen Folgen von Extremereignissen, und ohne Ko-Finanzierung aus den Industriestaaten wird die Versicherungswirtschaft diese mangels Kaufkraft der Bevölkerung vor Ort auch nicht aufbauen. Der Erhalt natürlicher Systeme wie der Korallen oder der Mangrovenwälder, die eine wichtige Funktion zur Stabilisierung von Küstenstreifen ausüben, kann als Anpassungsmaßnahme gegen einen steigenden Meeresspiegel und gegen Überflutungen verstanden werden. Im konkreten Notfall können solche Maßnahmen zwar die Katastrophenhilfe nicht ersetzen. In langfristiger Betrachtung besteht dennoch wenig Zweifel, dass

vorbeugende Maßnahmen effektiv sind, da sie Verluste mindern und sich finanziell auszahlen. Die Kombination von vorbeugenden Maßnahmen und Katastrophenhilfe verspricht die besten Erfolge bei der Anpassung an den Klimawandel.

Politisch relevant ist insbesondere die Frage der Finanzierung der Anpassungsmaßnahmen in Entwicklungsländern. Im UN-Kontext sowie durch die bilaterale Entwicklungszusammenarbeit gibt es bereits verschiedene Finanzierungsmechanismen, die aber alle weit hinter den geschätzten Anpassungskosten von mehr als 70 Milliarden US-Dollar pro Jahr in Entwicklungsländern zurückbleiben.¹¹⁵ Die kapitalstarken Hauptverursacher des Klimawandels werden besonders gefragt sein, die Kosten der Anpassung in Entwicklungsländern zu tragen. Das beim Klimagipfel in Cancún bestärkte Versprechen der Industrieländer, für Klimamaßnahmen bis 2020 jährlich 100 Milliarden US-Dollar zu mobilisieren, wird zu einem wesentlichen Teil auch Anpassungsmaßnahmen finanzieren müssen, insbesondere durch den neuen Green Climate Fund. Eine gewisse Finanzierungsstruktur für Anpassung im UNFCCC-Kontext besteht bereits. Insbesondere der Anpassungsfonds unter dem Kyoto-Protokoll ist hier ein wichtiges Instrument, das auch neue Wege in der internationalen Klimafinanzierung eingeschlagen hat.¹¹⁶ Auf bilateraler Ebene bietet die

Internationale Klimaschutzinitiative der Bundesregierung eine innovative Möglichkeit, Projekte staatlicher und nichtstaatlicher Akteure in Entwicklungsländern zu finanzieren.¹¹⁷ Aber auch insgesamt spielt Anpassung in der bilateralen Entwicklungszusammenarbeit Deutschlands und anderer Industrieländer eine wachsende Rolle.

6.8 Technologien und Finanzmarkt

Die langfristig notwendige Verringerung der Treibhausgasemissionen weltweit ist nur durch die rasche Verbreitung und ständige Innovationen im Bereich klimafreundlicher Technologien denkbar, auch wenn Einsparungen durch Verhaltensänderungen insbesondere in den Industrieländern ebenfalls eine wichtige Rolle zukommt. Mittel- bis langfristig ruhen die größten Hoffnungen auf Erneuerbaren Energien in Kombination mit Energieeffizienz. Natürlich gilt es auch bei deren Nutzung, eine umweltverträgliche, effiziente und zukunftsfähige Anwendung sicherzustellen. Kritische Aspekte (z. B. im Bereich der Biotreibstoffe) gilt es zu berücksichtigen und gegen ihren klimapolitischen Nutzen abzuwägen. So zeichnet sich ab, dass Biotreibstoffe der ersten Generation selten aus klimapolitischer Sicht sinnvoll sind. Bereits heute

Info-Kasten 6: Der Wald als Senke und Reservoir von CO₂

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). 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 das Anpflanzen von Wäldern auf die Emissionsziele des Kyoto-Protokolls oder des europäischen Emissionshandels angerechnet werden kann.

Erstens wird dadurch weniger Klimaschutz in anderen Bereichen wie Erneuerbaren 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 Aufforstung gebunden wird. Drittens kann niemand garantieren, für wie viele Jahre, geschweige denn Jahrzehnte ein Wald intakt bleiben und damit CO₂

binden wird. So hat der Amazonasregenwald im letzten Jahrzehnt – wegen zweier großer Dürren – möglicherweise mehr CO₂ freigesetzt als gebunden. Und viertens können erhebliche soziale und ökologische Probleme entstehen, wenn Wälder alleine unter CO₂-Aspekten optimiert werden. So zeichnet sich ab, dass die Artenvielfalt oder der Wasserhaushalt bei Neuanpflanzungen alleine unter CO₂-Aspekten regelmäßig mit Beeinträchtigungen zu rechnen haben.

Aufforstung sollte also zusätzlich zu – und nicht anstelle von – Maßnahmen in den Bereichen Energieeffizienz und Erneuerbare Energien geleistet werden. Außerdem sollte sie so weit wie möglich zum Schutz der Artenvielfalt dienen.

Nicht nur zum Klimaschutz, auch im Hinblick auf die vielen anderen wertvollen Funktionen des Waldes, die zum Teil auch wichtige Beiträge für die Anpassung an den Klimawandel leisten können, bedarf es eines großangelegten, globalen Konzepts mit wirkungsvollen Anreizen, um die schnelle Entwaldung zu verhindern.

¹¹⁵ Siehe z. B. Weltbank, 2010

¹¹⁶ S. Harmeling und Kaloga, 2010

¹¹⁷ S. www.bmu-klimaschutzinitiative.de

wird deutlich, dass ihre Gewinnung mit Werten wie Ernährungssicherung und Artenvielfalt in Konflikt gerät. Andererseits ist klar, dass Biomasse eine wichtige Säule einer globalen Klimastrategie ist.

Erfreulicherweise setzen immer mehr Länder auf diese erneuerbare Energien und fördern deren Einführung durch entsprechende gesetzliche Rahmenbedingungen.¹¹⁸ Die Wachstumsraten im Bereich der Erneuerbaren Energien sind jedoch derzeit insgesamt noch nicht hoch genug, um die fossilen Energien weitgehend ablösen zu können. Bis Mitte des Jahrhunderts wird dies allerdings in vielen Regionen und Bereichen für möglich gehalten. 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 zur Reduktion des Heizenergieverbrauchs und effizientere Geräte bzw. Maschinen und Motoren. Dies gilt auch für den Verkehrssektor, wo eine starke Effizienzsteigerung von Fahrzeugen dringend notwendig ist. Allerdings zeigt sich auch, dass – wenn die Energiepreise nicht durch eine Ökosteuer oder den Emissionshandel steigen –, die Effizienzgewinne durch größere oder zahlreichere Wohnungen, Geräte, Autos usw. schnell aufgeessen werden („rebound effect“).

Als neue Technologie im Bereich der Nutzung fossiler Energieträger ist die CO₂-Abscheidung und -Lagerung (CCS) im Gespräch.¹¹⁹ Damit soll CO₂ im Zuge der Verbrennung von Kohle, Öl oder Gas abgeschieden und dann unterirdisch an einem geeigneten Ort sicher und dauerhaft gelagert werden. Zwar birgt die Lagerung von CO₂ in der Geosphäre einige Risiken, und vor der Verbreitung dieser Technologie müssen wichtige Fragen bezüglich der ökologischen Sicherheit, der ökonomischen Dimension oder der Haftung im Schadensfall geklärt werden. Dennoch kann Abscheidung und unterirdische Lagerung des CO₂ gerade mit Blick auf die Entwicklungen im Energiesektor in China und andere Kohleregionen – dort muss weiter mit hohem Kohleverbrauch gerechnet werden – eine wichtige Brückenlösung werden. Öffentliche Gelder, die für Forschung und Entwicklung von Technologien in den Bereichen Energieeffizienz und Erneuerbare Energien vorgesehen sind, sollten allerdings nicht in die CCS-Entwicklung umgeleitet werden.

In Deutschland sind die notwendigen CO₂-Einsparungen im Energiebereich ohne CCS möglich. Hier liegt die Notwendigkeit der Erforschung von CCS eindeutig im Bereich der industriellen Prozessemissionen aus der Stahl-, Zement- und Kalkproduktion, wo es weniger Alternativen als im Strombereich gibt.¹²⁰ Neue Technologien in diesem Bereich sollten allenfalls getestet werden, um sie in China und anderen Schwellenländern einzusetzen.

In Deutschland können die Klimaziele besser ohne Kraftwerksneubauten mit oder ohne CCS erreicht werden. Insgesamt geht es letztendlich um eine Risiko-Abwägung. Energieeffizienz und Erneuerbare Energien sollten deshalb generell den Vorrang haben. Im Zweifelsfall dürfte bei der Kohleverbrennung die Lagerung von CO₂ in der Atmosphäre ein größeres Risiko darstellen als unter der Erde, sollte diese Technologie wirklich funktionieren.

Klar ist heute, dass die Welt das Klimaproblem nur durch einen breiten Technologiemix in den Griff bekommen kann. Mit vielen der heute bereits existierenden Technologien können CO₂- und andere Treibhausgas-Emissionen bereits massiv gesenkt werden. Gleichzeitig sind in Bezug auf kommende Jahrzehnte deutlich höhere Investitionen in Forschung und Entwicklung von Erneuerbaren Energien, Energieeffizienz und intelligenten Netzen oder auch für die Neuausrichtung einer Landwirtschaft, die der Ernährungssicherung und dem Klimaschutz so dient, dass sich diese Ziele unterstützen, dringend notwendig. In Bezug auf Erneuerbare Energien gilt es auch, ganz genau auf die Ressourcenbilanz zu schauen. Viele Rohstoffe, die für diese Technologien heute wichtig sind, sind nur in begrenztem Maße vorhanden.

Für Investitionen in Klimaschutztechnologien sind Rahmenbedingungen notwendig, die es für die Akteure am Finanzmarkt und in anderen Bereichen der Wirtschaft attraktiv machen, lieber in diese Technologien zu investieren als in klimaschädliche. Auch in diesen Kreisen wird Klimawandel immer mehr als Kostenfaktor gesehen, zum einen durch die direkten Schäden infolge von Wetterextremen etc. So hat Sir Nicholas Stern in einer viel beachteten Studie geschätzt, dass die Kosten, die bei ungehemmtem Klimawandel durch dessen Auswirkungen entstehen könnten, 5 bis 20 Prozent des jährlichen globalen Bruttoinlandprodukts betragen könnten.¹²¹ Zum anderen entstehen Kosten durch politische Regulierung wie durch den Emissionshandel oder CO₂-Steuern. Darüber hinaus nimmt die Bedeutung der Unternehmensverantwortung („Corporate Social Responsibility“) in der Öffentlichkeit zu, so dass Klimaschutzmaßnahmen sich zunehmend günstig auf das Unternehmensimage auswirken, während das Unterlassen von Klimaschutzmaßnahmen dem Image schadet. Und nicht zuletzt könnte das Risiko von Schadensersatzklagen eine unmittelbare Auswirkung auf den Marktwert eines Unternehmens haben.

Doch trotz aller Fortschritte bezüglich der Berücksichtigung des Klimawandels durch den Finanzmarkt: In der tatsächlichen Geldanlagepolitik der großen Banken, Versicherer und Pensionsfonds spielt die Vermeidung von Klimarisiken zwar eine wachsende, bisher aber noch untergeordnete Rolle. Entsprechend zentral sind langfristig verlässliche politische Rahmenbedingungen.

¹¹⁸ REN 21, 2010

¹¹⁹ CCS = CO₂ Capture and Storage. Ein umfangreicher Sonderbericht des IPCC zum Thema CCS ist unter <http://www.ipcc.ch> abrufbar.

¹²⁰ Germanwatch, 2010b

¹²¹ Stern 2006

6.9 Demokratie und die große Transformation

Der Klimawandel stellt eine enorme Herausforderung für die heutigen Demokratiemodelle dar. Es gibt zumindest fünf zentrale Herausforderungen.

1. Erstens gelingt es bisher nicht, dass Grundprinzip der Demokratie, dass die Betroffenen an Entscheidungen beteiligt werden sollen, zu berücksichtigen. So haben die am stärksten betroffenen Menschen in Entwicklungsländern allenfalls bei UN-Klimaverhandlungen durch ihre Regierungen ein gewisses Mitspracherecht. Bei den nationalen Klimaschutzentscheidungen in Industrie- und Schwellenländern und bei G20- bzw. G8-Gipfeln sind sie außen vor.

2. Zweitens neigt die Politik in Demokratien aufgrund der etwa vierjährigen Wahlzyklen zu einer systematischen Vernachlässigung von langfristigen Problemen, wie dem Klimawandel. Heutige Klimaschutzentscheidungen

würden das Klima bis 2030 so gut wie nicht mehr beeinflussen, das Klima in den Folgejahrzehnten jedoch gravierend. Dann aber sind heutige Politiker längst abgewählt und müssen sich nicht mehr dafür verantworten.

3. Drittens stellen irreversible Veränderungen, die eine Generation über die nächste verhängt, das demokratische Prinzip der „Entscheidungen auf Zeit“ in Frage – das trifft auf die Nutzung fossiler Energieträger und den Klimawandel ebenso zu wie auf den Einsatz von Kernkraft.

4. Viertens sind die Interessenverbände der sich auf fossile Träger stützenden Energiewirtschaft und der von Kurzfristinteressen geprägten Finanzakteure so gut organisiert, dass wichtige Demokratien – wie etwa die USA –, zum Teil wie Marionetten erscheinen.

5. Fünftens wird die Handlungsfähigkeit der Demokratie angesichts solcher Herausforderungen zu einem zentralen Argument in Diskussionen mit Akteuren wie China, die einem aufgeklärtem Autoritarismus das Wort reden.

Info-Kasten 7: Flugverkehr und Klimaschutz

Die internationale Luft- und Schiffsverkehrsbranche ist (neben der Landwirtschaft) die einzige treibhausgasintensive Branche, die klimapolitisch nicht reguliert ist, da sie nicht durch das Kyoto-Protokoll erfasst wurde. Die bisher einzige, aber wichtige Ausnahme ist der Einbezug des Flugverkehrs in den europäischen Emissionshandel, durch den auch Flüge außerhalb Europas erfasst werden, soweit sie in Europa landen oder aus Europa abgehen. Dabei schädigt ein Flug das Klima pro zurückgelegtem Kilometer pro Person um ein Mehrfaches einer Auto- oder Bahnreise.¹²² Dies liegt vor allem daran, dass bei Flügen über 700 km wegen der dann großen Flughöhe nicht allein das Kohlendioxid klimaschädlich wirkt. Hinzu kommen u. a. auch Kondensstreifen und Zirruswolken, die sich in großer Höhe bilden und das regionale Klima beeinflussen können.

Der IPCC hat daher die gesamte Klimawirkung der verschiedenen Effekte, ausgedrückt durch den sogenannten „Radiative Forcing Index“ (RFI), auf mindestens das Zwei- bis Vierfache des CO₂-Ausstoßes geschätzt.¹²³ Neuere wissenschaftliche Forschungen deuten darauf hin, dass diese Werte noch höher liegen könnten.¹²⁴ Allerdings bestehen einige wissenschaftliche Unsicherheiten. Der Gesamtanteil am menschengemachten Treibhauseffekt wird auf bis zu 14 Prozent geschätzt (im Jahr 2005).¹²⁵ Besonders problematisch sind die – trotz Wirtschaftskrise – ins-

gesamt sehr hohen Wachstumsraten, die natürlich auch zu einem Anstieg der Emissionen führen. Je nach Szenario könnten sich die Emissionen aus dem Flugverkehr bis 2050 verdreifachen.

Verschiedene Wege sind zudem denkbar, wie man die Fluggäste und die Branche in die Verantwortung nehmen kann – trotz fehlender oder unzureichender politischer Regulierung. Am wirkungsvollsten ist es, auf unnötige Flüge zu verzichten. Fluggäste haben aber auch die Möglichkeit, bereits jetzt auf freiwilliger Basis aktiv zu werden: durch die Unterstützung von Klimaschutzprojekten, die Emissionen in einer Höhe einsparen, welche äquivalent zur Erwärmungswirkung des Fluges sind.¹²⁶ 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. Sie sind nur als Ergänzung zu verbindlichen Regelungen und ökonomischen Instrumenten zu sehen. Neben dem Einbezug in den Emissionshandel sollten daher auch eine Emissionsabgabe und der Abbau verschiedener Subventionen angestrebt werden, insbesondere auch, um zu der international notwendigen Klimafinanzierung in Entwicklungsländern beizutragen.

¹²² Siehe www.atmosfair.de

¹²³ IPCC 1999: 8

¹²⁴ Lee et al. 2010

¹²⁵ Lee et al. 2010

¹²⁶ Siehe z. B. <http://www.atmosfair.de>

Andererseits zeigt sich überall, dass die Umsetzung von Energieeffizienz und die dezentrale Nutzung Erneuerbarer Energien eine aktive Zivilgesellschaft zur Grundvoraussetzung hat. Die Bürger drängen – trotz zunehmender Politikverdrossenheit – auf stärkere Partizipation.

Keine Frage, die Demokratie wird sich erneuern müssen, wenn sie auf Herausforderungen von der Größenordnung des Klimawandels angemessene Antworten finden will. Aber nicht zuletzt die Ereignisse in der arabischen Welt und der Mittelmeerregion zeigen: Demokratie ist eine erneuerbare Ressource der Politik – und dieses Potenzial sollten wir nutzen. Historisch gesehen haben

sich Diktaturen als zu starr erwiesen, um auf dynamische Veränderungsanforderungen reagieren zu können. Die Wahrnehmung der großen Transformation als Veränderungschance und nicht als Veränderungszumutung ist daher gerade ein Argument für eine Stärkung der Bürgergesellschaft als Schlüsselinstrument für mehr Klimaschutz in Demokratien.¹²⁷ Zugleich sollte es ein wichtiges Entscheidungskriterium für politisch eingeleitete Klimaschutzmaßnahmen sein, dass sie die Freiheit des Einzelnen nicht einschränken. Allerdings endet die Freiheit, wo sie die Freiheit oder gar die Existenz anderer Menschen gefährdet.

Info-Kasten 8: Geo-Engineering


Neben den bisher beschriebenen Ansätzen gibt es die Vorstellung, der Mensch könne die Entwicklung des Klimasystems gezielt steuern. Im Englischen werden solche Methoden unter dem Begriff des „Geo-Engineering“ zusammengefasst. Ein Ansatz, an dem zunehmend intensiver geforscht wird, besteht darin, die CO₂-Aufnahmekapazität der Ozeane zu erhöhen – durch Düngung mit Eisenspänen. Eine solche Düngung hätte ein beschleunigtes Wachstum des Phytoplanktons zur Folge. Dies würde im Prinzip zu einer höheren Aufnahme von CO₂ führen. Wenn diese Algen dann absterben, sollen sie auf den Meeresboden sinken und das CO₂ quasi mit in die Tiefe nehmen.

Der IPCC bemerkt dazu kritisch, dass die wenigen bisher durchgeführten Studien mögliche negative Nebeneffekte nicht ausreichend untersucht hätten. Dazu zählen die erhöhte Produktion von CH₄ und N₂O sowie die möglichen Auswirkungen des schnellen Algenwachstums auf die Ökologie der Meere und die Nahrungskette. Eine weitere Option besteht darin, die Sonneneinstrahlung künstlich zu verringern und so die Wirkung des Treibhauseffekts abzuschwächen.

Einer der Vorschläge, die in diese Richtung zielen, sieht vor, eine Art riesigen, etwa 106 Quadratkilometer großen Spiegel ins All zu transportieren. So soll ein Teil der Sonnenstrahlung vom Eintritt in die Atmosphäre abhalten werden. Ein weiterer Vorschlag sieht vor, die kühlende Wirkung stratosphärischer Aerosole, wie sie zum Beispiel von Vulkanausbrüchen oder Luftverschmutzung bekannt ist, künstlich zu verstärken. Große Mengen Schwefel oder andere Aerosole müssten dabei in die Stratosphäre gebracht werden.

Allen diesen Optionen ist gemeinsam, dass sie enorme ökologische und klimatische Nebeneffekte mit sich bringen könnten. Wie bei einem Menschen, der an eine Herz-Lungen-Maschine angeschlossen wird, wird auch hier die Eigensteuerung des Systems Erde-Klima außer Kraft gesetzt. Viele Akteure halten deshalb diese Aktivitäten, insbesondere wenn sie die Strahlungsaktivität in der Atmosphäre verringern, für indiskutabel.

¹²⁷ Vgl. Leggewie und Welzer, 2010



Moderne Zugtechnik trägt nicht nur in Deutschland immer mehr zum Klimaschutz bei, indem sie eine attraktive Alternative zu Kurzstreckenflügen darstellt.

7. Maßnahmen zum Klimaschutz

Wer muss handeln?

Ein wichtiger Grund dafür, dass bisher erforderliche Maßnahmen trotz aller wissenschaftlichen Erkenntnisse nur zögerlich vorankommen, ist die mangelnde Übernahme von Verantwortung. Politik, Wirtschaft und Bürger schieben diese gerne in jeweils andere Bereiche oder gar auf andere Länder ab. Das liegt auch darin begründet, dass die Klimaproblematik ein Kollektivgutproblem ist, da jeder freien Zugang zu der Atmosphäre hat, selbst wenn er sie stark verschmutzt.

Die besondere Verantwortung der industrialisierten Länder beruht jedoch auf der Tatsache, dass sie die Hauptverursacher des menschengemachten Treibhauseffekts sind und über weit größere finanzielle Möglichkeiten verfügen als die Entwicklungsländer (siehe auch Kapitel 4, 5 und 6). Letzteres ändert sich allerdings seit der Finanzkrise dramatisch – und ist inzwischen, angesichts der größeren finanzpolitischen Spielräume dort, ein weiteres Argument dafür, auch die Schwellenländer in die Pflicht zu nehmen.

Nur wenn Politik, Wirtschaft und Bürger die erforderliche Veränderung auch als Chance begreifen, ist ein Wandel möglich. Für ein neues Wohlstandsmodell und die Vermeidung eines gefährlichen Klimawandels sind folglich alle gefragt – Politik, Wirtschaft und Bürger.

Zugleich kann Deutschland kurz- und langfristig von seinem Engagement im Klimaschutz profitieren. Einerseits, weil die sonst eintretenden Auswirkungen der Erwärmung auch Deutschland treffen würden (Extremwetterereignisse, Meeresspiegelanstieg usw.). Andererseits, weil durch Klimainvestitionen und die Vorreiterrolle im Klimaschutz Arbeitsplätze geschaffen und wirtschaftliche Zukunftsmärkte erschlossen werden.

Deutschland hat als große Industrienation mit überdurchschnittlichem Pro-Kopf-Ausstoß an CO₂ maßgeblich zur bisherigen Erderwärmung beigetragen. Eine Minderung von mindestens 40 Prozent bis zum Jahr 2020, im Vergleich zum Niveau von 1990, ist daher erforderlich, um zur Begrenzung der weltweiten Erwärmung auf unter 2 °C beizutragen. Seine Verantwortung kann Deutschland jedoch nur übernehmen, wenn Politik, Wirtschaft und Bürger diese nicht in die jeweils anderen Bereiche abschieben, sondern jeder seinen Beitrag leistet. Dieses Kapitel fasst zentrale Aufgaben in verschiedenen gesellschaftlichen Bereichen zusammen.

7.1. Was kann die Politik tun?

I. Internationale Politik

➔ 1. Forderung nach einer globalen Strategie

Eine globale Aufgabe wie der Klimaschutz braucht eine globale Strategie¹²⁸ – nicht zuletzt wegen der Flexibilität von Unternehmen, die den nationalen Regelungen oft durch Standortverlagerungen ausweichen. Folglich müssen nicht nur auf nationaler, sondern auch auf internationaler Ebene Maßnahmen für den Klimaschutz getroffen werden. Die jährlich stattfindenden Klimagipfel, bieten bereits die Möglichkeit zur Vereinbarung einer globalen Strategie.

Der bedeutendste erste Schritt hin zu einer globalen Strategie war der Abschluss des völkerrechtlich verbindlichen Kyoto-Protokolls (siehe Kapitel 6). Dieses ist zwar ein erster Schritt, kann aber nur einen nachhaltigen Beitrag zur Begrenzung des Klimawandels leisten, wenn er als Basis für weitaus ehrgeizigere Maßnahmen in den folgenden Jahren genutzt wird.

Nach den schwachen Ergebnissen von Kopenhagen zeigt sich immer stärker, dass eine globale Strategie im Zusammenspiel von Vorreiterkoalitionen und internationalen Rahmensetzungen, die sich wechselseitig dynamisieren, verstanden werden muss. Für Deutschland heißt das auch, dass bilaterale Abkommen mit besonders verletzlichen, besonders progressiven und besonders relevanten Staaten eine wichtige Bedeutung haben.

➔ 2. Vorsorgepolitik betreiben

Um angemessene Antworten auf den Klimawandel zu finden und effektive Vorsorgemaßnahmen zu treffen, ist es wichtig, dass die Politik Klimaschutzmaßnahmen als Investitionen in bessere Lebensbedingungen erkennt und Vorsorgepolitik betreibt. Die bisherigen Anstrengungen der internationalen Politik werden der Herausforderung, einen gefährlichen Klimawandel zu vermeiden und gleichzeitig die Anpassung in besonders betroffenen Regionen zu unterstützen, nicht gerecht, denn mit den bisher angekündigten Emissionsverminderungszielen steuert die Welt weiterhin auf eine Erderwärmung von 3 bis 4 Grad zu – wenn alle Vorhaben umgesetzt werden und, was keineswegs gesichert ist, – keine Schlupflöcher die Ernsthaftigkeit der Ziele untergraben. Bisher spricht wenig dafür, dass der globale Scheitelpunkt der Emissionsentwicklung vor 2020 erreicht wird – und damit dürfte das 2-Grad-Limit außer Reichweite geraten. Nachdem

¹²⁸ Zur Diskussion der Möglichkeiten, den Klimaschutz in die Systemlogik von Politik, Wirtschaft und Technologie zu übersetzen, siehe Bals 2002

sich die USA in eine Situation der Handlungsunfähigkeit manövriert haben, kann die notwendige Dynamik nur entstehen, wenn sich die EU und China über ihre Minimalziele von Kopenhagen hinaus bewegen.

➔ 3. Finanzierung von Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen gerecht regeln

Damit eine angemessene globale Klimaschutzstrategie möglich wird, muss die internationale Politik entsprechende Rahmenbedingungen schaffen und die Finanzierung von Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen gerecht regeln. Zum einen geht es darum, möglichst verursachergerecht – etwa durch Erlöse aus dem Emissionshandel und eine Abgabe auf den internationalen Flug- und Schiffsverkehr die notwendigen öffentlichen Gelder einzusetzen. Zum anderen sollten diese Gelder, vor allem, soweit es um Gelder für den Klimaschutz geht, mit optimaler Hebelwirkung so für Rahmenbedingungen und Infrastruktur eingesetzt werden, dass ein Vielfaches an privaten Finanzströmen dementsprechend umgeleitet wird. Die Industriestaaten, als Hauptverursacher für Auswirkungen und Schäden des Klimawandels, tragen die größte Verantwortung. Sie stehen nach dem Verursacherprinzip somit in der Pflicht, die besonders betroffenen Länder und Bevölkerungsgruppen bei Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen technisch und finanziell zu unterstützen. Eine gerechte und verlässliche Finanzierung ist zugleich ein aktiver Beitrag für eine sicherere Welt und sollte daher im Sinne der Industrienationen sein. Aufgrund des zweiten Prinzips, der Frage nach der Handlungsfähigkeit der Staaten, muss allerdings nach der Finanzkrise auch die Frage nach einer finanziellen Beteiligung der Schwellenländer gestellt werden.

II. Nationale Politik

➔ 1. Rahmenbedingungen für ein klimafreundliches Wohlstandsmodell schaffen

Die Industriestaaten können die Rahmenbedingungen für ein klimafreundliches Wohlstandsmodell vorantreiben, indem sie klimafreundliche Handlungen fördern und klimaschädliche Handlungen einschränken.

■ Klimafreundliche Handlungen fördern und klimaschädliche Handlungen einschränken

Klimafreundliche Handlungen können durch erfolgreiche Klimaschutzpolitikmodelle, Gesetze und Klimainvestitionen gefördert werden. Langfristig sind sie schon deshalb für die Gesellschaft ein finanzieller Gewinn, weil die entstehenden Kosten sehr wahrscheinlich niedriger sein werden als die zu erwartenden Folgekosten eines Klimawandels, insbesondere wenn man

positive Nebeneffekte von Klimaschutzmaßnahmen einbezieht.¹²⁹ Aber auch kurzfristig können sich diese Investitionen auszahlen: weil Gelder nicht in meist undemokratische Staaten für Öl- und Gas überwiesen, sondern in der Region investiert werden; weil Innovationen vorangetrieben, Arbeitsplätze und Steuereinnahmen geschaffen werden. Am Beispiel der Energieversorgung, werden im Folgenden konkrete Handlungsmöglichkeiten der Politik veranschaulicht.

■ Erneuerbare Energien müssen ausgebaut und effiziente Energiestrukturen gefördert werden:

Die Politik in Deutschland hat bereits einige wichtige Fortschritte gemacht, wie zum Beispiel die Einführung des Energieeinspeisegesetzes (EEG) zeigt. Das auf einem Ansatz aus dem Jahr 1990 fußende, im Jahr 2000 offiziell implementierte und fortwährend weiter entwickelte Gesetz garantiert Produzenten von Erneuerbaren Energien über einen Zeitraum von 15 bis 20 Jahren einen festen Vergütungssatz und verpflichtet die Netzbetreiber zur vorrangigen Abnahme der erzeugten Strommengen. Innerhalb weniger Jahre ist damit der Anteil der Erneuerbaren an der Stromversorgung auf ca. 17 Prozent gestiegen. Auch im Bereich der Gebäudesanierung und der Wärmeversorgung aus Erneuerbaren Energien gab es durch verschiedene Förderprogramme bereits beachtliche Fortschritte, doch entscheidende Weichenstellungen hin zu einer 100-prozentigen Stromversorgung aus Erneuerbaren Energien stehen noch aus.

Um das 2-Grad-Limit einzuhalten, sind darüber hinaus noch weitere Maßnahmen erforderlich, wie zum Beispiel ein sich selbst dynamisierendes Förderprogramm für die Marktführer der Energieeffizienz bei verschiedenen Geräten (Top-Runner-Ansatz), die Forschungsförderung im Bereich Energieeffizienztechnologien oder die Einführung eines Fördergesetzes für Erneuerbaren Energien im Bereich Gebäudeheizung, -kühlung und Warmwasserbereitung.

Am erstrebenswertesten wäre eine Komplettversorgung mit Ökostrom in Europa und angrenzenden Regionen zu sozialverträglichen Kosten. Die Idee hinter dem so genannten „SuperSmartGrid“-Ansatz (SSG) ist die Kombination von zwei Ansätzen, die all zu oft gegeneinander ausgespielt werden. Zum einen das dynamische Vorantreiben von dezentral erzeugten Erneuerbaren Energien. Dies hat aus Gründen der regionalen Wertschöpfung und der Aufwertung ganzer Regionen, der Identifizierung der Bürger und Bürgerinnen mit ihrer Stromversorgung und der Energiesicherheit viel für sich. Ein Smart Grid ermöglicht die optimale Abstimmung der dezentralen Erzeugung mit dem Verbrauch von Wirtschaft und privaten Verbrauchern, so dass sich das Problem der fluktuierenden Verfügbarkeit von Strom relativiert.

¹²⁹ Stern, 2006

Zum anderen aber geht es – unter dem Stichwort Supergrid – um ein europaweites Stromnetz, bei dem jedes Land die besonders effizient nutzbaren und großen Potenziale nutzt, die es bezüglich Erneuerbarer Energien hat: Wind- und Wasserkraft aus Nordeuropa, Biomasse aus Zentraleuropa, Solarstrom aus der Sahara usw. Dieses Kontinente übergreifende Stromnetz kann Realität werden, wenn die Politik sich für folgende Maßnahmen einsetzt: eine massive Förderung Erneuerbarer Energien, einen auf Erneuerbare Energien ausgerichteten Stromnetzausbau und eine verbesserte nationale sowie europäische Energierahmengesetzgebung. Studien zeigen, dass eine entsprechende Stromversorgung aus Erneuerbaren Energien, gemeinsam mit einem starken Schub für Effizienz, mit ähnlichen Kosten verbunden wäre, wie wenn man einen hohen Anteil an Kohle- und Atomstrom beibehalten würde.¹³⁰ Aber wenn es die Vollversorgung Europas mit Erneuerbaren Energien vor 2050 geben soll, dann müssen jetzt die Weichen dafür gestellt werden.

■ Abschaffung von klimaschädlichen Subventionen – keine Förderung von Kohle und Atom:

Der Neubau von Kohlekraftwerken ist hochproblematisch, auch wenn neue Kraftwerke deutlich effizienter sind als ältere, weil beim Verbrennen von Stein- und Braunkohle im Vergleich zu Öl und Gas ein Mehrfaches an CO₂ entsteht. Da die Kohlevorräte deutlich größer sind als die Reserven aller anderen fossilen Energieträger, ist darüber Hinaus zu erwarten, dass die CO₂-Problematik durch entsprechend lange Laufzeiten bis weit in die Zukunft ungelöst bliebe. Subventionen in Kohle, Atom und beim Flugverkehr müssen abgeschafft werden. Milliardensubventionen in diesen Bereichen schädigen das Klima einerseits durch den Ausstoß von Treibhausgasen und andererseits, weil sie die ökonomische Wettbewerbsfähigkeit klimaschonender und generell risikoärmerer Alternativen reduzieren.

■ Regulierung/Verteuerung von klimaschädlichen Handlungen:

Theoretisch ist unumstritten, dass der Markt nur eine gewünschte Lenkungswirkung erzielen kann, wenn die Internalisierung externer Kosten gelingt. Dabei werden die verursachten Kosten in die Preise klimaschädlicher Produkte und Dienstleistungen eingerechnet und somit internalisiert. Beispiele dafür sind das Verursacherprinzip berücksichtigende verbrauchsabhängige Steuern (Ökosteuer etc.) bzw. Abgaben (z. B. auf Mineralöl). Der Emissionshandel internalisiert prinzipiell die externen Kosten, da er zum einen CO₂ einen Preis gibt und damit in die Wirtschaftslogik einführt, und zum anderen, weil er die Menge der erlaubten Emissionen nach oben begrenzt. Eine volle Internalisierung wäre das aber nur, wenn das Ziel einer 80 bis 95-prozentigen Reduktion von

Treibhausgasen bis 2050 jetzt schon rechtlich verbindlich den Akteuren vorgegeben würde. Eine Kombination von verbrauchsabhängigen Steuern und Emissionshandel mit ausreichend scharfen Zielen – je nach Sektoren – kann einen nachhaltigen Beitrag zum Klimaschutz leisten.

➔ 2. Vorreiterrolle im Klimaschutz einnehmen

Auch wenn die internationale Politik für eine globale Strategie verantwortlich ist, kann sich jedes Land und jede Region Deutschlands für den Klimaschutz engagieren. Deutschland kann dabei als Exportweltmeister seine Position nutzen und eine Multiplikatoren- bzw. Vorreiterrolle hinsichtlich effizienter Klimaschutzpolitik einnehmen, denn auch erfolgreiche Politikmodelle können „exportiert“ werden. Das in Deutschland sehr erfolgreiche Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) ist mittlerweile in mehr als 45 Ländern Vorbild für gesetzliche Rahmenbedingungen.

Auch einzelne Regionen Deutschlands sind gefragt, denn kommunalpolitische Beispiele können als Vorbild für die Bundesebene dienen. Wenn Deutschland zeigt, dass man auch ohne Kohle und Atom eine international führende Volkswirtschaft mit einem attraktiven Wohlstandsmodell bleiben kann, wäre dies ein fundamental wichtiger Beitrag für die internationale Debatte. Viele Länder schauen auf Deutschland, ob es gelingt, den angekündigten beschleunigten Ausstieg aus der Atomenergie mit den ambitionierten Klimazielen zu kombinieren. Wenn dies gelingt, kann diese Strategie zum Exportmodell werden. Im Gegenzug sollten Deutschland und die EU die positiven Erfahrungen nutzen, die andere Länder gemacht haben. Derzeit wird dabei das japanische „Top-Runner-Modell“ diskutiert, das sich am jeweiligen Effizienzspitzenreiter orientiert und dynamische Effizienzstandards für Energie verbrauchende Geräte setzt.

➔ 3. Die Politik sollte mit gutem Beispiel vorangehen

Es reicht insgesamt nicht, wenn Politiker nur die Rahmenbedingungen für Klimaschutz schaffen. Sie müssen den Wählern gegenüber offensiv vertreten, dass Klimaschutzmaßnahmen Investitionen in zukunftsfähige Lebensbedingungen sind. Am glaubwürdigsten ist es, wenn die Politik und die einzelnen Politiker selbst zu Vorbildern werden. Zum Beispiel könnte der Staat mit einer klimafreundlich ausgerichteten öffentlichen Beschaffung Investitionsströme in Richtung nachhaltiger Produkte und Unternehmen lenken.¹³¹ Etwa im Verkehrsbereich – von Bussen über Dienstfahrzeuge bis hin zum regelmäßigen hochqualitativen Ausgleich bei Flugverkehrsreisen –, bei effizienten Computern oder im Gebäudebereich könnte die Marktmacht der öffentlichen Hand erhebliche Lenkungswirkung erzielen.

¹³⁰ ECF, 2010

¹³¹ Germanwatch, 2010d

Der Lebensstil von Bundes- oder EU-Politikern ist – angesichts der Anforderungen an Mobilität – nur schwer wirklich klimaverträglich zu gestalten. Aber umso mehr können sie sichtbare Signale für einen klimaverträglichen Lebensstil geben. Wichtiger ist jedoch, dass sie ihre Unabhängigkeit bewahren und sich nicht von klimakritischen Lobbygruppen beeinflussen lassen. Wer wissenschaftlich abgesicherte Positionen zu einer käuflichen Ware macht, verkauft künftige Generationen.

7.2. Was kann die Wirtschaft tun?

Herausforderungen für die Wirtschaft

Kaum ein Unternehmen aus dem CO₂-intensiven Bereich verfolgt derzeit eine mit dem 2 °C-Limit verträgliche Unternehmensstrategie, obwohl sie nach den OECD-Leitlinien¹³² sogar dazu verpflichtet sind, sich an der erklärten Politik ihres Landes auszurichten.

Der globale Klimawandel birgt für Wirtschaft und Unternehmen erhebliche Risiken, wodurch die Wertentwicklung von Investitionen und Unternehmen nachhaltig bedroht werden kann. Eine ernsthafte Klimaschutzstrategie bietet zwar auch Risiken, aber auf der anderen Seite – insbesondere bei klaren langfristigen politischen Rahmensetzungen – große Chancen für die Wirtschaft. So entstehen sehr große neue Geschäftsfelder wie die Bereiche Zukunftstechnologien (Erneuerbarer Energien, Energieeffizienz, Elektromobilität etc.), sozial-ökologische Stadtplanung oder klimafreundliche Finanzanlagen. Gelingt es den Unternehmen, sich an diese neue Situation schnell und umfassend anzupassen, kann neben dem effektiven Klimaschutz auch sozialer und ökonomischer Mehrwert gesichert werden.

Jedes Unternehmen weiß: Wenn die Weltgesellschaft sich in Richtung Klimaschutz bewegt, dann sind die eigenen Klimaschutzinvestitionen von heute gut angelegtes

Geld. Die Strategie der Gegner zielt deshalb darauf ab, vor allem in den USA Zweifel an einer solchen Strategie zu säen. Doch die positiven, wenn auch in Geschwindigkeit und Ausmaß nicht ausreichenden, Tendenzen in vielen Schwellenländern zeigen bereits heute: Schon mittelfristig gehört eine ambitionierte Klimaschutzstrategie ebenso zur Grundausrüstung eines erfolgreichen Unternehmens wie dies für zukunftsfähige Arbeitsplätze der Fall ist.

➔ Direkte und regulative Finanzrisiken erkennen

Wichtig für die Unternehmen sind die Identifizierung von Klimarisiken und -chancen sowie ein darauf beruhendes Risikomanagement. Welche direkten Klima- und Wetterrisiken könnten relevant für uns sein? Wo sind wir auf die absehbaren klimapolitischen Rahmensetzungen nicht vorbereitet? Welcher Imageschaden droht uns als Klimaschutz-Verweigerer? Auf welche Klagen müssen wir uns als Verursacher des Klimawandels einstellen? Welche Chancen ergeben sich für uns aus einer aggressiven Klimaschutzstrategie? Wie müssen wir uns aufstellen, um diese nutzen zu können? Dafür bedarf es der Entwicklung von Methoden, die – möglichst modular aufgebaut – eine systematische Berücksichtigung von Klimarisiken im Risikomanagement ermöglichen.

Durch die Anwendung der Methoden wird eine bessere Bewertung der Folgen des Klimawandels und ihrer finanziellen Implikationen möglich.

➔ Chancen des Klimawandels nutzen – Investitionen in Zukunftstechnologien

Wenn die Chancen identifiziert sind, gilt es, diese auch zu nutzen. Besonders vielversprechend sind Investitionen in Zukunftstechnologien, die zugleich einen klimafreundlichen Lebensstil ermöglichen. Diesbezüg-



Vertreter der Finanzwirtschaft beraten über den EU-Emissionshandel. Workshop von UNEP-Finanzinitiative und Germanwatch mit Finanz-Ratingagenturen im April 2004. Foto: Gerold Kier.

¹³² Siehe www.germanwatch.org/corp/uv.htm

lich sind besonders die Bereiche Erneuerbare Energien, Effizienztechnologien und Verkehr (Innovative Schienenkonzepte, Elektromobilität, Hybridtechnologien etc.) zukunftssträftig. Ganze Branchen setzen ihre Zukunft aufs Spiel, wenn sie die neuen Trends verpassen. So hat die deutsche Automobilindustrie den Trend zum Hybrid- und Elektroauto zunächst verschlafen. Das Geschäftsmodell der großen Energieversorger in Deutschland hat sich nicht bzw. völlig unzureichend auf den massiven Ausbau von Energieeffizienz (etwa durch Contracting) und Erneuerbaren Energien eingestellt. Die Stahl- und Zementindustrie blockiert klimaverträgliche Alternativen, etwa basierend auf beschichteten Kohlenstofffasern, anstatt diese zügig voranzubringen.

➔ Nachhaltiges und klimafreundliches Wirtschaften in Unternehmen

Neben der Wahlmöglichkeit von Gütern, die ein Unternehmen produziert bzw. anbietet, können Klimaschutzaspekte auch im Unternehmensbetrieb und in der Produktion berücksichtigt werden.

Betriebliche Ökobilanzen oder Nachhaltigkeitsberichte bieten zum Beispiel die Chance, klimafreundliche Einsparungspotenziale zu identifizieren. Häufig gibt es – besonders bei den nicht ganz so energieintensiven Branchen, wo schon der Energiepreis ein starker Antrieb ist – in den Bereichen Energie, Beschaffung, Produktion, Absatz und Verkehr größere Einsparpotenziale, die den Unternehmern nicht bewusst sind:

■ Erneuerbare Energien und Energieeffizienz:

Im Bereich Energie gilt es auf Erneuerbare Energien und Energieeffizienz zu setzen. Auch der Stromverbrauch im Unternehmen kann häufig gesenkt werden, wofür es zahlreiche Wege gibt (siehe 7.3. „Bürger“).

Regionale Wirtschaftsförderung: In den Bereichen Beschaffung, Produktion und Absatz ist es manchmal wichtig, in der Nähe zu suchen, statt in die Ferne zu schauen. Lange Transportwege bewirken einen hohen CO₂-Ausstoß, weshalb von Umweltorganisationen und Verbänden zunehmend die Stärkung regionaler Wirtschaftskreisläufe gefordert wird. Bei der Produktion mag Outsourcing ins Ausland augenscheinlich erst einmal Kosteneinsparungen mit sich bringen. Doch mit langen Transportwegen wird häufig die Kommunikation und Kontrolle im Unternehmen erschwert und der CO₂-Ausstoß erhöht.¹³³

■ Nachhaltige Ressourcen:

Bei der Produktion und Beschaffung sollte auch auf die Klimabilanz und Nachhaltigkeit der verwendeten Ressourcen und Produkte geachtet werden. Mittlerweile



Solarthermische Anlagen verringern in immer mehr Häusern den fossilen Energiebedarf für Warmwasser und Heizung. Foto: Dietmar Putscher

gibt es für viele Bereiche (Holz, Papier, Lebensmittel etc.) Zertifizierungen, die nachhaltige Produkte kennzeichnen.

■ Nachhaltige Dienstreisetätigkeiten:

Der Bereich Verkehr umfasst die Dienstreisetätigkeiten der Mitarbeiter, sowie die bereits erwähnten Bereiche Beschaffung und Absatz. Generell gilt es, den CO₂-Ausstoß kleinstmöglich zu halten indem man nur den notwendigen Verkehr tätigt und z. B. bei routinemäßig abgehaltenen Besprechungen die Nutzung von Video- oder Telefonkonferenzen in Betracht zieht. Durch eine systematische Optimierung der Dienstreisetätigkeit können Unternehmen Geld sparen und zugleich den Ausstoß von Treibhausgasen reduzieren. Ein weiterer Weg zur Reduktion des CO₂-Ausstoßes ist die Nutzung von klimafreundlichen Verkehrsmitteln bei gleichzeitigem Verzicht auf klimaschädliche Verkehrsmittel wie das Flugzeug. Eine Möglichkeit für CO₂-freie Dienstreisetätigkeiten bietet die Deutsche Bahn mit ihrem Programm „Umwelt-Plus“. Dabei wird der Energiebedarf des Reisens im Voraus kalkuliert und in Form von Ökostrom ins Netz der Bahn eingespeist. Die Initiative Atmosfair (www.atmosfair.de) bietet allgemein die Möglichkeit, getätigte Emissionen durch Spenden für seriöse Klimaschutzmaßnahmen auszugleichen.

➔ Gemeinsam ihr Interesse am Klimaschutz aussprechen

Neben diesen beschriebenen Maßnahmen steht es jedem Unternehmen offen, sich gegenüber der Politik aktiv für mehr Klimaschutzmaßnahmen einzusetzen. Einige Unternehmen haben sich bereits in progressiven Unternehmergruppen wie der 2°-Initiative oder dem Unternehmerrat e5 zusammengeschlossen und können so gemeinsam die Berücksichtigung ihrer Klimaschutzinteressen von der Politik einfordern.

¹³³ Einen interessanten Artikel zum Thema Vor- und Nachteile von Outsourcing bietet „Die Zeit“ <http://www.zeit.de/2010/16/Globalisierung>

7.3. Was können die Bürger tun?

Neben Politik und Wirtschaft haben die Bürger eine zentrale Bedeutung in der Realisierung der Klimaziele. Wie beschrieben, erfordert eine nachhaltige Lösung der Klimaprobleme eine kulturelle und industrielle Revolution, womit der Bürgergesellschaft eine viel gewichtigere Rolle zukommt, als wir – ihre Mitglieder – bislang wahrzunehmen bereit waren. Dass Bürgerbewegungen viel bewegen können, zeigt die Geschichte der Bundesrepublik, in der die meisten kulturellen Veränderungen nicht auf Anstoß der professionellen Politik, sondern auf Basis der Initiative Einzelner oder kleiner Gruppen entstanden sind¹³⁴. Ein Beispiel dafür ist die Frauenbewegung, welche eine Änderung der Geschlechterverhältnisse in der Gesellschaft bewirkte, lange bevor auch die Politik Genderaspekte (Gleichstellungsgesetze, Frauenquoten usw.) aufgriff. Auch die Anti-Atombewegung hat den jetzt verkündeten Atomausstieg durch jahrzehntelanges Engagement gegen eine steinharte industriennahe Mentalität durchgesetzt. Folglich ist Politik nicht nur, was die Politiker machen, sondern vielmehr auch das, was wir Bürger bewegen!

Handlungsmöglichkeiten

Im Allgemeinen stehen uns verschiedene Wege offen, zu handeln, doch allen voraus steht die Aufgabe, sich zu informieren, womit auch der Bildungsarbeit eine zentrale Rolle zukommt. Jede(r) Einzelne sollte sich über die Folgen des eigenen Handelns sowie über Klimaschutzmaßnahmen auf dem Laufenden halten. Jede kleine Aktion, die zum Klimaschutz beiträgt, ist wichtig. In den folgenden drei Bereichen gibt es besonders effiziente Handlungsmöglichkeiten:

➔ 1. Einfluss auf die Politik ausüben

Bündnisse und Bürgerinitiativen können die Politik häufig beeinflussen, weil sie entweder ein Gegengewicht oder auch einen Partner staatlichen Handelns darstellen können. Durch die Berücksichtigung von Klima- und Umweltaspekten bei der politischen Wahlentscheidung, kann ebenfalls Einfluss auf die Politik genommen werden. 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. Klimaschutz sollte daher in allen Fällen ein wichtiges Wahlkriterium sein. „Wahlprüfsteine“, die von Umweltverbänden und Organisationen vor Wahlen veröffentlicht werden, können bei der Entscheidung helfen.

➔ 2. Sich vernetzen

Gemeinsam mit anderen Aktiven ist es häufig leichter, einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten. In der klei-



Auf www.utopia.de findet man viele interessante Hinweise zu klimafreundlichen Leben.

nen Gemeinde Schönau im Schwarzwald, begann zum Beispiel eine private Initiative 1998 mit der Investition in Erneuerbare Energien. Anfangs mit Wind- und Solar-energie, später mit Kraft-Wärme-Koppelung und Bio-masse, konnten sie soviel Energie produzieren, dass sie das örtliche Stromnetz übernahmen und ein eigenes Elektrizitäts-Werk errichteten. Heute versorgen sie mehr als 100.000 Kunden¹³⁵, Betriebe und Industrieunternehmen im ganzen Bundesgebiet mit Ökostrom und investieren die Gewinne wiederum in eine nachhaltige Energieversorgung. Ein weiterer nennenswerter Akteur in Sachen Klimaschutz ist die Klima-Allianz¹³⁶, ein Bündnis von mehr als 100 Organisationen aus einem breiten gesellschaftlichen Spektrum, das sich gemeinsam für die Schaffung politischer Rahmenbedingungen einsetzt.

Gemeinsames Handeln ist häufig nicht nur erfolgreich, sondern macht auch viel Spaß. Ist das Interesse geweckt? Dann schauen Sie mal unter:

www.utopia.de oder www.klimaretter.info

➔ 3. Nachhaltig konsumieren

Die Einflussnahme auf die Politik und die Vernetzung mit anderen Aktiven sind wichtige Beiträge zum Klimaschutz. Sie entbinden aber nicht von der eigenen Ver-



Nachhaltigkeitssiegel können eine Orientierung für den nachhaltigen Konsum geben.

¹³⁴ Eine ausführliche Auseinandersetzung mit der Rolle der Bürgergesellschaft bieten Leggewie und Welzer 2010.

¹³⁵ Siehe <http://www.ews-schoenau.de/ews.html>

¹³⁶ Siehe <http://www.die-klima-allianz.de/>

antwortung. Der Bürger hat in seiner Verbraucherrolle besonders viel Handlungsspielraum, weil exzessiver Konsum für die Zerstörung der globalen Ökosysteme und den Klimawandel mitverantwortlich ist. Wie der Bericht des führenden US-amerikanischen Umweltinstituts Worldwatch zeigt, übernutzen wir derzeit die natürlichen Kapazitäten der Erde um rund ein Drittel, wobei die Hauptverantwortung bei den hoch industrialisierten Ländern liegt¹³⁷. Abhilfe könnte ein Wandel der Konsumkultur ermöglichen, wenn er auf Nachhaltigkeit abzielt¹³⁸. Das heißt in anderen Worten: Wir Bürger und Bürgerinnen können über unser Konsumverhalten die Lebensqualität steigern und zugleich das Klima schonen.

Folgende vier Grundregeln helfen, klimafreundlicher und nachhaltiger zu konsumieren:

Informieren und Vergleichen vor der Kaufentscheidung:

Mittlerweile gibt es in vielen Bereichen Zertifizierungen, die umweltfreundliche Produkte und Sparpotenziale auszeichnen. An ihnen können Verbraucher z. B. besonders energieeffiziente Geräte erkennen. So gibt es in einigen Bereichen mittlerweile auch Produkte (z. B. bei Kühlschränken oder Spülmaschinen), die noch deutlich effizienter sind als Energieklasse A.

Klima-Konsequenzen bei Kaufentscheidungen berücksichtigen:

Bei fast allen Einkäufen können wir Klimakonsequenzen berücksichtigen. Wenn sie regionale Produkte einkaufen, verhindern sie zum Beispiel lange Transportwege bei den Produkten.

Einkaufen nach Bedarf:

Häufig wird mehr konsumiert, als notwendig. Auch wenn viele Produkte durch Größe oder neue technische Möglichkeiten und Raffinessen beeindrucken, sollten Sie überlegen, welche Funktionen Sie wirklich brauchen und auf welche Sie verzichten können. Denn für viele Geräte gilt: je leistungstärker, desto höher der Energieverbrauch.

Sinnvoll sparen:

Besonders in den Bereichen, die besonders klimaschädlich sind und wo es Einsparpotenziale gibt. Im privaten Bereich haben den mit Abstand größten Anteil am direkten und indirekten Treibhausgasausstoß der Auto- und Flugverkehr, das Heizen sowie die Ernährung.

Die möglichen Maßnahmen werden im Folgenden anhand verschiedener Bereiche veranschaulicht.

1. Was gibt's zu beachten im Bereich Energie und Heizen?

■ Energetische Sanierung

Die energetische Sanierung von Gebäuden und Räumen rechnet sich langfristig häufig, weil die eingesparten Energiekosten die entstehenden Renovierungskosten meistens ausgleichen, insbesondere bei steigenden Kosten für fossile Energien. Im Bereich Wärmedämmung, Isolierung (Fenster etc.) und Heizungsanlage (siehe oben) gibt es besonders hohe Einsparpotenziale. Die staatseigene Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW, www.kfw.de) bietet z. B. zinsgünstige Kredite oder Zuschüsse für solche Sanierungen. Auch ohne Geld gibt es über „Contracting“ die Möglichkeit, seine Gebäude energetisch zu renovieren. Die Idee der Zusammenarbeit mittels „Contracting“ ist einfach: Ein Unternehmen, das sich auf effiziente Wärme- und Energietechnik spezialisiert hat, renoviert Gebäude oder Räume. Kommunen oder Wohnungsbaugesellschaften bezahlen dafür keinen Cent mehr als sonst, weil der Sanierer für mehrere Jahre nur das Geld erhält, das der jeweilige Besitzer bislang für Öl, Gas und Strom mehr bezahlt hat. Eine klassische Win-Win-Situation.

Einen Ratgeber für Energiespar-Contracting in öffentlichen Liegenschaften hat das Umweltbundesamt veröffentlicht (siehe <http://www.umweltbundesamt.de/produkte/beschaffung/energieversorgung/contracting.html>).



Wärmedämmung vermindert effektiv CO₂-Emissionen und wird durch Fördermaßnahmen unterstützt.

Foto: Dietmar Putscher

■ Passivhäuser und Plus-Energie-Häuser

Besonders energieeffiziente Gebäude sind Passivhäuser oder Plus-Energie-Häuser. Das Passivhaus ist ein Baukonzept, bei dem Wärmedämmung und Luftdichtheit im Vordergrund stehen, um die Heizkosten zu reduzieren. Das Plus-Energie-Haus geht darüber hinaus und ist in der Regel ein Passivhaus in Kombination mit Photovoltaikanlagen, das mehr Primärenergie produziert als es an Heizenergie verbraucht.

¹³⁷ Worldwatch Institute 2010

¹³⁸ Die Vereinten Nationen definieren diesen nachhaltigen Konsum als „die Nutzung von Gütern und Dienstleistungen, die elementare menschliche Bedürfnisse befriedigen und eine bessere Lebensqualität hervorbringen, wobei sie gleichzeitig den Einsatz natürlicher Ressourcen, toxischer Stoffe und Emissionen von Abfall und Schadstoffen über den Lebenszyklus hinweg minimieren, um nicht die Bedürfnisbefriedigung künftiger Generationen zu gefährden“.

■ Energiepass

Bei Mietwohnungen erleichtert der Energiepass, der seit 01.07.2008 für alle Vermieter und Verkäufer von Immobilien Pflicht ist, die Identifizierung von energiesparenden Gebäuden/Räumen. Als Mieter lohnt es sich, den Vermieter nach dem Energiepass zu fragen und auf mögliche Mängel hinzuweisen.

■ In Erneuerbare Energie investieren

Durch einen Wechsel von Kohle, Öl- und Gas zu Erneuerbaren Energien, können die Emissionen im Haushalt stark gesenkt werden.



Immer mehr Neubauten werden durch geringen Energieverbrauch und Stromproduktion durch Solarzellen zu „Plusenergiehäusern“, die mehr Energie produzieren als sie verbrauchen. Foto: fotolia.com, Daniel Schoenen

■ Bezug von Öko-Strom

In den meisten Fällen sind der Bezug von Strom aus Erneuerbaren Energien und der Wechsel des Stromversorgers heute problemlos möglich und nur Sache eines einzigen Telefonats. Günstige Angebote gibt es bei vielen lokalen Stromversorgern, aber auch überregional. Anbieter mit den Siegeln „ok-Power“ oder dem „Grüner-Strom-Label“ sind aus ökologischer Sicht zu empfehlen. Zudem sollten die Anbieter eigentumsrechtlich unabhängig von den großen Energieversorgern sein.



Investitionen in grünen Strom können langfristig gesehen häufig Geld sparen und als Beitrag zur Altersvorsorge betrachtet werden. Teilweise können Solarpaneele zum Beispiel bis zu 40 Jahre halten und somit langfristig die Stromkosten senken. Der Bau oder die Beteiligung an Projekten zur Nutzung Erneuerbarer Energien (z. B. Solarstrom, Windkraft) sind dabei Geldanlagen, die Rendite und Klimaschutz verbinden. Bürgersolarparks ermöglichen eine Beteiligung auch mit kleinen Geldbeträgen und auch, wenn man kein eigenes Dach besitzt.¹³⁹

■ Effiziente Heiz- und Warmwasseranlagen nutzen

Effiziente Heizanlagen sind z. B. moderne Pelletheizungen, Wärmepumpen oder auch Gas-Brennwertkessel. Warmes Wasser lässt sich wiederum kostengünstig und klimaschonend durch Solarwärme erzeugen. Besonders lohnenswert ist die Koppelung von Heizenergie- und Warmwassererzeugung und die Ergänzung der Anlage durch Sonnenkollektoren. (Der Einbau wird derzeit noch staatlich gefördert.)

■ Klimakonsequenzen bei Renovierung, Neubau oder Umzug berücksichtigen

Bei der Errichtung von Gebäuden, der Renovierung oder dem Umzug in neue Gebäude gibt es viele Energiesparmöglichkeiten:

■ Wohnung und Größe

Neben dem Energiestandard, können die CO₂-Emissionen durch die Wohnortwahl und die Größe der beheizten Wohnfläche beeinflusst werden. Bei der Wahl des Wohnorts kann man auf folgende Punkte achten: die Nähe zum Arbeitsort, zur Schule und zu Einkaufsmöglichkeiten sowie auf eine gute Anbindung an öffentliche Verkehrsmittel. Dadurch kann eine Reduzierung der Autonutzung erzielt werden, womit CO₂- und Geldersparnisse einhergehen. Zugleich sollte man sich immer fragen, wie groß die Wohnung oder das Haus wirklich sein müssen. Eine kleine Wohnung hat auch Vorteile, denn: Je kleiner die Wohnung, desto kleiner ist nicht nur der Energieverbrauch, sondern auch die Stromrechnung!

Weitere Infos siehe auch:

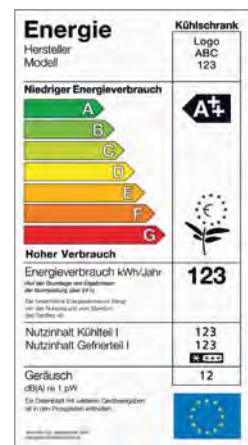
CO₂-Online: www.co2online.de oder
Institut Wohnen und Umwelt: www.iwu.de

■ Technik im Haus

Bei dem Kauf von Elektrogeräten ist die Wahl von kleinen Energie einsparenden Geräten langfristig betrachtet gut für die Umwelt und für den Geldbeutel.

■ Energieeffizienz berücksichtigen

Bei dem Kauf von Haushaltsgeräten hilft die Berücksichtigung der Energieeffizienzklasse; die Skala reicht von A-G. Für Kühl- und Gefriergeräte gibt es seit März 2004 bundesweit zusätzlich die Kategorien A+ und A++, die besonders sparsame Produkte kennzeichnen. (<http://www.stromeffizienz.de/eu-label.html>)



¹³⁹ Zum Thema Stromwechsel siehe auch: www.germanwatch.org/strom.htm

■ Kühlen und Gefrieren

Kühl- und Gefriergeräte, die vor mehr als zehn Jahren gekauft wurden, sind meist in der Energieeffizienzklasse B, C oder noch schlechter einzustufen. Eine Neuanschaffung rechnet sich fast immer, weil demgegenüber moderne Spitzengeräte deutlich Kilowattstunden pro Jahr einsparen. Natürlich ist es auch wichtig, die Größe an den Bedarf anzupassen. Als allgemeine Faustregel gilt: Ein Ein- bis Zweipersonenhaushalt braucht 100 bis 120 Liter zum Kühlen und 50 bis 80 Liter zum Gefrieren. Wenn man auf das Gefrierfach verzichten kann, kann noch einmal deutlich eingespart werden.

■ Waschen und Trocknen

Auch bei Waschmaschinen und Trocknern gilt es, Energieeffizienz und Größe zu berücksichtigen. Waschmaschinen müssen nach der Energieeffizienzklassifizierung (A,B,C) gekennzeichnet sein (z. B. AAB). Dabei gibt der erste Buchstabe Auskunft über den Energieverbrauch, der zweite über die Waschwirkung und der dritte über die Schleudewirkung. Eine Übersicht über gute Waschmaschinen und Trockner finden Sie unter www.ecotopten.de

Trotz guter Effizienzklassen gibt es auch beim Waschverhalten einige Spartipps. Generell gilt es auch, die Wasch-/Trockentrommel möglichst auszunutzen und nicht nur zur Hälfte zu befüllen, wobei moderne Maschinen häufig Sensoren haben, so dass Wasser- und Energieeinsatz entsprechend der Beladung angepasst werden.

Bei Trocknern ist überhaupt die Frage, ob man sie benötigt oder die Wäsche nicht auf der Leine kann. Wo dies nicht möglich ist, sind Wärmepumpentrockner in der Effizienzklasse A zum Teil 40 Prozent sparsamer als die effizientesten Geräte der Klasse B.

■ Kochen und Backen

Generell sind Gasherde kostengünstiger und aufgrund geringerer Umwandlungsverluste umweltfreundlicher als Elektroherde, zumindest dann, wenn diese nicht mit Ökostrom laufen. Kochfelder mit Gasbrenner oder aus Glaskeramik sind wiederum energiesparender als gusseiserne Kochplatten. Bei elektrischen Herden verbrauchen die Induktionskochzonen am wenigsten Strom. Insgesamt gilt, dass es bei der konkreten Nutzung eine Reihe von Verhaltensweisen gibt, mit denen man energiesparend kochen kann, vom Kochen mit Deckel über die Vorerhitzung größerer Mengen Wasser mit dem Wasserkocher. Auch spielt die Qualität der Töpfe und Pfannen eine wichtige Rolle. Tipps dazu finden sich unter www.ecotopten.de

■ IT-Geräte

Auch bei IT-Geräten gilt die Faustregel: Je größer und technisierter desto höher ist häufig der Stromverbrauch.

Aktuelle Werte für Computer und effiziente Bürogeräte unter www.office-topten.de

■ Beleuchtung

Energiesparlampen werden immer mehr zur Normalität, ihre Qualität und ihre Vielseitigkeit haben sich in den vergangenen Jahren deutlich weiterentwickelt. In der Regel verbrauchen sie 80 Prozent weniger Strom als Glühlampen, so dass sich der anfangs höhere Preis über die Lebensdauer mehr als rechnet. Die klassische Glühlampe wird in den nächsten Jahren dank der von Deutschland mitgetragenen Beschlüsse auf EU-Ebene komplett vom Markt verschwinden. Immer mehr im Kommen sind heutzutage LED-Lampen, die ebenfalls sehr sparsam und noch langlebiger als die Energiesparlampen sind. Die Anwendungspalette wird immer breiter und es wird mit einem deutlichen Preisrückgang gerechnet.

2. Mobilität – Umweltbewusst Verkehrsmittel nutzen

Der Verkehr ist ein besonderes Sorgenkind im Klimaschutz, weil die Emissionen in diesem Bereich trotz besserer Techniken weiterhin sehr hoch sind. Der private Pkw-Verkehr beeinflusst in großem Maß das Klima und besteht zum größeren Teil aus Freizeitverkehr. Ein Jahr Autofahren in Deutschland entspricht mit ca. 2000 kg CO₂ dem jährlichen CO₂-Ausstoß eines Menschen in der Dominikanischen Republik. Daher sollte man sich zunächst grundsätzlich fragen, ob man überhaupt ein Auto braucht und welche Funktionen es erfüllen muss, oder ob man nicht mit einer Kombination aus öffentlichem Personenverkehr, Fahrrad und evtl. auch Car-Sharing (s. u.) besser „fährt“.

Das Argument „ich habe das Auto ja ohnehin“ verkehrt sich ins Gegenteil, wenn man eine sich schon bei zwei, drei weiteren Fahrten pro Jahr rechnende Bahn-card 50, die Jahreskarte für die Region oder bestimmte

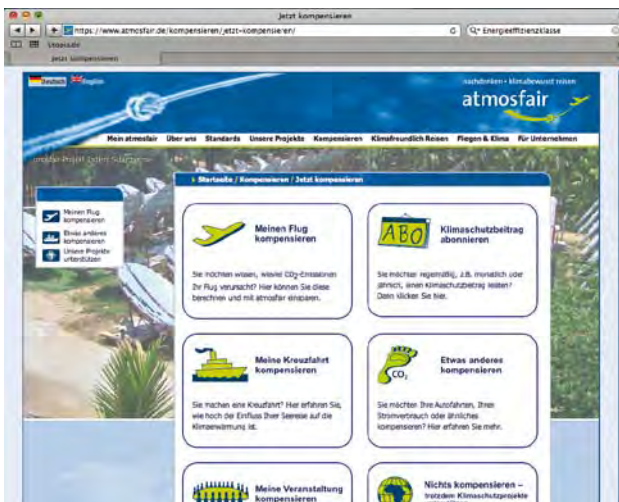


Das Fahrrad als modernes, umweltfreundliches Verkehrsmittel. Foto: Dietmar Putscher

Strecken oder bei Vielfahrern gar die Bahncard 100 (www.d-bahn.de) nutzt, mit der man deutschlandweit mit der Bahn und dem öffentlichen Verkehr in den Städten fahren kann.

Wer nicht auf das Auto verzichten kann oder will, sollte ein sparsames Fahrverhalten pflegen und beim Autokauf Umweltkriterien berücksichtigen. Der Verkehrsclub Deutschland (www.vcd.org) veröffentlicht jedes Jahr im August mit seiner Auto-Umweltliste¹⁴⁰ ein ausführliches Ranking der Umweltfreundlichkeit neu auf den Markt gekommener Autos und gibt weitere Tipps beim Autokauf.

Empfehlenswert sind besonders sparsame Autos, z. B. durch einen Hybridantrieb, oder Elektroautos, soweit sie mit Strom aus Erneuerbaren Energien betrieben werden. Je nach Nutzung des Autos gibt es auch sinnvolle Alternativen. Für kurze Strecken bietet sich das Fahrrad an, was nicht nur gesünder, sondern in der Stadt auch häufig schneller ist. Wenn man nur selten ein Auto benötigt, kann man sich zum Car-Sharing (www.carsharing.de) anmelden oder Mitfahrgelegenheiten (www.mitfahrgelegenheiten.de) nutzen.



Der Flugverkehr – eines der am schnellsten wachsenden Probleme für das Weltklima.

Fliegen ist das am schnellsten wachsende Klimaproblem. Der Flugverkehr ist besonders klimaschädlich, weil die Abgase in den hohen Schichten der Atmosphäre eine zwei- bis sechsmal höhere Treibhauswirkungen haben als am Boden. Im Sinne des Klimaschutzes gilt es folglich, das Flugzeug als Transportmittel soweit wie möglich zu meiden. Für nicht vermeidbare Flüge gibt es die Möglichkeit, die getätigten Emissionen durch Spenden für seriöse Klimaschutzmaßnahmen auszugleichen (www.atmosfair.de).



Auch an der Gemüsetheke kann man durch den Kauf von Bio-Produkten und von regionalem und saisonalem Gemüse einen Beitrag zum Klimaschutz leisten.

Foto: Dietmar Putscher

3. Ernährung

Da die Produktion von Fleisch und Milchprodukten meist deutlich mehr Energie verbraucht als die Herstellung einer gleichwertigen Menge von Gemüse und Obst, ist fleischarme Ernährung ein Beitrag zum Klimaschutz. Die Produktion von 1 kg Rindfleisch ist beispielsweise mit etwa 250 km Autofahren gleichzusetzen. Auch der Kauf von regionalen saisonalen Produkten ist ein Beitrag zum Klimaschutz, weil die CO₂-Emissionen mit steigenden Transportwegen zunehmen. Die CO₂-Last der Ernährung hängt zugleich auch von der Herstellung der Produkte ab: Anteile von Düngern und Pestiziden, der Einsatz von Traktoren und Transportern usw. spielen eine Rolle. Im Allgemeinen werden Biolebensmittel umweltschonender hergestellt als konventionelle, weil der Einsatz von Pestiziden, synthetischen Düngemitteln und Gentechnik verboten ist. Aus Klimasicht ist die Art der Lebensmittel (Fleisch oder Gemüse) allerdings viel entscheidender als der Unterschied zwischen der Art des Anbaus (konventionell oder öko). So verursacht ein Kilo Bio-Rindfleisch die 90fache Klimabelastung wie ein Kilo frisches Gemüse aus konventionellem Anbau¹⁴¹. Die wichtigste Frage fürs Klima ist folglich: Gemüse oder Fleisch.

4. Geldanlagen

Auch Geld kann man klimaschädlich oder klimafreundlich anlegen. Während viele Menschen versuchen, klimafreundlich Auto zu fahren oder energieeffiziente Geräte zu nutzen, machen sich die wenigsten darüber Gedanken, was mit ihrem angesparten Geld passiert.

Mittlerweile gibt es jedoch eine ganze Reihe von Finanzangeboten, bei denen soziale, ethische und ökologische Aspekte bei der Geldverwendung berücksichtigt werden. Eine Möglichkeit, sein Geld klimafreundlich arbei-

¹⁴⁰ Die Auto-Umweltliste siehe <http://www.besser-autokaufen.de/auli.html>

¹⁴¹ Bals et al., 2008: S. 299.

ten zu lassen, sind Anleihen, bei denen man einem „grünen“ Unternehmen einen festen Geldbetrag (z. B. 1.000 Euro) für mehrere Jahre leiht und dabei eine jährliche Verzinsung von 6 Prozent oder mehr bekommt. Wer sich genauer informieren möchte, kann auch auf der Homepage des Forums Nachhaltige Geldanlagen schauen, einem Zusammenschluss von knapp 100 Unternehmen und Organisationen, die sich für nachhaltige Geldanlagen einsetzen (www.forum-ng.de).

5. Holz und Papier

Wälder haben eine wichtige Funktion im Klimaschutz, weil Bäume einerseits CO₂ binden und speichern und andererseits Sauerstoff produzieren. Als Verbraucher hat man die Möglichkeit, durch die Wahl der Holzprodukte (Papier, Möbel usw.) die Abholzung von Tropenwäldern und borealen (nördlichen) Nadelwäldern zu verhindern. Bei dem Kauf von Holz oder Holzprodukten sollte man darauf achten, dass sie aus regionalen und nachhaltig bewirtschafteten Wäldern stammen. Das heißt zugleich, dass man auf Gartenmöbel aus Tropenholz verzichtet und stattdessen Möbel vorzieht, die aus heimischen Wäldern stammen. Damit ist auch eine nachhaltige Bewirtschaftung garantiert, weil sich die deutsche Forstwirtschaft, seit Jahrzehnten am Leitbild der Nachhaltigkeit orientiert. Wo doch die Nutzung von Tropenholz als zwingend erachtet wird, sollte es zumindest vom Forest Stewardship Council (FSC) zertifiziert sein (s. www.fsc-deutschland.de).

Die Nutzung von Holz im Allgemeinen ist unterstützenswert, weil Holz CO₂ bindet und bei der Produktion nur Energie für die Verarbeitung benötigt wird. Somit ist zum Beispiel die Verwendung von Holz als Baumaterial umweltschonender als die Nutzung von Stahl, Beton, Kunststoff usw.

Jeder Mensch hat in seinem alltäglichen Leben mehr mit Holzprodukten zu tun, als es ihm häufig bewusst ist. Täglich benutzen wir Klopapier, lesen Zeitung oder entnehmen Produkte ihren Papierverpackungen. Wer Recyclingpapier und -taschentücher und allgemein Recyclingmaterialien nutzt, kann auf einfache Weise unsere Wälder und unser Klima schonen.

Wie in diesem Kapitel beschrieben, gibt es für jeden Einzelnen von uns viele Wege, einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten, und jede Initiative zählt – denn besonders wir Bürger können den Weg zu neuen Lebensstilen und einem neuen Wohlstandsmodell ebnen.

Weblinks:

www.germanwatch.org
www.verbraucherfuersklima.de
www.die-klima-allianz.de
www.ecotopten.de

Buchtipps:

- Bals, Christoph; Horst Hamm; Ilona Jerger & Klaus Milke (2008): Die Welt am Scheideweg: Wie retten wir das Klima? Hamburg: Rowohlt Verlag. ISBN: 978-3-498-00653-2
- Harmeling, S. et al. (2008): Globaler Klimawandel. Diercke Spezial – Ausgabe 2008 für die Sekundarstufe II. Westermann Verlag. ISBN 978-3-14-151053-9
- Leggewie, Blaus & Harald Welzer (2009): Das Ende der Welt, wie wir sie kannten. Klima, Zukunft und die Chancen der Demokratie. Frankfurt am Main: Fischer.
- Pendo (2007): Einfach das Klima verändern. München: Pendo Verlag. ISBN: 978-3-86612-123-2
- Pendo (2007): Pendo's CO₂-Zähler. München: Pendo Verlag. ISBN: 978-3-86612-141-6
- Rainer Griebhammer (2007): Der Klima-Knigge. Berlin: Booklett-Verlag. ISBN: 978-3940153029



Mit der Kampagne „100 Prozent Zukunft“ engagiert sich Germanwatch gemeinsam mit anderen Organisationen für einen klimafreundlichen Umbau der deutschen Stromversorgung.

8. Literatur

- Annan, K. (2005): Towards a culture of peace. Letters to future generations. <http://www.unesco.org/opi2/lettres/TextAnglais/AnnanE.html>
- Bals, C. (2002): Zukunftsfähige Gestaltung der Globalisierung. Am Beispiel einer Strategie für eine nachhaltige Klimapolitik. In: Zur Lage der Welt 2002. Fischer Verlag. <http://www.germanwatch.org/rio/cb02sow.pdf>
- Bals et al. (2008): Die Welt am Scheideweg. Wie retten wir das Klima? Rowohlt Verlag.
- Beckley, B. et al (2007): A reassessment of global rise and regional mean sea level trends from TOPEX and Jason-1 altimetry based on revised reference frame and orbits. In: Geophysical Research Letters. Vol. 34.
- Bundesregierung (2010): Energiekonzept der Bundesregierung. Langfristige Strategie für die künftige Energieversorgung. <http://www.bmu.de/energiekonzept/doc/46394.php>
- Burck, J. (2010): Der Klimaschutz-Index. Ergebnisse 2011. Germanwatch. Bonn. <http://www.germanwatch.org/ccpi.htm>
- Canadell, J.G. et al (2007): Contributions to accelerating atmospheric CO₂ growth from economic activity, carbon intensity, and efficiency of natural sinks. In: PNAS. Vol. 104.
- Chen, J.L. et al (2009): Accelerated Antarctic ice loss from satellite gravity measurements. In: Nature Geoscience. Vol. 2.
- Conisbee, M. und A. Simms (2003): Environmental Refugees. The Case for Recognition. New Economics Foundation. http://www.neweconomics.org/sites/neweconomics.org/files/Environmental_Refugees.pdf
- European Climate Foundation (ECF), 2010: Roadmap 2050. A practical guide to a prosperous, low carbon Europe. <http://www.roadmap2050.eu/>
- 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/fileadmin/ecf-documents/publications/articles-and-papers/what-is-dangerous-climate-change.pdf>
- Edenhofer, O. und N. Stern (2010): Towards a Global Green Recovery. Recommendations for Immediate G20 Action. Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung und Grantham Research Institute on climate change and the environment. http://www.pik-potsdam.de/members/edenh/publications-1/global-green-recovery_pik_lse
- Flannery, T. (2006): Wir Wettermacher. Wie die Menschen das Klima verändern und was das für unser Leben bedeutet. Fischer Verlag. Frankfurt.
- Gardner, G., E. Assadourian und R. Sarin (2004): Zum gegenwärtigen Stand des Konsums. In: Worldwatch Institute (Hrsg.): Zur Lage der Welt 2004 – Die Welt des Konsums, S. 39-72.
- Germanwatch (2007): Auswirkungen des Klimawandels auf Deutschland – mit Exkurs NRW. <http://www.germanwatch.org/klima/klideu07.pdf>
- Germanwatch (2008): Globaler Klimawandel: Ursachen, Auswirkungen, Handlungsmöglichkeiten. 2. Auflage. <http://www.germanwatch.org/klima/gkw08.pdf>
- Germanwatch (2009): Nach Kopenhagen: Volle Kraft voraus im Klimaschutz. Germanwatch-Kurzanalyse. KlimaKompakt Spezial Nr. 44. 23.12.2009. <http://www.germanwatch.org/klisko/ks44.htm>
- Germanwatch (2010a): Analyse des Energiekonzeptentwurfs der Bundesregierung. Potentiale durch Atom und Kohle ausgebremst. <http://www.germanwatch.org/klima/ek.htm>
- Germanwatch (2010b): KlimaKompakt Nr. 68, November 2010. Schwerpunkt CCS. <http://www.germanwatch.org/klisko/k68.pdf>
- Germanwatch (2010c): KlimaKompakt Nr. 69, Dezember 2010. <http://www.germanwatch.org/klisko/k69.pdf>
- Germanwatch (2010d): Klimaverträgliche öffentliche Beschaffung. Deutschland auf dem Weg zur fast treibhausgasfreien Gesellschaft. Positionspapier. <http://www.germanwatch.org/klima/pos-kb.pdf>
- Global Carbon Project (2010): Carbon Budget. <http://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/09/hl-compact.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.
- Haerberli, W. et al (2007): Integrated monitoring of mountain glaciers as key indicators of global climate change: the European Alps. In: Annals of Glaciology. Vol. 46.
- Hamish, D. et al (2009): Extensive dynamic thinning on the margins of the Greenland and Antarctic ice sheets. In: Nature. Vol 461.
- Hansen, J. et al (2005): Earth's energy imbalance: confirmation and implication. In: Science. Vol. 308.
- Hansen, J., R. Ruedy, M. Sato, and K. Lo (2010), Global surface temperature change. Rev. Geophys., 48, RG4004, doi: 10.1029/2010RG000345. http://data.giss.nasa.gov/gistemp/paper/gistemp2010_draft0601.pdf
- Harmeling, S. und C. Bals (2007): Die Millennium-Entwicklungsziele und der Globale Klimawandel. www.germanwatch.org/klima/klimgd07.htm
- Harmeling, S., R. Schwarz und C. Bals (2007): China und der globale Klimawandel: Eine doppelte Herausforderung. www.germanwatch.org/klima/klchi07.htm
- Harmeling, S. und A. Kaloga 2010: Bestandsaufnahme des Adaptation Fund. In: E+Z, 2010/09, Schwerpunkt, Seite 324-326. <http://www.inwent.org/ez/articles/178318/index.de.shtml>
- Hegerl, C.G. et al (2006): Climate sensitivity constrained by temperature reconstructions over the past seven centuries. In: Nature. Vol. 440.
- Heinzerling, A. 2010: Global CO₂ emissions fall in 2009, but the past decade still sees rapid emissions growth. <http://www.grist.org/article/global-carbon-dioxide-emissions-fall-in-2009-past-decade-still-sees-rapid-growth>
- InterAcademy Council (2010): Climate Change Assessments, Review of the Processes & Procedures of the IPCC. <http://reviewipcc.interacademycouncil.net/index.html>
- Internationale Energieagentur (IEA) (2009): World Energy Outlook: Access to Electricity. <http://www.iea.org/weo/electricity.asp>
- IPCC (1999): Aviation and the global atmosphere. Special Report. <http://www.ipcc.ch/ipccreports/sres/aviation/index.php?idp=0>
- IPCC (2000): Special Report on Land Use, Land-Use Change and Forestry. Working Group III. New York.
- IPCC (2001): Climate Change – „The Scientific Basis“. <http://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg1/index.htm>
- IPCC (2007a): Climate Change 2007 – „The Physical Science Basis“. http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/contents.html
- IPCC (2007b): Climate Change 2007 – „Impacts, Adaptation and Vulnerability“. <http://www.ipcc-wg2.org/>
- IPCC (2007c): Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Technical Summary. <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg3/ar4-wg3-ts.pdf>
- IPCC (2007d): Klimaänderungen 2007: Zusammenfassungen für politische Entscheidungsträger. <http://www.proclim.ch/4dcgi/proclim/de/Media?555>
- IPCC (2007e): Climate Change 2007. Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_synthesis_report.htm
- Kemfert, C. (2004): Die ökonomischen Kosten des Klimawandels. In: Wochenbericht des DIW. Vol. 71.
- Kraus, H. (2004): Die Atmosphäre der Erde. Eine Einführung in die Meteorologie. Springer Verlag. Heidelberg.
- Kriegler, E. et al (2009): Imprecise probability assessment of tipping points in the climate system. In: PNAS. Vol. 106.
- Lauer, W. (1995): Klimatologie. In: Das Geographische Seminar. 2. Auflage, Westermann Verlag, Braunschweig.
- Lee, D.S., et al. (2009): Aviation and global climate change in the 21st century. Atmospheric Environment, doi:10.1016/j.atmosenv.2009.04.024

- Leggiewie, C. und H. Welzer (2010): Das Ende der Welt, wie wir sie kannten. Klima, Zukunft und die Chancen der Demokratie. Bundeszentrale für politische Bildung. Bonn.
- Lenton, T.M. et al (2008): Tipping Elements in the Earth's Climate System. In: PNAS. Vol. 105.
- Le Quéré, C. et al (2009): Trends in the sources and sinks of carbon dioxide. In: Nature Geoscience. Vol. 2.
- Lüthi, D. et al (2008): High-resolution carbon dioxide concentration record 650,000-800,000 years before present. In: Nature. Vol. 453.
- Meinshausen, M. et al (2006): Multi-gas emission pathways to meet climate targets. In: Climatic Change. Vol. 75. Nr. 1.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005): Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Washington, DC.
<http://www.millenniumassessment.org/documents/document.353.aspx.pdf>
- Mongabay (2006): Amazon drought extends into second year.
<http://news.mongabay.com/2006/0811-amazon.html>
- Munich Re (2010): Topics Geo Naturkatastrophen 2009.
<http://www.munichre.com/touch/publications/de/list/default.aspx?id=1213>
- National Snow and Ice Data Center (NSIDC) (2008)
<http://nsidc.org/arcticseaicenews/>
- Nyong, A. (2006): Impacts of Climate Change in the Tropics: The African Experience. In: Avoiding Dangerous Climate Change, Schellnhuber H.J. (Hrsg.), Seite 235 - 240. Cambridge University Press. Cambridge.
- Parry, M. et al (2001): Millions at Risk. Defining Critical Climate Change Threats and Targets. In: Global Environmental Change. Vol. 11.
- Polyakov, I. et al (2002): Observationally based assessment of polar amplification of global warming. In: Geophysical Research Letters, Vol. 29, Nr. 18, Seite 1878 - 1891.
- Raupach M. et al (2007): Global and regional drivers of accelerating CO₂ emissions. In: PNAS. Vol. 104.
- Ren21 (2010): Renewables 2010 Global Status Report.
<http://www.ren21.net/REN21ProductsServices/Publications/GlobalStatusReport/Renewables2010GlobalStatusReport/tabid/5824/Default.aspx>
- Rignot, E. et al (2004): Accelerated ice discharge from the Antarctic Peninsula following the collapse of Larsen B ice shelf. In: Geophysical Research Letters. Vol. 31.
- Robine, J.M. et al (2007): Death toll exceeded 70,000 in Europe during the summer of 2003. In: Comptes Rendus Biologies. Vol. 331, Nr. 2.
- Scambos, T. et al (2004): Glacier acceleration and thinning after ice shelf collapse in the Larsen B embayment, Antarctica. In: Geophysical Research Letters. Vol. 31.
- Schellnhuber, H.J. und C. Jäger (2006): Gefährlichen Klimawandel abwenden. In WWF/BVL: Carbon Disclosure Project Bericht 2006 Deutschland. S. 11-15. http://www.cdproject.net/download.asp?file=CDP4_Germany_Report.pdf
- Schönwiese, C.D. (2004): Globaler Klimawandel im Industriezeitalter. In: Geographische Rundschau. Januar 2004, S. 4-9, Braunschweig.
- Schuster, U. und A. J. Watson (2007): A variable and decreasing sink for atmospheric CO₂ in the North Atlantic. In: Journal of Geophysical Research. Vol. 112.+
- Seidel, D.J. (2008): Widening of the tropical belt in a changing climate. In: Nature Geoscience. Vol. 1.
- Simonett, O. (1989): Potential impacts of global warming. GRID Geneva, case studies on climatic change. Genf.
<http://maps.grida.no/go/graphic/impact-of-temperature-rise-on-robusta-coffee-in-uganda>
- Smith, J.B. et al (2009): Assessing dangerous climate change through an update of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) "reasons for concern". In: PNAS. Vol. 106.
- Stern, N. (2006): Stern Review on the Economics of Climate Change. London.
http://www.hm-treasury.gov.uk/stern_review_report.htm
- Swiss Re (2004): Hurrikan-Saison 2004: Ungewöhnlich, aber nicht unerwartet, Focus Report: Hurrikan-Saison 2004. Zürich.
<http://www.swissre.com>
- Umweltbundesamt (2010): Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen 2009. Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990-2009. Dessau.
- UNDP (2008): Bericht über die menschliche Entwicklung 2007/2008.
http://hdr.undp.org/en/media/HDR_20072008_Summary_German.pdf
- UNEP (2010): The Emissions Gap Report. Are the Copenhagen Accord Pledges Sufficient to Limit Global Warming to 2 °C or 1.5 °C? A preliminary assessment.
<http://www.unep.org/publications/ebooks/emissionsgapreport/>
- UNFCCC (2007): The Bali Action Plan. Decision 1/CP.13.
<http://unfccc.int/resource/docs/2007/cop13/eng/06a01.pdf#page=3>
- Van den Broeke, M. et al (2009): Partitioning Recent Greenland Mass Loss. In: Science. Vol. 326.
- Van de Wal, R.S. et al (2008): Large and Rapid Melt-induced Velocity Changes in the Ablation Zone of the GIS. In: Science. Vol. 312.
- Velicogna, I. und J. Wahr (2006): Measurements of Time-Varying Gravity Show Mass Loss in Antarctica. In: Science. Vol. 311.
- Vermeer, M. und S. Rahmstorf (2009) Global sea level linked to global temperature. In: PNAS. Vol. 106.
- Walsh, K. (2004): Tropical cyclones and climate change: unresolved issues, In: Climate Research. Vol. 27.
- Warner, K. et al (2009): In search for shelter – Mapping the effects of climate change on migration and human displacement.
http://www.ciesin.columbia.edu/documents/clim-migr-report-june09_final.pdf
- Wasserman, A. (2010): U.S. Climate Action in 2009–2010. World Resources Institute Fact Sheet. http://pdf.wri.org/factsheets/factsheet_us_climate_action_in_2009-2010.pdf
- WBGU (2006): Die Zukunft der Meere – zu warm, zu hoch, zu sauer. Berlin. http://www.wbgu.de/wbgu_sn2006.html
- WBGU (2007): Welt im Wandel – Sicherheitsrisiko Klimawandel. Hauptgutachten. Berlin. http://www.wbgu.de/wbgu_jg2007.html
- WBGU (2010): Klimapolitik nach Kopenhagen: Auf drei Ebenen zum Erfolg. Politikpapier. http://www.wbgu.de/fileadmin/templates/dateien/veroeffentlichungen/politikpapiere/pp2010-pp6/wbgu_pp2010.pdf
- Webster, P.J. et al (2005): Changes in Tropical Cyclone Number, Duration, and Intensity in a Warming Environment. In: Science. Vol. 309.
- Weltbank (2010): Economics of Adaptation to Climate Change. The Synthesis Report. <http://beta.worldbank.org/sites/default/files/documents/EACCSynthesisReport.pdf>
- World Glacier Monitoring Service (WGMS) (2008): Global glacier changes: facts and figures. Zürich.
<http://www.grid.unep.ch/glaciers/pdfs/glaciers.pdf>
- World Meteorological Organization (WMO) (2008).
http://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/ghg/documents/ghg-bulletin2008_en.pdf
- World Watch Institute (2010): Zur Lage der Welt 2010. Einfach besser leben: Nachhaltigkeit als neuer Lebensstil. Oekom Verlag. München.
- Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie (2010): Thesen des Wuppertal Instituts zum geplanten Energiekonzept der Bundesregierung. http://www.wupperinst.org/uploads/tx_wibeitrag/WI-Thesen_Energiekonzept.pdf
- Zemp, M. et al (2006): Alpine glaciers to disappear within decades? In: Geophysical Research Letters. Vol. 33.
- Zickfeld, K., B. Knopf, B. Petoukhov und H.J. Schellnhuber (2005): Is the Indian summer monsoon stable against global change? In: Geophysical Research Letters. Vol. 32.

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.

Bankverbindung / Spendenkonto:

Konto Nr. 32 123 00

BLZ 100 205 00, Bank für Sozialwirtschaft AG

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

Schiffbauerdamm 15

D-10117 Berlin

Telefon +49 (0)30 / 288 8356-0, Fax -1

E-Mail: info@germanwatch.org

Internet: www.germanwatch.org

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 _____

Per Fax an:

+49-(0)30 / 2888 356-1

Oder per Post:

Germanwatch e.V.

Büro Berlin

Schiffbauerdamm 15

D-10117 Berlin