

Climate Change

Climate
Change

06
05

ISSN
1611-8855

DIE ZUKUNFT IN UNSEREN HÄNDEN

21 Thesen zur
Klimaschutzpolitik des
21. Jahrhunderts
und ihre Begründungen



Umwelt
Bundes
Amt 
Für Mensch und Umwelt



Die Zukunft in unseren Händen

21 Thesen zur Klimaschutzpolitik des 21. Jahrhunderts und ihre Begründungen

von

**Martin Weiß, Christoph Erdmenger, Jan Strohschein,
Michael Bade, Rolf Beckers, Anja Behnke, Holger Berg,
Andreas Burger, Franziska Eichler, Axel Friedrich, Birgit Georgi,
Ingrid Hanhoff, Falk Heinen, Almut Jering, Karin Kartschall,
Helmut Kaschenz, Bernd Krause, Christoph Kühleis,
Thomas Langrock, Christiane Lohse, Petra Mahrenholz,
Christoph Mordziol, Hans-Jürgen Nantke, Inge Paulini,
Peter Pichl, Stephan Saupe, Jörg Schneider, Dietrich Schulz,
Katja Schwaab, Meike Söker, Hedwig Verron,
Michael Wehrspaun, Bärbel Westermann, Matthias Winzer**

Umweltbundesamt

Diese Publikation ist ausschließlich als Download unter
<http://www.umweltbundesamt.de/klimaschutz/>
verfügbar.

Herausgeber: Umweltbundesamt
Postfach 14 06
06813 Dessau
Tel.: 0340/2103-0
Telefax: 0340/2103 2285
Internet: <http://www.umweltbundesamt.de>

Redaktion: Christoph Erdmenger
Martin Weiß
Benno Hain
Harry Lehmann
Jan Strohschein

Dessau, Oktober 2005

Einleitung

Der Klimawandel ist eine der größten Herausforderungen, vor denen die Menschheit heute steht. Obwohl der wissenschaftliche Kenntnisstand zu den drohenden Gefahren und das Wissen über mögliche Handlungsoptionen in den vergangenen Jahrzehnten beachtlich gestiegen sind, nehmen die globalen Emissionen der Treibhausgase – die Ursache für den vom Menschen gemachten Klimawandel – noch immer bedenklich zu.

Es kommt heute darauf an, die Weichen für die jetzt erforderliche, dauerhafte Trendänderung zugunsten des Klimaschutzes in vielen Bereichen unserer Wirtschaft und Gesellschaft zu stellen. Viele der notwendigen Techniken zur Verringerung der Treibhausgasemissionen sind bereits verfügbar, und die Kosten des Klimaschutzes sind überschaubar. Je früher wir handeln, desto mehr Zeit bleibt uns für notwendige technische und soziale Anpassungen – einschließlich grundlegender Veränderungen unserer Wirtschafts- und Lebensweisen. Ein Anfang für wirkungsvollen Klimaschutz ist mit der Klimarahmenkonvention und dem Kyoto-Protokoll gemacht worden.

Das Umweltbundesamt legt eine Klimaschutzkonzeption vor, die auf 21 Thesen basiert. Ausgehend von den bereits beobachteten und möglichen zukünftigen Klimaänderungen sowie den wissenschaftlichen Begründungen für Emissionsminderungsziele, entwirft das Amt im ersten Teil Umweltqualitäts- und Umwelthandlungsziele (These 1-10) und skizziert anschließend, mit welchen Maßnahmen und Instrumenten diese Ziele für die Bundesrepublik Deutschland erreicht werden können (These 11-21).

Die Vorschläge dieser Konzeption bauen unter anderem auf einer Vielzahl von Publikationen des Amtes auf und werden dort detailliert beschrieben. Bezugsquellen und Downloadmöglichkeiten sind auf <http://www.umweltbundesamt.de/klimaschutz> zu finden.

Wir beabsichtigen, mit dieser Klimaschutzkonzeption einen Beitrag zur internationalen und nationalen Debatte über die künftige Klimaschutzpolitik zu leisten.

Inhalt

1. Klimaänderungen und ihre Wirkungen bis heute.....	7
Klimaänderungen in Deutschland	8
Wirkungen des Klimawandels weltweit	9
Hochwasser im August 2002.....	10
Hitzewelle in Europa im August 2003.....	10
2. Zukünftige Klimaänderungen und ihre Wirkungen	12
Zukünftige Klimaänderungen und Wirkungen in Deutschland.....	15
3. Begrenzung des Temperaturanstiegs und erforderliche Handlungsziele	17
Notwendige langfristige weltweite Emissionsminderungen	23
4. Anpassung an die Wirkungen der Klimaänderungen	25
Einrichtung eines Kompetenzzentrums „Klimafolgen und Anpassung“ am Umweltbundesamt	26
5. Globale Emissionstrends.....	28
6. Minderung der globalen Emissionen	31
Einbeziehen der USA und der Schwellen- und Entwicklungsländer.....	34
7. Staaten in unterschiedlicher Art und Weise beteiligen	38
8. Vorschlag des Umweltbundesamtes: „Vier-Stufen-Konvergenz“	42
9. Kosten des Klimaschutzes und Kosten des Nichthandelns.....	54
10. Weitere, wichtige positive Effekte des Klimaschutzes, Armutsbekämpfung und Förderung erneuerbarer Energien.....	60
Erneuerbare Energien und Armutsbekämpfung verknüpfen	61
Internationale Sicherheit.....	62
11. Klimaschutz in anderen Politikbereichen verankern	63
Was würde passieren, falls der Trend sich fortsetzte?	63
Klimaschutz muss in allen Politikbereichen verankert sein	63
Welche Maßnahmen und Instrumente sind für einen langfristig wirksamen Klimaschutz erforderlich?	64
12. Stand der Zielerreichung des Kyoto-Protokolls in Deutschland.....	69
Zwischenbilanz – wo steht Deutschland mit Blick auf das Kyoto-Ziel?	69
Was müssen wir in Deutschland tun, um unsere Emissionsminderungsziele für Treibhausgase bis 2010 zu erreichen?	71

13. Minderung des deutschen Treibhausgasausstoßes bis 2050 – CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O und fluorierte Treibhausgase.....	73
Was würde passieren, falls der Trend sich fortsetzte?	73
Was muss in Zukunft getan werden, um die mittel- und langfristigen Emissionsminderungsziele für Treibhausgase zu erreichen?	75
Wie lassen sich die mittel- und langfristigen Emissionsminderungsziele erreichen?	79
Womit müssen wir bereits heute anfangen?	80
14. Konsequenter Klimaschutz und Ökologische Finanzreform	82
Warum brauchen wir die Ökologische Finanzreform?.....	82
Welche Instrumente sind erforderlich?	83
Womit müssen wir bereits heute anfangen?	87
15. Der Emissionshandel	88
Der Emissionshandel in der ersten Handelsperiode 2005-2007	88
Konsolidierung des Emissionshandels mit Blick auf die Handelsperiode 2008-2012 und darüber hinaus	89
Ergänzungen des anlagenbezogenen Emissionshandels durch Inverkehrbringenszertifikate nach 2012.....	94
16. Senkung des Energieverbrauchs	95
Was würde passieren, falls der Trend sich fortsetzte?	95
Wie muss sich der Energieverbrauch unter Beachtung der Klimaschutzziele entwickeln?	96
Welche Instrumente sind zur Minderung des Endenergieverbrauchs erforderlich?	100
Womit müssen wir bereits heute anfangen?	106
17. Erneuerung des Kraftwerksparks	107
Was würde passieren, falls der Trend sich fortsetzte?	107
Wie sollte der Kraftwerkspark unter Beachtung der Klimaschutzziele in Zukunft aussehen?.....	108
Welche Instrumente sind notwendig, um die mittelfristigen Klimaschutzziele zu erreichen?	112
Womit müssen wir bereits heute anfangen?	114
18. Beitrag der erneuerbaren Energien zur Energieversorgung.....	116
Was würde passieren, falls der Trend sich fortsetzte?	116

Mit welchen Zielen sollten die einzelnen Energieträger ausgebaut werden?	117
Womit müssen wir bereits heute anfangen?	123
19. CO ₂ -Emissionen des Verkehrssektors dauerhaft senken.....	125
Was würde passieren, falls der Trend sich fortsetzte?	125
Wie sollte eine nachhaltige Mobilität unter Beachtung der Klimaschutzziele in Zukunft aussehen?	128
Welche Maßnahmen und Instrumente sind notwendig, um die mittelfristigen Klimaschutzziele zu erreichen?	130
Womit müssen wir bereits heute anfangen?	139
20. Beitrag der Landwirtschaft zum Klimaschutz.....	141
Was würde passieren, falls der Trend sich fortsetzte?	144
Wie soll die Landwirtschaft unter Beachtung der Klimaschutzziele in Zukunft aussehen?	146
Welche Maßnahmen und Instrumente sind notwendig, um die mittelfristigen Klimaschutzziele zu erreichen?	150
21. Leitgedanken für klimaschonendes Verhalten am Beispiel der Öffentlichen Hand	153
Was bedeuten der heutige Lebensstil einer Mehrheit der Deutschen für das Klima?	153
Wie sollten sich unsere Lebensstile ändern?	154
Welche Maßnahmen und Instrumente sind notwendig, um die mittelfristigen Klimaschutzziele zu erreichen?	156
Was tut das Umweltbundesamt bereits heute?	159
Anhang	161

1. Klimaänderungen und ihre Wirkungen bis heute

Der Klimawandel hat begonnen und verläuft dynamischer als erwartet. Im Wesentlichen als Folge des Ausstoßes von Treibhausgasen ist die Temperatur im vergangenen Jahrhundert weltweit um durchschnittlich 0,7°C gestiegen. Es sind unter anderem häufigere Wetterextreme – beispielsweise Hitzewellen – und ein drastischer Rückgang der Gebirgsgletscher zu beobachten.

Bereits heute sind weltweit vielfältige Klimaänderungen zu beobachten. So ist die mittlere Temperatur in Europa seit 1900 um 0,95°C gestiegen, stärker als der globale Durchschnitt von 0,7°C (+/- 0,2°C). Die Niederschlagsmenge nahm in den letzten 100 Jahren in Nordeuropa in verschiedenen Regionen um 10-40 % zu, in Südeuropa bis zu 20 % ab. Im selben Zeitraum verringerte sich die Zahl kalter Tage, während die der Hitzetage anstieg.¹ Darüber hinaus beobachtete man die zehn weltweit wärmsten Jahre seit 1861² allesamt nach 1990 (vgl. Abbildung 1). Dazu gehören alle Jahre von 1997 bis 2003.³ Der Meeresspiegel erhöhte sich im globalen Durchschnitt im vergangenen Jahrhundert um 10 bis 20 cm, sein Anstieg beschleunigte sich zudem in den letzten Jahren.

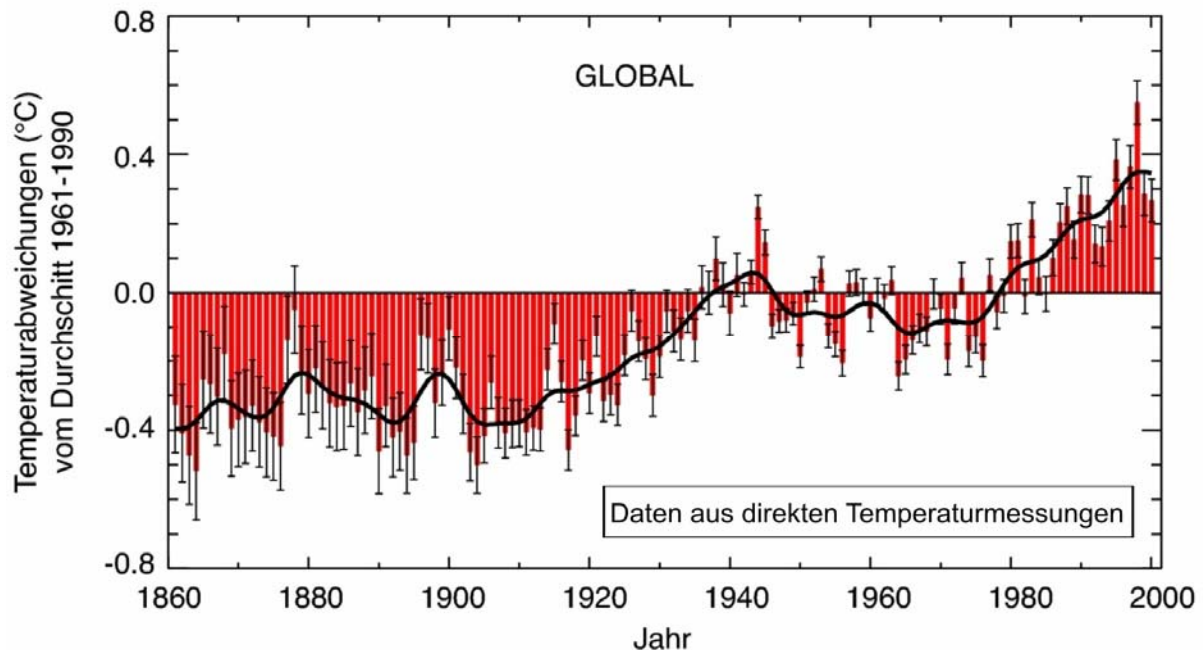
Die von Schnee bedeckte Fläche (jährlicher Durchschnitt) der Nordhalbkugel verringerte sich seit 1960 um 10 %, und die jährliche Dauer der Eisbedeckung der Seen und Flüsse verkürzte sich um ca. 14 Tage. Über den subtropischen Breiten nahm der Niederschlag ab. Während der letzten Jahre zeigten neue und belastbare Befunde, dass der größte Teil der in den letzten 50 Jahren beobachteten Erwärmung menschlichen Aktivitäten zuzuordnen ist.⁴

¹ EEA 2004: Impacts of Europe's changing climate, An indicator-based assessment, Luxembourg.

² Seit 1861 ist die systematische Wetterbeobachtung dicht genug für die statistische Auswertung.

³ Für die World Meteorological Organization (WMO) vom britischen Met Office und University of East Anglia zusammengestellte Daten, siehe Pressemitteilung unter <http://comm.uea.ac.uk/press/release.asp?id=325>

⁴ Die beobachteten Klimaänderungen, darunter die steigenden Temperaturen können allein mit natürlichen Faktoren nicht überzeugend erklärt werden. Die Abbildung A1 (Anhang) zeigt, dass nur

Abbildung 1: Erdoberflächentemperatur in den vergangenen 140 Jahren

Quelle: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.), 2001: *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the IPCC*. Cambridge: Cambridge University Press. Die Fehlerbalken (I) geben die Messunsicherheit an.

Klimaänderungen in Deutschland

Die Jahre zwischen 1990 und 1999 waren auch in Deutschland das wärmste Jahrzehnt des 20. Jahrhunderts. Neun dieser Jahre und auch alle bisherigen Jahre des 21. Jahrhunderts lagen über dem langjährigen Durchschnitt (8,3 °C).

Die mittlere Temperatur stieg in den letzten 100 Jahren um 0,8 °C (im Durchschnitt also 0,08 °C pro Dekade), wobei in den letzten Jahrzehnten eine deutliche Beschleunigung des Anstiegs auf 0,17 °C Temperaturerhöhung pro Dekade eingetreten ist. Der Erwärmungstrend zeigt jahreszeitliche Unterschiede, in den letzten Jahrzehnten war die Erwärmung im Winter am stärksten.

eine Berücksichtigung natürlicher **und** anthropogener Faktoren (vor allem die Zunahme von Treibhausgasemissionen aus menschlichen Aktivitäten) zu einer zufrieden stellenden Übereinstimmung von Erklärungsmodellen und Beobachtungen führt.

Auch der mittlere Niederschlag nahm in den vergangenen 100 Jahren in Deutschland zu, wobei regional und saisonal deutliche Unterschiede auftraten. In der Tendenz gab es im Westen Deutschlands deutlich mehr Niederschläge, während sie im Osten abnahmen. Auch nahm der Niederschlag – ebenso wie die Temperatur – im Winter stärker zu als im Sommer.

Klimaänderungen zeigen sich nicht nur in Veränderungen der Mittelwerte der Klimaparameter, sondern auch in der steigenden Zahl der Extremereignisse. Wegen des hohen Schadenpotenzials solcher Extremereignisse kommt ihnen ein besonderes einzel- und volkswirtschaftliches Interesse zu. Obwohl sich nicht jedes einzelne Ereignis eindeutig der vom Menschen verursachten Klimaänderung zuordnen lässt, ist dennoch absehbar, dass mit einer weiteren Zunahme und Verstärkung der Extremereignisse bei sich veränderndem Klima zu rechnen ist. Britische Forscher stellten fest, dass der vom Menschen verursachte Klimawandel die Wahrscheinlichkeit des Eintreffens solcher Ereignisse wie des Hitzesommers 2003 verdoppelt hat.⁵

Wirkungen des Klimawandels weltweit

Der Klimawandel führte besonders in den letzten Jahrzehnten dazu, dass in einigen Teilen Afrikas und Asiens häufigere und intensivere Dürren auftraten. Im pazifischen Ozean werden seit 1970 häufigere, länger andauernde und intensivere Temperatur-anomalien (sog. „El Niño – Ereignisse“) mit oft nachteiligen Wirkungen beispielsweise für die menschliche Gesundheit, für Siedlungen, für die Land- und Forstwirtschaft beobachtet.⁶

Von 1850-1980 verloren die Alpengletscher etwa die Hälfte ihrer Masse. In den Folgejahren bis 2000 schmolzen nochmals 20-30 % des verbliebenen Restes und allein im trockenen, heißen Jahr 2003 gingen weitere 10 % verloren. Diese Entwicklung ist in allen Gletscherregionen (mit Ausnahme der norwegischen Küstengletscher und der von Neuseeland) zu beobachten. Die Fläche des arktischen See-eises hat

⁵ Stott, P. A., Stone, D. A. & Allen, M. R. 2004: Human contribution to the European heatwave of 2003, Nature 432, 610–614.

⁶ IPCC 2001: Climate Change 2001, The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the IPCC. Cambridge: Cambridge University Press.

sich in den vergangenen 25 Jahren um etwa 7 % verringert und die sommerliche Schmelzperiode um etwa 5,3 Tage je Dekade verlängert. Die Eisdicke nahm in den letzten 40 Jahren um etwa 40 % ab.

Die Versicherungswirtschaft bekommt die Folgen des Klimawandels ebenfalls zu spüren. Etwa 64 % der größeren Schadensereignisse in Europa und 79 % der dadurch verursachten volkswirtschaftlichen Schäden seit 1980 haben unmittelbaren Bezug zu Klima und Wetter (beispielsweise Stürme, Hochwässer). Weitere 25 % der Ereignisse, wie Erdbeben, Lawinen, Trockenperioden und Hitzewellen, haben mittelbaren Bezug.⁷ Im Durchschnitt verdoppelte sich fast die Zahl größerer Schadensereignisse in den neunziger Jahren des letzten Jahrhunderts gegenüber den achtziger Jahren.

Einzelne Extremereignisse in Deutschland zeigen beispielhaft, welche Schadenspotenziale solche Ereignisse mit sich bringen.

Hochwasser im August 2002

Den gesamtwirtschaftlichen Schaden der Flutkatastrophe bezifferte die Bundesregierung im November 2002 für Deutschland auf 9,2 Mrd. €. In Deutschland gab es zudem 18, in Europa fast 200 Tote.⁸

Hitzewelle in Europa im August 2003

Von der Hitzewelle war ein Gebiet mit der Ausdehnung mehrerer Millionen Quadratkilometer betroffen (Frankreich, Spanien, Portugal, Italien, Deutschland, Schweiz, Österreich, England, Beneluxstaaten, Polen und Slowakei). Nach Angaben von Rückversicherern entstanden erhebliche Sachschäden vor allem in der Landwirtschaft (12,3 Mrd. US\$). Auch Waldbrände verursachten große Schäden (1,6 Mrd. US\$ allein in Portugal).⁹

⁷ Wirtz, A. 2004: Naturkatastrophen in Europa, Münchner Rück, unveröffentlicht.

⁸ Münchner Rück, Topics, Jahresrückblick Naturkatastrophen 2002.

⁹ Schär, Ch. und Jendritzky, G. 2004: Hot news from summer 2003, Nature 432, 559–560.

Das Internationale Rote Kreuz gab an, dass in den ersten beiden Augustwochen 2003 zwischen 22.000 und 35.000 Menschen mehr in Europa starben, als bei normalen Sommertemperaturen zu erwarten gewesen wären. In Deutschland waren nach vorsichtigen Schätzungen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) 7000 Tote mehr zu beklagen. Der DWD gelangte deshalb zu der Einschätzung, dass – gemessen an der Zahl der Todesopfer – diese Hitzewelle die größte europäische Naturkatastrophe der vergangenen 500 Jahre war.

Diese Klimaänderungen und ihre Wirkungen sind die Reaktion des Klimasystems auf die Treibhausgasemissionen bis Mitte der siebziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts. Wegen der Trägheit des Klimasystems stehen uns die Wirkungen der Treibhausgasemissionen der letzten Jahrzehnte noch bevor. Was wir darüber hinaus in der Zukunft an Treibhausgasen ausstoßen, vergrößert diese „Hypothek“.

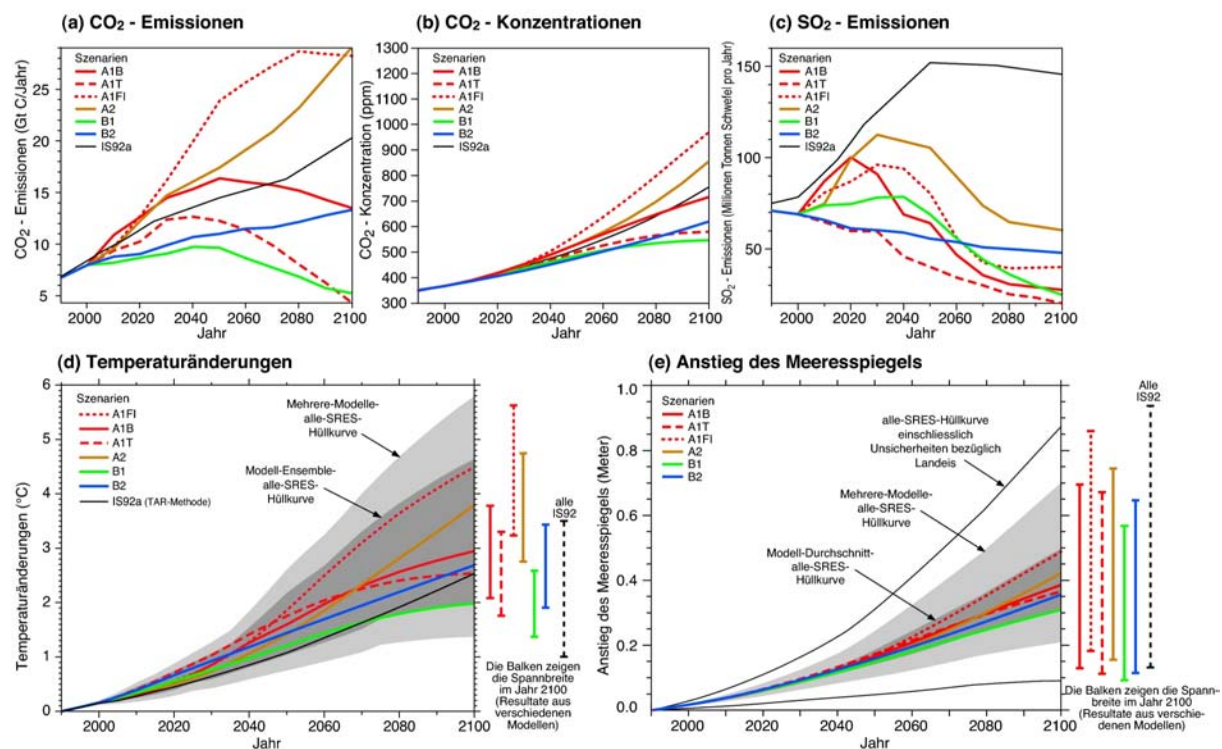
2. Zukünftige Klimaänderungen und ihre Wirkungen

Bei ungebremsstem Ausstoß der Treibhausgase ist mit einer weiteren Erwärmung um 1,4 bis 5,8°C bis zum Jahr 2100 zu rechnen, verbunden mit ernststen Folgen für Menschen und die übrige Natur, z. B. mit einem Anstieg des Meeresspiegels um weitere 9-88 cm. Selbst am unteren Ende dieser Spanne ist noch das Abschmelzen des grönländischen Eisschildes und damit ein Anstieg des Meeresspiegels um langfristig bis zu 7 Meter zu befürchten.

Hielten die heutigen Emissionstrends an, so würde bis 2100 die Kohlendioxidkonzentration in der Atmosphäre von heute 370 ppmv¹⁰ auf Werte zwischen 540 und 970 ppmv steigen. Vor Beginn der Industrialisierung waren es etwa 280 ppmv. Dadurch würde die globale mittlere Temperatur um weitere 1,4 bis 5,8°C steigen.

Zur Analyse zukünftiger Klimaänderungen wurden verschiedene Szenarien mit jeweils unterschiedlichen Annahmen zur Entwicklung der vom Menschen verursachten Treibhausgasemissionen entwickelt (siehe farbige Linien in Abbildung 2). In allen Szenarien zeigt sich ein deutlicher Anstieg der Temperatur und des Meeresspiegels. Die farbigen Balken am rechten Rand der Abbildung zeigen die Unsicherheitsspannen für die jeweiligen Szenarien. Der graue Bereich in Teil (d) der Abbildung markiert die gesamte Spanne zu erwartender Temperaturänderungen in diesem Jahrhundert (1,4-5,8°C).

¹⁰ Die Abkürzung ppmv steht für das englische „parts per million“ und beziffert den Volumenanteil eines Gases pro 1 Millionen Teile. Die Angabe 370 ppmv verweist auf 370 zu 1.000.000 Volumenteile.

Abbildung 2: Klimaszenarien des 21. Jahrhunderts

Quelle: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.) (2001): *Climate Change 2001: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press. Summary for policymakers.

Wegen der Trägheit des Klimasystems wird sich selbst nach erfolgreicher Stabilisierung der Treibhausgaskonzentration der Temperaturanstieg noch Jahrhunderte, der Anstieg des Meeresspiegels noch Jahrtausende fortsetzen. Bis ins Jahr 2100 ist mit einer zusätzlichen Hebung des Meeresspiegels um 9-88 cm zu rechnen.¹¹

Deshalb ist zukünftig mit weiteren, erheblichen Wirkungen des Klimawandels zu rechnen, denn grundsätzlich steigen die erwarteten Risiken mit wachsender Temperatur. In den Szenarien nehmen einige Klimawirkungen allmählich zu, andere dagegen könnten schnell und abrupt ansteigen, falls die Temperaturerhöhung einen bestimmten Schwellenwert überschreiten sollte. Stiege die globale Mitteltemperatur um 1-2 °C über das vorindustrielle Niveau, so müsste zum Beispiel mit dem Abschmelzen des Grönlandeises in den nächsten 1000 Jahren und einem dadurch

¹¹ Die Spannbreite resultiert aus der Zusammenführung der Ergebnisse verschiedener Modelle. Gegenüber dem zweiten Sachstandsbericht des IPCC konnte sie bereits etwas verringert werden, ist jedoch nach wie vor recht groß.

bedingten Anstieg des Meeresspiegels um bis zu 7 m gerechnet werden. Bei einem Anstieg der Temperatur um mehr als 2 °C wäre mit einer Abschwächung oder dem Zusammenbruch der thermohalinen Zirkulation im Nordatlantik zu rechnen. Das Risiko eines Zusammenbruchs des Westantarktischen Eisschildes nähme zu, was zu einem Anstieg des Meeresspiegels um weitere 4-6 m über einen Zeitraum von 300 bis 1800 Jahren führen würde.¹² Solche Prozesse hätten nicht nur verheerende Folgen für die Küstenregionen weltweit, sie dürften zudem praktisch unumkehrbar sein.

Bei allen Unsicherheiten der Klimaszenarien müssen solche großräumigen und schwerwiegenden Wirkungen daher unbedingt vermieden werden. Zu beachten sind die Rückkopplungen im Klimasystem, die jenseits einer bestimmten Temperaturerhöhung zu einer Selbstbeschleunigung des Klimawandels führen könnten, zum Beispiel eine durch die erhöhten Temperaturen stark verringerte Einbindung des Kohlenstoffs in Ozeanen und die terrestrische Biosphäre oder eine Veränderung der Absorption und Reflexion des Sonnenlichts (Albedo) wegen der Abnahme des arktischen Seees.

Bereits eine Erwärmung um wenige Grad führt bei vielen Ökosystemen zu schweren Schädigungen. Zwischen 1-2 °C Erwärmung bewirken in 15-20% aller Ökosysteme eine Verschiebung der Lebensräume in andere Regionen. Dies gefährdet z. B. die Lebensräume des Lachses in den USA und die des Eisbären in der Arktis. Bei einer Erwärmung von mehr als 2 °C droht der Verlust der Hälfte der baltischen und mediterranen Zugvögel-Habitate und der vollständige Verlust wertvoller Ökosysteme, z. B. der zum Weltkulturerbe zählenden Kakadu-Feuchtgebiete Australiens.¹³

Auch die Wirtschaft ist von den Wirkungen der Klimaänderungen betroffen, zunächst mit deutlichen regionalen Unterschieden. Gefährdet sind vor allem die Nahrungs-

¹² Die Schätzungen des Risikos und der Geschwindigkeit eines vollständigen Zusammenbruchs des Westantarktischen Eisschildes gehen noch weit auseinander. Jedoch wird dieses Risiko nach dem Abbrechen der Larsen A und B Eisschilde zunehmend höher eingeschätzt. Beispiele für Risiken abrupten, großskaliger Ereignisse sind in Tabelle A1 im Anhang aufgeführt.

¹³ Beispiele für Auswirkungen auf Ökosysteme sind in Tabelle A2 (Anhang) aufgeführt.

und Wasserversorgung.¹⁴ Fachleute erwarten für Afrika bereits bei unter 1 °C Temperaturerhöhung erhebliche Verluste im Umfang von etwa 4 % der Wirtschaftsleistung (BIP). Ab einer Erwärmung von mehr als 2 °C sind dann weltweit deutliche volkswirtschaftliche Nettoverluste – d. h. Einbußen über alle Regionen und Sektoren zusammen genommen überwiegen etwaige Vorteile in anderen Regionen und Sektoren – zu erwarten. Schädliche Wirkungen der Klimaänderungen werden überproportional die Entwicklungsländer sowie besonders die armen Bevölkerungsgruppen treffen und diese z. T. existenziell bedrohen. Häufigere Überschwemmungen führen in Entwicklungsländern zum Anstieg der Atemwegs- und Durchfallerkrankungen sowie der Unterernährung als Folge der durch Klimaänderungen bedingten Ernteverluste.¹⁵

Auch in den Industriestaaten führen Perioden lang anhaltender Hitze zu wachsender Gesundheitsgefährdung vor allem bei älteren oder gesundheitlich bereits geschwächten Menschen, besonders in Städten.

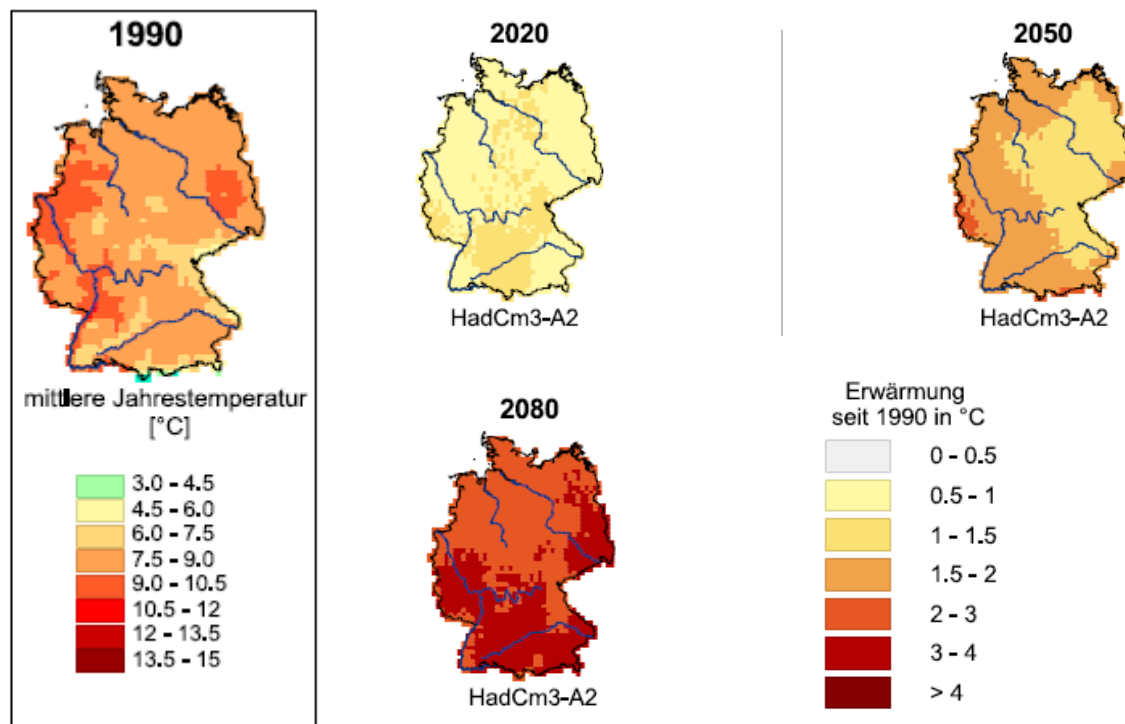
Vor dem Hintergrund dieser vielfältigen und schwerwiegenden Wirkungen schon geringer Temperaturänderungen ist die vom Zwischenstaatlichen Ausschuss für Klimaänderung (IPCC) bei ausbleibenden Klimaschutzmaßnahmen prognostizierte Temperaturerhöhung um 1,4-5,8 °C nicht akzeptabel.

Zukünftige Klimaänderungen und Wirkungen in Deutschland

Auch das Klima in Deutschland wird sich – ohne wirksamen Klimaschutz – weiter ändern. Modellrechnungen zufolge könnte eine deutliche Erwärmung von etwa 0,8-1,8 °C bis 2050 eintreten (vgl. Abbildung 3). Diese wird im Südwesten stärker als im Nordosten und im Winter stärker als im Sommer ausgeprägt sein.

¹⁴ Beispiele für Auswirkungen auf Nahrungssicherheit und Wasser sind in Tabelle A3 (Anhang) aufgeführt. Beispiele für Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit, vgl. Tabelle A4 (Anhang).

¹⁵ Beispiele für Auswirkungen auf die Wirtschaft sind in Tabelle A5 (Anhang) aufgeführt.

Abbildung 3: Veränderung der mittleren Jahrestemperatur in Deutschland

Quelle : Cramer, W. u. a. 2005: *Klimawandel und Klimaanpassung in Deutschland - Vulnerabilität klimasensitiver Systeme*, UBA Bericht FKZ 201 41 253, Berlin.

Der Niederschlag wird vermutlich im Winter eher zu-, im Sommer dagegen eher abnehmen. Dies kann zu insgesamt wärmeren, feuchteren Wintern und heißeren, trockeneren Sommern führen.

Mit Blick auf die Extremereignisse ist eine Zunahme der Häufigkeit von Hitzewellen und eine Abnahme der Zahl der Frosttage sehr wahrscheinlich. Auch die Zunahme der Zahl und Intensität der Starkniederschläge – vor allem im Winter – gilt als wahrscheinlich. Zudem sind häufigere Stürme möglich.

Diese Klimaänderungen werden Wirkungen auf die menschliche Gesundheit, die Land- und Forstwirtschaft, die Wasserwirtschaft, den Küsten- und Hochwasserschutz, die Kraftwerks- und Gebäudetechnik, den Städtebau, die Tourismusindustrie, die Versicherungs- und Finanzwirtschaft, den Naturschutz und die Energieerzeugung haben.

3. Begrenzung des Temperaturanstiegs und erforderliche Handlungsziele

Nach neuestem Kenntnisstand reagiert das Klima deutlich stärker auf einen Konzentrationsanstieg der Treibhausgase als ursprünglich vermutet. Um dramatische Schäden zu vermeiden, muss der Temperaturanstieg dauerhaft auf maximal 2 Grad Celsius gegenüber dem vorindustriellen Niveau begrenzt werden. Oberhalb dieses Bereiches erwartet die Fachwelt großräumige Störungen der Biosphäre und des Wasserhaushalts, und abrupte Klimaänderungen werden wahrscheinlicher. Um das „2°C - Ziel“ einzuhalten, ist es notwendig, die Konzentration der Treibhausgase in der Atmosphäre bei 400 parts per million (ppm) CO₂-Äquivalente zu stabilisieren. Dies bedeutet: Der Anstieg der globalen Emissionen muss in den nächsten 10 bis 20 Jahren gestoppt werden. Anschließend müssen die Emissionen bis 2050 auf unter die Hälfte des heutigen Niveaus und auf ein Viertel des „Business as usual-Trends“ (das sind knapp 20 % Emissionsanstieg pro Dekade) sinken. Die Gerechtigkeit gegenüber den sich entwickelnden Ländern gebietet, dass die Emissionen der Industriestaaten bis 2050 überproportional um 80 % gegenüber dem Ausgangsniveau von 1990 zurückgehen müssten.

Die in der obigen These formulierten Ziele stellen eine Konkretisierung des Artikels 2 der Klimarahmenkonvention dar, in dem sich die Staatengemeinschaft das Umweltqualitätsziel gesetzt hat, *„die Stabilisierung der Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre auf einem Niveau zu erreichen, auf dem eine gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems verhindert wird. Ein solches Niveau sollte innerhalb eines Zeitraums erreicht werden, der ausreicht, damit sich die Ökosysteme auf natürliche Weise den Klimaänderungen anpassen können, die Nahrungsmittelerzeugung nicht bedroht wird und die wirtschaftliche Entwicklung auf nachhaltige Weise fortgeführt werden kann“*.

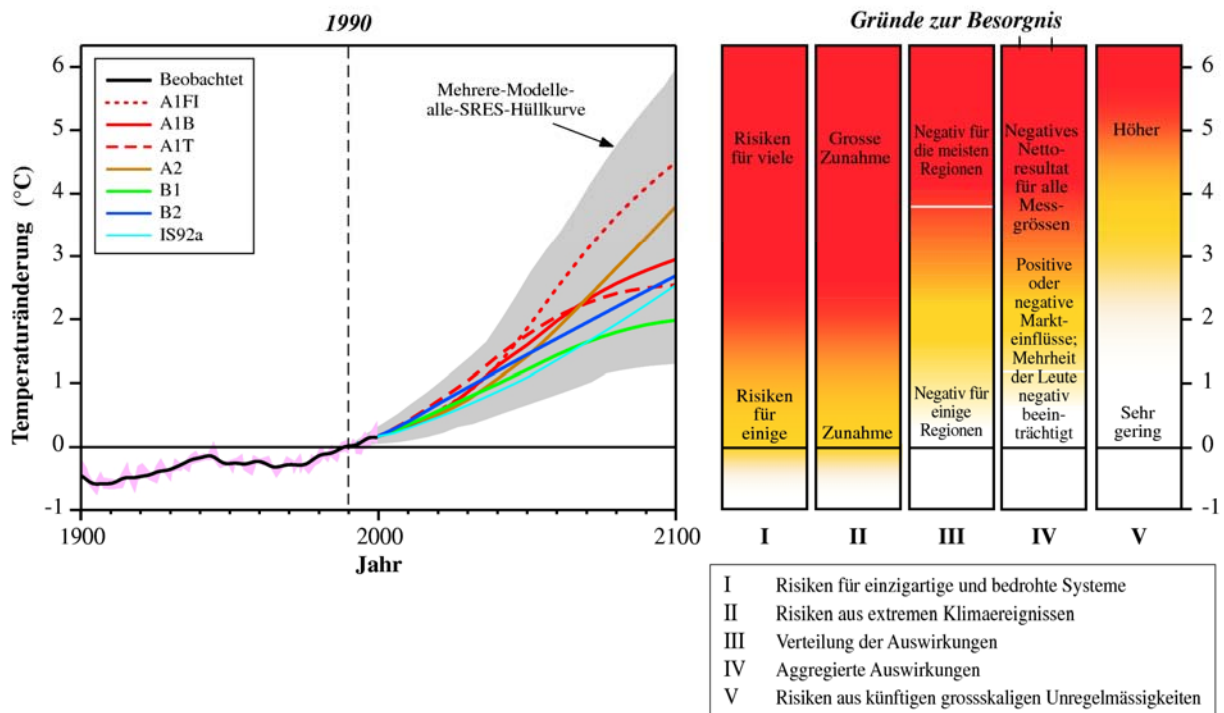
Eine solche Festlegung setzt eine Verständigung darüber voraus, welche Risiken des Klimawandels tolerabel sind und welche nicht. Dies sind letztlich Wertentschei-

dungen, basieren jedoch auf Faktenwissen und werden durch die Anwendung ethischer Prinzipien unterstützt.¹⁶

Der Zwischenstaatliche Ausschuss für Klimaänderung (IPCC) bietet den Verantwortlichen mit dem Konzept der „Besorgnisgründe“ eine Entscheidungshilfe an, „gefährliche“ Klimaänderungen identifizieren zu können. Es beschreibt das Verhältnis zwischen steigender Temperatur und dem Risiko nachteiliger Wirkungen für einzigartige und bedrohte Ökosysteme (z.B. Lebensraum von Eisbären), das Auftreten extremer Ereignisse (z.B. Dürren, Stürme und Starkniederschläge), die Verteilung der Wirkungen, aggregierte Wirkungen und das Risiko für zukünftige abrupte, großräumige Ereignisse (z.B. Zusammenbruch der thermohalinen Zirkulation oder des westantarktischen Eisschildes). Das IPCC gibt jedoch keine definierten Schwellen an, ab denen die Risiken nicht mehr tolerabel sind (vgl. Abbildung 4).

¹⁶ Ethische Prinzipien und ihre Anwendung bei der Interpretation des Artikel 2 der Klimarahmenkonvention werden ausführlich in Konrad Ott et al. 2004 dargestellt: Reasoning goals of climate protection. Specification of Art. 2 UNFCCC. Umweltbundesamt Berlin, FKZ 202 41 252. Aus ethischen Prinzipien lassen sich Prioritätsregeln mit Relevanz für den Klimawandel ableiten, die in Übersicht A1 im Anhang aufgeführt sind.

Abbildung 4: Gründe zur Besorgnis über die Folgen der projizierten Klimaänderungen



Der linke Teil der Abbildung zeigt den beobachteten Temperaturanstieg (bezogen auf 1990) und den Streubereich der geschätzten Temperaturzunahme (nach 1990). Der rechte Teil zeigt ein Konzept mit fünf Gründen zur Besorgnis über Klimaänderungsrisiken bis 2001. Weiße Flächen kennzeichnen neutrale, schwach negative oder positive Folgen oder Risiken, gelbe Flächen bezeichnen negative Folgen für einige Systeme oder geringe Risiken und rote Flächen bedeuten negative Folgen oder Risiken mit größerer räumlicher Ausdehnung und/oder größerem Ausmaß.

Aufbauend auf den in These 2 ausgeführten zu erwartenden Wirkungen des Klimawandels ist in einer Gesamtschau zu bewerten und zu entscheiden, ab welcher Höhe die mit einer bestimmten Temperaturerhöhung verbundenen Risiken als „gefährlich“ anzusehen sind. Als zentrale Kriterien können dabei der Erhalt von Ökosystemen, eine dauerhaft positive wirtschaftliche Entwicklung und die Sicherstellung der Nahrungsmittelproduktion gelten, die als Nebenbedingungen zur Zielformulierung in der Klimarahmenkonvention genannt sind.

Erkennt man die universelle und intersubjektive Gültigkeit bestimmter ethischer Prinzipien an, so ist bereits eine Temperaturerhöhung von 1 °C über vorindustriellem Niveau als gefährlich einzustufen und erfordert wirksame Gegenmaßnahmen.

Die Nahrungsmittelproduktion sollte weltweit zu einem bestimmten festzulegenden Mindestanteil *regional* gesichert werden können. Eine globale Erwärmung von nur 1 °C zusätzlich bedroht bis zu 800 Millionen Menschen mit Wasserknappheit oder Hunger, bei über 2 °C wären dies sogar 3 Mrd. Menschen. Es kommt verschärfend hinzu, dass den weltweit verfügbaren Nahrungsmitteln in manchen Regionen kein funktionierender Handel und keine ausreichende Kaufkraft zur Sicherung der Lebensgrundlagen gegenüber stehen.¹⁷ Der gegenwärtige Kenntnisstand zu künftigen Klimaänderungen lässt befürchten, dass einige Ökosysteme, Habitate und Tierarten in vielen Regionen bereits unterhalb einer Temperaturerhöhung von 1 °C nicht in der Lage sein werden, sich an die Klimaänderungen und deren Wirkungen anzupassen. Die Wirkungen auf Ökosysteme und Volkswirtschaften sowie das Risiko großskaliger und irreversibler Ereignisse nehmen bei einer Erwärmung zwischen 1 °C und 2 °C deutlich zu.

Insgesamt wird deutlich, dass selbst bei einer Temperaturerhöhung unter 2 °C mit ernststen Schäden zu rechnen ist. Jenseits dieser Schwelle nehmen die Schäden und Risiken dramatisch zu. Daher ist es nach heutigem Stand des Wissens geboten, eine Erwärmung um 2 °C gegenüber dem vorindustriellen Zeitalter als strikte Obergrenze einer globalen Temperaturerhöhung festzulegen.¹⁸

Auf Basis des Zweiten Sachstandsberichts des IPCC und der darin beschriebenen ernststen Klimarisiken, fasste der EU-Umweltministerrat bereits 1996 den Beschluss, dass der Anstieg der globalen Mitteltemperatur das vorindustrielle Niveau nicht um mehr als 2 °C übersteigen sollte. Der Europäische Rat bekräftigte dieses Ziel im

¹⁷ Vgl. Ott, K. u.a. 2004: Reasoning goals of climate protection. Specification of Art. 2 UNFCCC. Umweltbundesamt Berlin, FKZ 202 41 252.

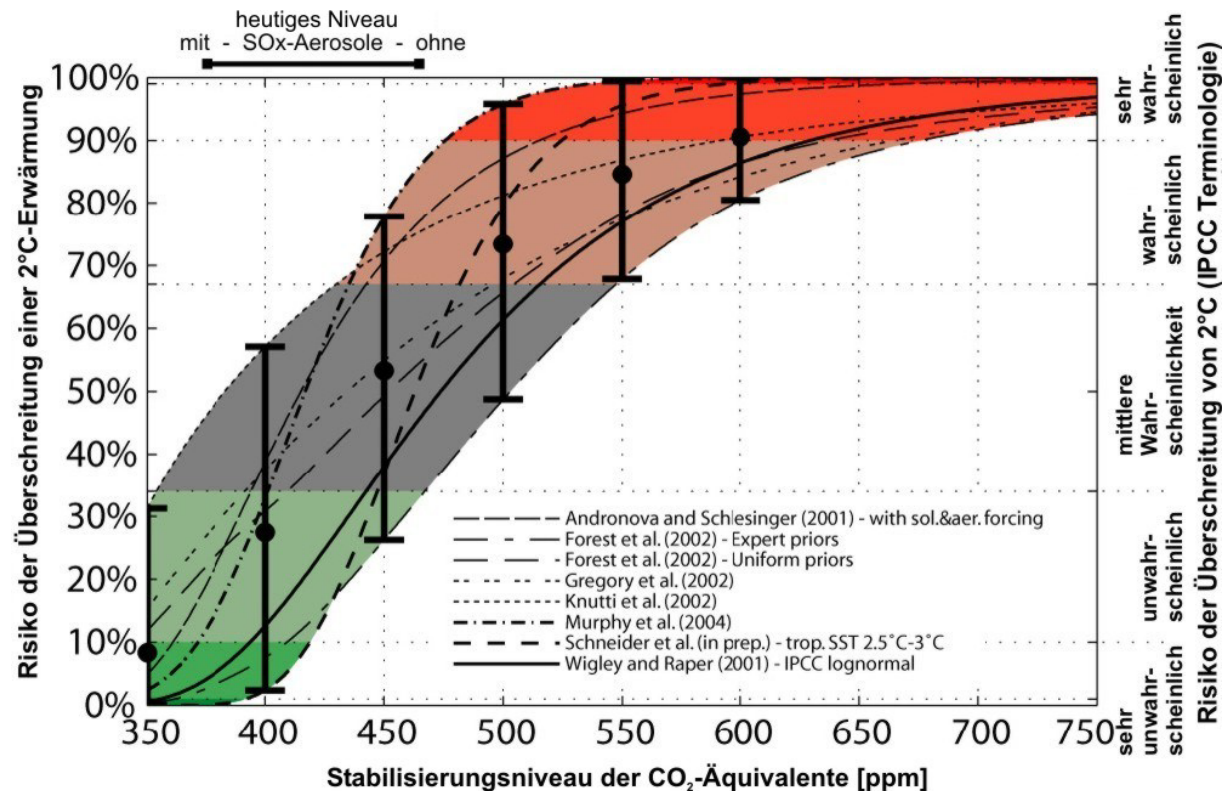
¹⁸ Eine Begrenzung des Anstiegs der globalen Temperaturen auf deutlich unter 2 °C ist mit Blick auf die drohenden Schäden zwar erstrebenswert, als handlungsleitendes Ziel nach derzeitigen Wissensstand jedoch praktisch unrealistisch. Die dazu notwendigen äußerst drastischen und kurzfristigen Emissionsminderungen dürften politisch kaum durchsetzbar sein. Bis heute ist bereits ein Temperaturanstieg um 0,7 °C zu verzeichnen. Selbst wenn ab sofort jegliche Emission von Treibhausgasen durch menschliche Aktivitäten unterbliebe, würden die Temperaturen noch auf deutlich mehr als 1 °C über dem vorindustriellen Niveau steigen (Vgl. Hare, B. und Meinshausen, M. 2004: How Much Warming are we Committed to and How Much Can be Avoided?, PIK-Report Nr. 93).

März 2005. Eine solche langfristige Begrenzung der globalen Mitteltemperatur erfordert, dass die Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre stabilisiert wird, wie es die Klimarahmenkonvention als Ziel formuliert hat. Wegen verbleibender Unsicherheiten ist ein Zielwert für die Treibhausgaskonzentration nur als Wahrscheinlichkeitsaussage ableitbar.¹⁹

Die Abbildung 5 zeigt, dass bei einer Stabilisierung der Treibhausgaskonzentration bei 400 ppm für alle Kyoto-Gase das Risiko eines Anstiegs der Temperatur um mehr als 2 °C im Mittel bei etwa 25 % liegt. Will man demnach eine solche Erwärmung mit einer Wahrscheinlichkeit von mindestens 75 % vermeiden, so ist langfristig eine Stabilisierung der Treibhausgaskonzentration unterhalb von 400 ppmv für alle Kyoto-Gase (etwa 360 ppmv CO₂) anzustreben.²⁰ Eine Stabilisierung bei 550 ppm CO₂-Äquivalenten (alle Kyoto-Gase) würde dagegen nur eine Chance von etwa 1 zu 6 (16 %) liefern, unterhalb der 2 °C Temperaturgrenze zu bleiben.

¹⁹ Welche Treibhausgaskonzentration zu welcher Temperaturzunahme führt, kann nicht exakt angegeben werden, da hinsichtlich dieser Klimasensitivität noch wissenschaftliche Unsicherheiten bestehen. Eine Klimasensitivität von 2 °C würde demnach bedeuten, dass bei einer Konzentration der Treibhausgase von 550 ppmv CO₂-Äquivalenten (alle Kyoto-Gase) eine Temperaturzunahme gegenüber dem vorindustriellen Zeitalter um 2 °C eintritt. Die Wissenschaftler des IPCC gehen indes davon aus, dass diese Klimasensitivität zwischen 2 und 4 °C liegt. Vgl. dazu IPCC Working Group I Workshop on Climate Sensitivity - Workshop held in Paris, France, 26–29 July 2004, Details unter http://ipcc-wg1.ucar.edu/meeting/CSW/product/CSW_Report.pdf
Daraus als Fazit: Kerr, R. A. 2004: Three Degrees of Consensus in *Science* 13 August 2004; 305: 932-934

²⁰ Meinshausen und Hare (2004) verwenden die IPCC-Terminologie für Wahrscheinlichkeitsaussagen. Demnach ist nur bei einer Stabilisierung der Treibhausgaskonzentration unterhalb von 360 ppmv CO₂ oder 400 ppmv CO₂-Äquivalente eine Überschreitung der 2 °C-Grenze als „unwahrscheinlich“ anzusehen (= „unlikely“, d.h. das Risiko ist kleiner als 33 %). Die Chance, die 2 °C-Temperaturgrenze einzuhalten, liegt dann im Mittel bei mehr als 74 %. Quelle: Hare, B. und Meinshausen, M. 2004: How Much Warming are we Committed to and How Much Can be Avoided?, PIK-Report Nr. 93. Weitere Beispiele für solche Wahrscheinlichkeitsdichtefunktionen findet man in Jones, R.N. 2003: Managing the risk of climate change. Paper prepared for the OECD Project on the Benefits of Climate Policy, 12-13 December 2002, Paris, ENV/EPOC/GSP(2003)22/FINAL.

Abbildung 5: Risiko einer globalen Erwärmung um mehr als 2 °C

Risiko einer Erhöhung um 2°C gegenüber vorindustriellen Temperaturen für verschiedene Stabilisierungsniveaus der Treibhausgaskonzentration, Quelle: B. Hare, M. Meinshausen, Oktober 2004: *How Much Warming are we Committed to and How Much Can be Avoided?*, PIK-Report Nr. 93.

Da die heutige Konzentration des CO₂ in der Atmosphäre mit 370 ppmv bereits über der Zielkonzentration von etwa 360 ppmv liegt, muss sie langfristig unter das heutige Niveau gesenkt werden. Ein kurzzeitiges „Überschreiten“ dieser langfristigen Begrenzung der Treibhausgaskonzentration führt wegen der Trägheit des Klimasystems nicht zwangsläufig auch zu einer Überschreitung des 2 °C-Temperaturziels. Die Treibhausgaskonzentration muss jedoch so schnell wie möglich durch geeignete Maßnahmen wieder gesenkt werden.²¹

²¹ Die Emissionen müssen dazu langfristig unter die von Ozeanen und Biosphäre gebundenen Kohlenstoffmengen gesenkt werden. Zusätzlich könnte z. B. das in Biomasse-Kraftwerken anfallende CO₂ abgeschieden und in geologischen Formationen gespeichert werden. So würde der Atmosphäre per Saldo soviel CO₂ „entzogen“, wie die Biomasse bei deren Aufwuchs eingebunden hat.

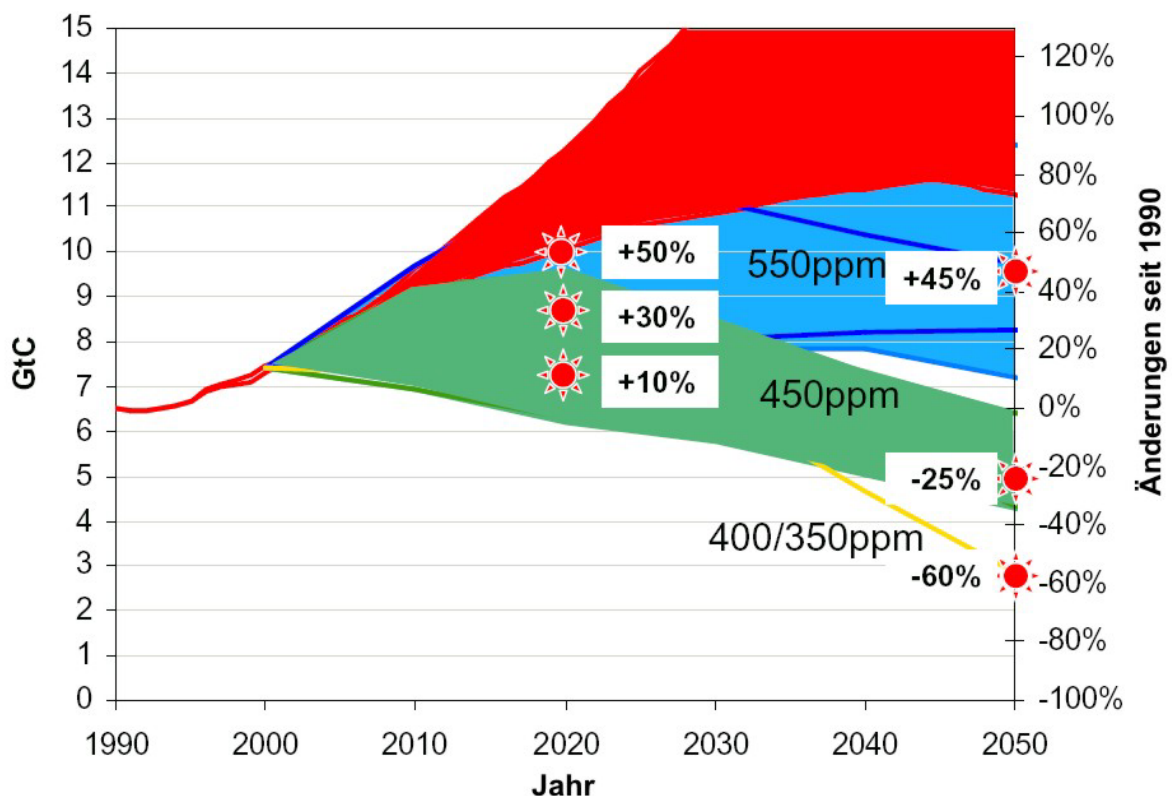
Notwendige langfristige weltweite Emissionsminderungen

Aus den derzeit vorliegenden Studien zu einer Stabilisierung der Treibhausgaskonzentration unterhalb von 450 ppmv geht hervor, dass die hierfür notwendigen weltweiten Minderungen der Treibhausgasemissionen bis 2050 bei etwa 45-60 % gegenüber dem Niveau von 1990 liegen (vgl. Abbildung 6).²²

Um das Risiko einer Überschreitung der 2 °C-Grenze auf weniger als 25 % zu senken, sind bis 2050 global Minderungen der Treibhausgasemissionen im Umfang von mehr als 50 % im Vergleich zu 1990 erforderlich. Gegenüber dem in These 5 beschriebenen Business as usual - Szenario bedeutet dies eine Minderung um mehr als 80 %.

²² Der WBGU empfiehlt, dass zur Einhaltung der 2 °C-Grenze und somit Stabilisierungszielen unterhalb 450 ppmv CO₂ eine globale Emissionsminderung von 45-60 % bis 2050 gegenüber 1990 anzustreben ist in WBGU 2003: Über Kyoto hinaus denken – Klimaschutzstrategien für das 21. Jahrhundert, Berlin, S. 2.

Meinshausen et al. gehen davon aus, dass die Emissionen (einschließlich derer aus der Landnutzung) um 50 % gegenüber 1990 gesenkt werden müssen, wenn man die Treibhausgaskonzentration (Kyoto-Gase) bei 400 ppmv CO₂-Äquivalente stabilisieren will. Für 450 ppmv sind es etwa 30 % (Meinshausen, M., W. Hare, T. Wigley, D. van Vuuren, M. den Elzen, R. Swart „Multi-gas emission pathways to meet climate targets“ eingereicht bei „Climatic Change“).

Abbildung 6: Mögliche CO₂-Emissionspfade bis 2050

Die roten Markierungen zeigen exemplarisch für die drei betrachteten Stabilisierungsniveaus mögliche Emissionswerte in 2020 und 2050, für 400 ppmv CO₂ könnten die Emissionen demnach im Jahre 2020 noch 10 % über und müssten in 2050 etwa 60 % unter dem Niveau von 1990 liegen. Für 450 ppmv CO₂ könnten die Emissionen im Jahre 2020 noch 30 % über und müssten in 2050 etwa 25 % unter dem Niveau von 1990 liegen.

Quelle: Höhne et al. 2005: UBA Berlin, Reihe Climate Change 2/05, FKZ 203 41 148/01.

In jedem Fall ist der gegenwärtige Anstieg der Emissionen in den nächsten 10-20 Jahren zu stoppen und in eine deutliche Minderung zu überführen. Die Gerechtigkeit gegenüber den sich entwickelnden Ländern gebietet, dass die Emissionen der Industriestaaten überproportional, um mindestens 80 % bis 2050 gegenüber dem Ausgangsniveau von 1990 zurückgehen müssten. Das entspräche einer Senkung des jährlichen Pro-Kopf-Ausstoßes an CO₂ um 10 Tonnen von derzeit durchschnittlich 12 Tonnen auf gut 2 Tonnen. Je schneller dies gelingt, desto mehr Spielraum steht für den vorübergehenden Emissionsanstieg in Schwellen- und Entwicklungsländern zur Verfügung. Bis zum Ende des 21. Jahrhunderts sollten die Treibhausgasemissionen weltweit auf unter 2 Tonnen pro Kopf sinken.

4. Anpassung an die Wirkungen der Klimaänderungen

Alle Staaten müssen sich bereits heute vor den Klimafolgen schützen, indem sie Schäden, verursacht durch die bereits eingetretenen Klimaänderungen, für Land- und Forstwirtschaft, Infrastruktur und das Siedlungswesen verringern. Die sich entwickelnden Länder benötigen dabei die Unterstützung der Industrieländer, die den Klimawandel überwiegend verursachen. Die in verschiedenen Fonds bereitgestellten Budgets sind für diese Aufgabe nicht ausreichend – Anpassung ist als zentraler Aspekt in die allgemeine Entwicklungsplanung und Entwicklungszusammenarbeit zu integrieren. Anpassungen an die Folgen des verstärkten Treibhauseffektes sind allerdings keine Lösung des Problems, sondern nur Linderung der Wirkungen.

Die internationalen Klimaschutzverhandlungen haben sich zunächst mit Maßnahmen der Emissionskontrolle und -minderung beschäftigt.²³ Wo, wie und in welchem Umfang Maßnahmen zur Anpassung an Klimaänderungen und deren Wirkungen notwendig sein werden und wie deren Kosten gedeckt werden können, sind Fragen, die besonders die Entwicklungsländer zunehmend in den Vordergrund stellen. Die Vertragsstaaten der Klimarahmenkonvention bekräftigten mehrfach, dass kurzfristig wirksame Anpassungsmaßnahmen erforderlich seien. So erklärten die Industriestaaten ihre Bereitschaft, die Entwicklungsländer bei Anpassungsmaßnahmen zu unterstützen.²⁴ Allerdings werden die durch internationale Klimaschutzvereinbarungen zur Verfügung gestellten Budgets allein für die langfristig notwendigen Anpassungsmaßnahmen nicht ausreichen.

²³ Vgl. Najam, A., Huq, S. und Sokona, Y. 2003, "Climate negotiations beyond Kyoto: developing countries concerns and interests", *Climate Policy*, 3 (2003) 221-231 sowie H. Ott, B. Brouns, H. Winkler, S. Kartha, M.J. Mace, S. Huq, Y. Kameyama, A.P. Sari, J. Pan, Y. Sokona, P.M. Bhandari, A. Kassenberg, E. La Rovere, A. Rahman, 2004, "South-North Dialogue - Equity in the Greenhouse", GTZ, PN 2001.2184.8, erhältlich unter http://www.wupperinst.org/download/1085_proposal.pdf.

²⁴ Siehe u.a. „Dehli Declaration“ der 8. Vertragsstaatenkonferenz in Neu Dehli 2002 <http://unfccc.int/resource/docs/cop8/07a01.pdf>.

Wegen der engen Verbindung und der Abgrenzungsschwierigkeiten zwischen Anpassung an Klimaänderungen sowie der allgemeinen Maßnahmen der Entwicklungszusammenarbeit ist es ratsam, Anpassung vor allem im Kontext der bestehenden Entwicklungszusammenarbeit zu behandeln. Eine notwendige Bedingung für die langfristige Anpassungsfähigkeit der ärmeren Staaten an den Klimawandel ist deren dauerhaft positive wirtschaftliche Entwicklung.

Je länger sich das Klima ungebremst verändert umso heftiger fallen die Wirkungen in der Zukunft aus, was wiederum zu höheren Schäden und höheren Kosten für Anpassungsmaßnahmen führen wird. Zudem ist bei bestimmten Klimaänderungen oder ab einem gewissen Ausmaß der Wirkungen eine Anpassung praktisch nicht mehr möglich. Vor diesem Hintergrund ist die deutliche Verringerung der Klimagasemissionen als die prioritäre und langfristig effizientere Form der „Anpassung“ anzusehen.

Anpassung ist – entgegen verbreiteter Auffassung – nicht nur eine Notwendigkeit für Entwicklungsländer. Der Klimawandel und seine Wirkungen betreffen bereits jetzt auch die Industriestaaten. Extreme Ereignisse in den vergangenen Jahren, wie Stürme, Überflutungen und Hitzeperioden, verursachten teilweise erhebliche einzel- und volkswirtschaftliche Schäden. Ohne einen angemessenen Klimaschutz wird sich der derzeit beobachtbare Klimawandel in Zukunft verstärken und zu weiteren deutlichen negativen Wirkungen auf den Menschen und seine natürliche Umwelt führen. Deshalb sollten die Industrieländer – neben langfristig wirksamen Klimaschutzmaßnahmen (Verringerung der Treibhausgasemissionen) – auch Anpassungsmaßnahmen ergreifen.

Einrichtung eines Kompetenzzentrums „Klimafolgen und Anpassung“ am Umweltbundesamt

Auch Deutschland sollte eine Strategie zur Anpassung entwickeln, die in die deutsche Klimaschutzstrategie integrierbar ist. Weil in Deutschland Anpassungserfordernisse zu analysieren und Maßnahmen einzuleiten sind, bereitet das Umweltbundesamt ein Kompetenzzentrum „Klimafolgen und Anpassung“ (KomPass) vor.

Die Arbeit des KomPass im Umweltbundesamt wird sich an folgenden Zielen orientieren:

- das Wissen über zukünftige Risiken des Klimawandels in Deutschland in allgemein verständlicher Form zusammenfassen und an Entscheidungsträger sowie die breite Öffentlichkeit kommunizieren;
- ein Netzwerk – bestehend aus Akteuren aus Wirtschaft, Verwaltung und Politik – etablieren, um Informationsgewinnung und -fluss zu gewährleisten;
- geeignete regionale Anpassungsmaßnahmen auswählen und deren Implementierung auf verschiedenen Ebenen (kommunal, regional, national) unterstützen;
- strategische Elemente für Handlungsempfehlungen identifizieren, bewerten und kommunizieren;
- eine auf verschiedene Zielgruppen abgestimmte Öffentlichkeitsarbeit mit dem Ziel betreiben, die Sensibilisierung für erforderliche Klimaschutzmaßnahmen zu erhöhen.

Die Tätigkeit des Kompetenzzentrums wird dazu beitragen, die Risiken durch Klimaänderungen in Deutschland rechtzeitig zu erkennen und an Entscheidungsträger zu kommunizieren. KomPass ermöglicht diesen so, absehbaren Risiken angemessen zu begegnen.

5. Globale Emissionstrends

Der Staatengemeinschaft gelang es bisher nicht, die globalen Emissionen zu stabilisieren und den steigenden Trend umzukehren. Das Kyoto-Protokoll sieht Emissionsminderungsverpflichtungen für Industrieländer um durchschnittlich rd. 5 % ihrer Emissionen des Jahres 1990 vor. Dieser wichtige, erste Schritt musste hart erkämpft werden und ist ein großer Erfolg für die internationale Umweltpolitik, reicht jedoch nicht aus. Den vereinbarten Emissionsminderungen der Industriestaaten um etwa 1 Mrd. Tonnen CO₂-Äquivalente (bis 2012) steht heute bereits ein globaler Emissionsanstieg um ca. 3 Mrd. Tonnen gegenüber.

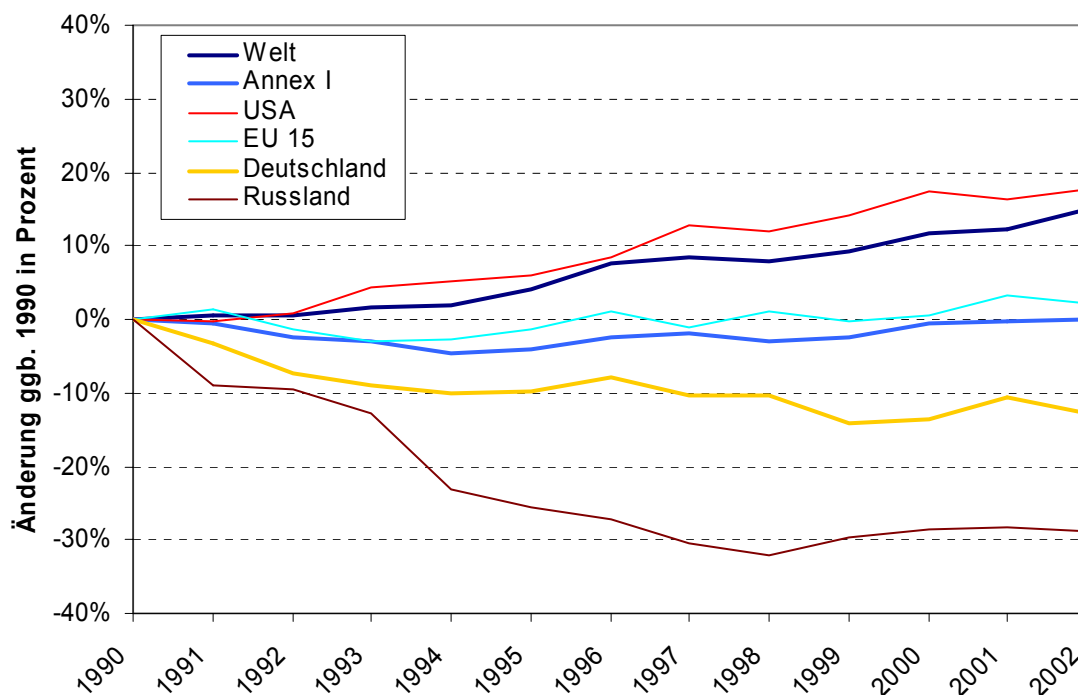
Die notwendige Minderung der Treibhausgasemissionen ist vor dem Hintergrund einer erwarteten starken Zunahme der weltweiten Emissionen in diesem Jahrhundert zu sehen. Der Zwischenstaatliche Ausschuss für Klimaänderung (IPCC) hat Szenarien zur Beschreibung der zukünftigen Emissionen ohne Klimaschutzmaßnahmen (Business as usual) entwickelt.²⁵ Diese gehen von jeweils unterschiedlichen Annahmen zu grundsätzlichen gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Entwicklungen in der Welt aus. Exemplarisch sei hier ein mittleres Szenario (A1 AIM) zitiert, nach dem die CO₂-Emissionen weltweit bis 2050 auf etwa 230 % (60 Gigatonnen CO₂) des Niveaus von 1990 (26 Gt CO₂) ansteigen werden, in den OECD-Staaten dagegen „nur“ auf etwa 120 %.²⁶

²⁵ In einem Sonderbericht wurden die Szenario-Familien A1, A2, B1 und B2 (SRES-Szenarien) entwickelt, denen jeweils unterschiedliche Annahmen über den Grad der internationalen Verflechtung der Wirtschaft und Lebensstile zugrunde liegen. Die Szenarien A1T, A1FI und A1B unterscheiden wiederum verschiedene technische Entwicklungen. Eine Übersicht über die mit den verschiedenen Szenarien verbundene Referenzentwicklung (BAU) der Emissionen gibt Abbildung A2 (Anhang).

²⁶ Der stärkere Anstieg der Emissionen in den Entwicklungsländern ist z. T. darauf zurückzuführen, dass die IPCC-Szenarien (SRES) eine aufholende Entwicklung dieser Länder als Prämisse setzen. Die Internationale Energieagentur (IEA) z. B. geht für diese Länder von etwas weniger optimistischen wirtschaftlichen Aussichten mit geringeren Emissionen aus (vgl. IEA 2004: World Energy Outlook, Paris.).

Die notwendige langfristige Minderung der Treibhausgasemissionen erfordert vor diesem Hintergrund, den steigenden Trend zu stoppen und danach die Emissionen drastisch zu senken. Das auf das Jahr 2008-2012 ausgerichtete Kyoto-Protokoll sieht eine Minderung der Emissionen der Industriestaaten um durchschnittlich 5,2 % oder etwa 1 Mrd. Tonnen CO₂-Äquivalente gegenüber dem Niveau von 1990 vor. Die Emissionen der EU (15 Mitgliedstaaten) lagen im Jahr 2003 um 1,7 % unter dem Niveau von 1990, während die Emissionen in Deutschland im selben Zeitraum um 18,5 % sanken.²⁷ Insgesamt lagen die CO₂-Emissionen der Industriestaaten im Jahr 2002 etwa auf dem Niveau von 1990. Der deutlichen, z. T. durch Rückgang der Wirtschaftstätigkeit bedingten, Verringerung der Emissionen in den Staaten der ehemaligen Sowjetunion und Osteuropas steht ein erheblicher Anstieg der Emissionen in den meisten westlichen Industriestaaten gegenüber.

Abbildung 7: Energiebedingte CO₂-Emissionen 1990 bis 2002



Quelle: International Energy Agency (IEA) 2004/2001: CO₂ Emissions from fossil fuel combustion, OECD, Paris.

²⁷ Vgl. Europäische Umweltagentur 2005: Annual European Community greenhouse gas inventory 1990-2003 and inventory report 2005,

http://reports.eea.eu.int/technical_report_2005_4/en/EC_GHG_Inventory_report_2005.pdf.

Die mit dem Kyoto-Protokoll angestrebte Verringerung wird zudem durch den Anstieg der Emissionen in Staaten ohne Kyoto-Verpflichtungen mehr als kompensiert. Schon 2002 war ein Anstieg der globalen Treibhausgasemissionen um mehr als 3 Mrd. Tonnen zu verzeichnen.²⁸ Ohne zusätzliche Klimaschutzmaßnahmen wäre bis 2010 mit einem Anstieg der Emissionen um weitere 1,5 Mrd. Tonnen zu rechnen.²⁹

Dennoch stellt das Kyoto-Protokoll einen klimapolitisch wichtigen, ersten Schritt auf dem Weg zur Lösung des Klimaproblems dar. Es schafft wichtige Rahmenbedingungen für die Kooperation der Staatengemeinschaft beim Klimaschutz. Die glaubwürdige Umsetzung der eingegangenen Verpflichtungen seitens der Industriestaaten ist eine unerlässliche Vorbedingung für die Einbeziehung weiterer Staaten in Klimaschutzanstrengungen. Die teilnehmenden Staaten können auf diese Weise wichtige Erfahrungen sammeln und das notwendige Vertrauen und Engagement der Wirtschaft gewinnen. Nur, falls sich in den Industriestaaten die Emissionen auch wirklich verringerten, könnten Entwicklungsländer davon überzeugt werden, einen klimafreundlichen Entwicklungspfad einzuschlagen.

²⁸ Laut World Resources Institute (2005) stieg zwischen 1990 und 2000 die Emission aller Kyoto-Gase um 3,37 Mrd. Tonnen CO₂-Äquivalente. Die IEA (2004) weist einen Anstieg allein der CO₂-Emission von 1990 bis 2002 um 3,2 Mrd. Tonnen aus.

²⁹ Vgl. World Resources Institute 2005: Climate Analysis Indicators Tool (CAIT), <http://cait.wri.org>.

6. Minderung der globalen Emissionen

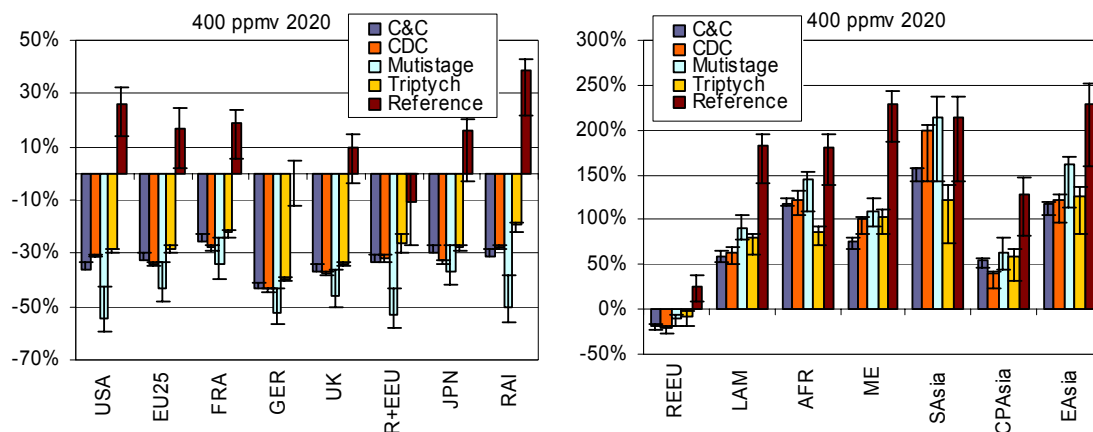
Um das langfristige Ziel der Klimarahmenkonvention zu erreichen, müssen die globalen Emissionen spätestens ab 2020 sinken. Hieran müssen sich langfristig alle Länder beteiligen. Die Emissionen der Industriestaaten sind bis zum Jahr 2020 um ein Drittel gegenüber dem Bezugsjahr 1990 zu vermindern. Die Staats- und Regierungschefs der EU brachten dies im März 2005 anlässlich ihres Gipfeltreffens zum Ausdruck und forderten die Industriestaaten auf, Emissionsminderungsziele in der Größenordnung von 15 bis 30 % bis 2020 zu erwägen. Der Einbeziehung der USA als gegenwärtig größtem Emittenten von Treibhausgasen und der Beteiligung der wichtigsten Entwicklungsländer – wie China, Indien und Brasilien, deren starker Emissionsanstieg sich in den nächsten Jahren weiter fortsetzen wird – kommt bei dieser globalen Herausforderung eine ganz besondere Bedeutung zu.

Das Umweltbundesamt stellt fest, dass die bisher im Kyoto-Protokoll vereinbarten Emissionsminderungsziele bei weitem nicht ausreichen, um den internationalen Klimaschutz zum Erfolg zu führen, denn der Anstieg der weltweiten Emissionen wird nur schwach gebremst. Der Trend muss langfristig aufgehalten und umgekehrt werden. Je länger die Emissionen steigen, desto schwieriger und teurer werden die mittel- und langfristig unausweichlichen Maßnahmen zur Emissionsminderung. Deshalb sind in den nächsten Jahren über das Kyoto-Protokoll weit hinaus reichende Emissionsminderungsziele international zu vereinbaren.

Hieran müssen sich alle Länder beteiligen – allerdings unterschiedlich in Art und Umfang der Beteiligung. Das Umweltbundesamt hat die Ergebnisse verschiedener Ansätze zur Aufteilung der Emissionsminderungsbeiträge untersuchen lassen. Die Abbildung 8 zeigt exemplarisch, welche Reduktionsbeiträge aus vier ausgewählten Ansätzen resultieren. Der fünfte Balken ganz rechts zeigt für jede Region die zugrunde gelegte Referenzentwicklung. Für die EU(25) ergibt sich so z.B. bis 2020 eine Reduktion um mindestens 30 % gegenüber 1990, während ohne Klimaschutzvereinbarungen (BAU-Szenario) ein Anstieg der Emissionen um mehr als 15 % zu

erwarten wäre.³⁰ Die Werte für Deutschland liegen für alle dargestellten Lastenteilungsszenarien bei mindestens 40 % Minderung der Emissionen bis zum Jahre 2020 gegenüber 1990. Für China (in der Abbildung 8 Teil der Region CP-Asien) wäre ohne Klimaschutzmaßnahmen bis 2020 ein Anstieg der Treibhausgasemissionen um etwa 130 % zu erwarten, die untersuchten Lastenteilungsansätze gestehen nur etwa 40-60 % höhere Emissionen als im Jahre 1990 zu.

Abbildung 8: Emissionsbudgets nach verschiedenen Lastenteilungsansätzen ausgewählter Regionen/Länder bei Verfolgung eines 400 ppmv CO₂-Stabilisierungsziels



Die Werte in der Abbildung³¹ beziehen sich auf alle Kyoto-Treibhausgase, das Stabilisierungsniveau dagegen nur auf CO₂. 400 ppm CO₂ entsprechen etwa 470 ppm für alle Treibhausgase, 450 ppm entsprechen etwa 550 ppm für alle Treibhausgase. Quelle: Höhne et al. 2005: UBA Berlin, Reihe Climate Change 2/05, FKZ 203 41 148/01. RF+ = Russland plus Staaten des Annex I aus früherer Sowjetunion (ohne Baltische Staaten); RAI = sonstige Annex I Staaten; RFSU = sonstige frühere Sowjetunion (ohne Annex I); LAM = Lateinamerika; ME = Mittlerer Osten; CP-Asien = China, Nordkorea, Mongolei.

³⁰ Zur Erläuterung der Verteilungsansätze siehe These 8.

³¹ Die hier verglichenen Lastenteilungsansätze sind „Contraction and Convergence“ (C&C), „Common but differentiated Convergence“ (CDC), ein 4-Stufen-Ansatz (Mehrstufen) und Triptych in der Version 6.0. BAU kennzeichnet die Referenzentwicklung. Nähere Erläuterungen zum Mehrstufenansatz siehe These 8.

Diese Untersuchungen zeigen, dass die 2 °C- Obergrenze nur dann einhaltbar wäre, falls die Industriestaaten ihre Treibhausgasemissionen bis 2020 durchschnittlich um ein Drittel gegenüber dem Bezugsjahr 1990 minderten.

Das Umweltbundesamt unterstützt daher auch das von der Bundesregierung vorgeschlagene Zwischenziel, die Treibhausgasemissionen der EU bis 2020 um 30 % gegenüber 1990 zu reduzieren. Deutschland hat sich vor diesem Hintergrund zu einer Minderung um 40 % bereit erklärt.³² Im weiteren Verlauf müssen die Emissionen in Deutschland bis zum Jahr 2030 um mehr als 50 %, in der EU um mehr als 40 % gegenüber 1990 gesenkt werden. Bis zur Mitte des 21. Jahrhunderts sind die Emissionen auf ein Fünftel zu senken, d. h. um 80 % gegenüber 1990. Die Enquete-Kommission des 14. Deutschen Bundestages „Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und Liberalisierung“ hat die Machbarkeit dieser Reduktionen für Deutschland dargelegt.³³

Der Europäische Rat der Staats- und Regierungschefs schlug im März 2005 vor, Emissionsreduktionsziele für die Industriestaaten von 15-30 % bis 2020 gegenüber 1990 in Erwägung zu ziehen.³⁴ Diese Ziele sollen fortlaufend auf der Basis von Kosten-Nutzen-Analysen überprüft werden. Ferner hat der Europäische Rat auf den Beschluss des Umweltministerrates vom 10. März 2005 Bezug genommen, der eine Reduktion von 60-80 % bis 2050 ins Auge fasst. Aus Sicht des Umweltbundesamtes

³² Die in der Abbildung 8 dargestellten Ergebnisse zeigen, dass diese Reduktionsbeiträge sich am unteren Rand des sich bei verschiedenen Lastenteilungsansätzen ergebenden Spektrums bewegen. Im untersuchten Mehrstufenansatz liegen die Reduktionsbeiträge bei mehr als 50 % für Deutschland und mehr als 40 % für die EU bis 2020.

³³ Endbericht der Enquete-Kommission des 14. Deutschen Bundestages „Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und Liberalisierung“, Bundestagsdrucksache 14/9400.

³⁴ Frühjahrstagung des Europäischen Rates in Brüssel am 22.-23.03.2005 in Brüssel Schlussfolgerungen des Vorsitzes, http://ue.eu.int/ueDocs/cms_Data/docs/pressData/de/ec/84347.pdf.

Als Bezugszeitraum wurde das Kyoto-Basisjahr angegeben. Dies ist in der Regel 1990. In einzelnen Ländern kann dies für die Treibhausgase Schwefelhexafluorid, teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe und perfluorierte Kohlenwasserstoffe auch 1995 sein.

wäre dies nur ausreichend, falls sich die heutigen Industriestaaten am oberen Rand der angegebenen Werte (-30 % bis 2020 und -80 % bis 2050) orientierten.

Einbeziehen der USA und der Schwellen- und Entwicklungsländer

Die Teilnahme der USA – als weltgrößter Emittent von Treibhausgasen – an der globalen Emissionsminderung ist eine wichtige Voraussetzung für den Erfolg der Klimaschutzzusammenarbeit.³⁵ Dies betrifft sowohl das Erreichen der globalen Klimaschutzziele als auch den Erfolg der multilateralen Zusammenarbeit. Während die derzeitige US-Regierung keine Anzeichen einer Rückkehr in die multilateralen Verhandlungen zeigt, kommt in den letzten Jahren Bewegung in die Klimaschutzpositionen der US-Bundesstaaten.³⁶ So planen neun nordöstliche Bundesstaaten gemeinsam mit fünf ostkanadischen Provinzen, ein Emissionshandelssystem aufzubauen und die Treibhausgasemissionen bis 2010 auf das Niveau von 1990 zurückzuführen. Ein solches System ließe sich grundsätzlich mit dem Emissionshandelssystem der EU verknüpfen und würde so eine Chance bieten, Kostensenkung, breitere Teilnahme am Klimaschutz und größere Akzeptanz des Klimaschutzes zu erreichen (besonders innerhalb der USA).

Die Strategie der US-Regierung hat sich in sofern gewandelt, als nicht mehr bestritten wird, dass der Klimawandel real ist. Allerdings liegen die Vorstellungen der USA zu geeigneten Lösungsstrategien von denen der meisten EU-Mitgliedstaaten sehr weit entfernt. Die USA setzen vor allem auf die langfristige Minderung der Nicht-CO₂-Treibhausgasemissionen, auf so genannte „saubere Kohle“³⁷ und auf die Wasserstofftechnik. Obwohl in diesen Bereichen kurzfristig keine hinreichenden

³⁵ Der Anteil der USA an der globalen Treibhausgasemission beträgt etwa 20 %, gefolgt von China (14,7 %) und der EU25 mit 14 %.

³⁶ Die meisten Bundesstaaten verfügen inzwischen über Pläne für wirksame Klimaschutzmaßnahmen, angefangen von Anteilszielen für erneuerbare Energien bis hin zu Reduktionszielen für Treibhausgasemissionen. Siehe Pew Center 2004: Climate Change Activities in the United States 2004 update. <http://www.pewclimate.org>.

³⁷ Durch die Initiative „saubere Kohle“ oder auch „Clean Coal“ sollen die Emissionen von Schwefel- und Stickstoffverbindungen und Quecksilber verringert werden. Die Effizienz von Kohlekraftwerken soll ebenfalls gesteigert werden, so dass die Kohlendioxidemissionen pro erzeugter Kilowattstunde Strom abnehmen.

Treibhausgasminderungen zu erwarten sind, könnte dennoch ein möglicher Anknüpfungspunkt für eine verstärkte Zusammenarbeit bestehen, indem zum Beispiel im Bereich Technikforschung und -entwicklung Aufgaben koordiniert und Ergebnisse ausgetauscht werden.³⁸ Das deutsch-amerikanische Aktionsprogramm für umweltfreundliche und effiziente Energie, Entwicklung und Klimaschutz vom Februar 2005 und dessen Folgeprozess betonen die Handlungsfelder Technologieentwicklung und verstärkte Anwendung effizienter und umweltfreundlicher Techniken sowie die Steigerung der Energieeffizienz.³⁹ Ebenso weist die „asia-pazifische Partnerschaft für saubere Entwicklung und Klima“ der Länder USA, Japan, Australien, China, Indien und Südkorea vom 28. Juli 2005 in Richtung Technologiezusammenarbeit.⁴⁰

Das vorgeschlagene Umweltqualitätsziel (Erwärmung < 2°C) erfordert – neben der Mitwirkung der USA – auch eine Zusammenarbeit mit den Schwellen- und Entwicklungsländern. Fünf dieser Länder⁴¹ sind zusammen für etwa ein Viertel der heutigen globalen Treibhausgasemissionen verantwortlich – dies ist vergleichbar mit den Werten der USA. Bis 2025 könnte der Anteil dieser Länder auf ein Drittel steigen (vgl. Abbildung 9).⁴²

³⁸ Ansätze dazu bestehen z. B. im Rahmen eines IEA Implementing Agreements (IEA 1977) und der Climate Technology Initiative (CTI). In diesem Zusammenhang muss darauf hingewirkt werden, dass (i) diese Aktivitäten nicht zu Lasten anderer und kurzfristig erfolgversprechenderer Techniken im Bereich der Energieeffizienz und der erneuerbaren Energien gehen, (ii) die Herstellung von Wasserstoff an Kapazitäten erneuerbarer Energien geknüpft wird und (iii) „saubere Kohle“ mit Kohlenstoffsequestrierung wegen der Unsicherheiten und begrenzten Lagerpotentiale lediglich eine Brückentechnik ist.

³⁹ Vgl. <http://www.bundesregierung.de/artikel-413.792404/Deutsch-amerikanisches-Aktions.htm>.

⁴⁰ Dabei handelt es sich um eine unverbindliche Erklärung zur Zusammenarbeit auf verschiedenen Feldern des Klimaschutzes. Die Initiative ist ausdrücklich nicht als Gegenentwurf zum Kyoto-Protokoll entstanden, sondern soll dieses ergänzen. Siehe <http://www.state.gov/g/oes/rls/fs/50335.htm>.

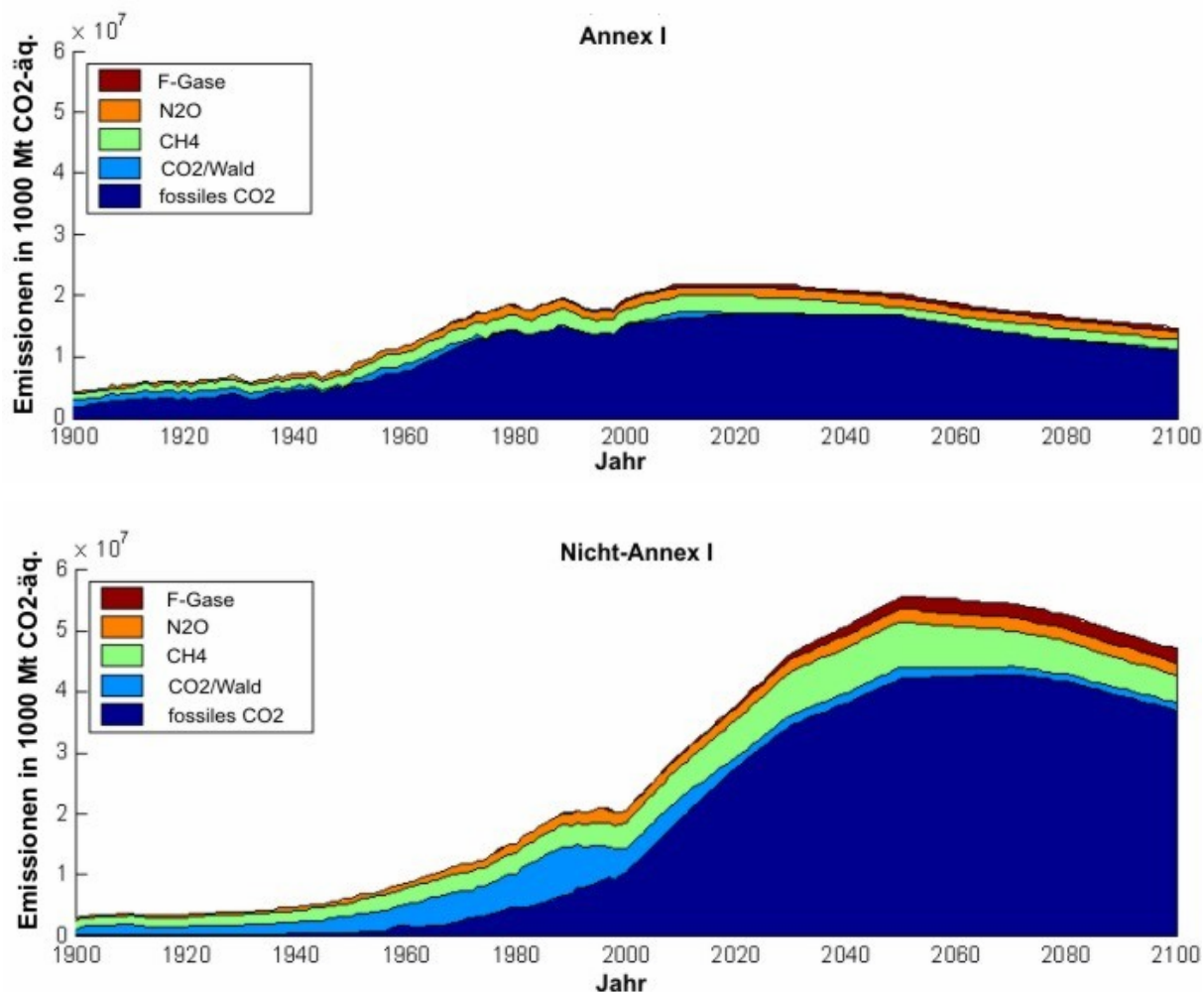
⁴¹ Diese sind China, Indien, Brasilien, Mexiko und Süd-Korea.

⁴² Eine besondere Bedeutung für den Erfolg des internationalen Klimaschutzes haben unter den Schwellen- und Entwicklungsländern China, Indien, Brasilien, Mexiko, Süd-Korea, Indonesien, Iran und Südafrika, die zu den 20 größten Treibhausgasemittenten der Welt gehören.

Die Staats- und Regierungschefs der führenden Industrienationen haben beim G8-Gipfel im Juli 2005 mit dem Aktionsplan von Gleneagles⁴³ über "Klimawandel, saubere Energie und nachhaltige Entwicklung" und einem Dialog in der G8 sowie mit Schwellen- und Entwicklungsländern einen Prozess initiiert, um Fortschritte bei der Ausgestaltung einer klimafreundlichen, nachhaltigen Energiepolitik zu erzielen. Bis 2030 rechnet die Internationale Energieagentur mit einem Investitionsvolumen von 16 Billionen US\$ im Energiesektor. Die Notwendigkeit, diese Investitionsströme in nachhaltige Bahnen zu lenken und Rahmenbedingungen für Märkte zu entwickeln oder fortzuentwickeln, unterstreicht der Aktionsplan von Gleneagles. Die Initiativen der G8 sind als Brückenschlag zu begrüßen. Sie sind ein Beitrag, um die notwendige Vertiefung und Verbreiterung der multilateralen Zusammenarbeit im Rahmen der Klimakonvention und des Kyoto-Protokolls zu erreichen.

⁴³ Vgl. http://www.fco.gov.uk/Files/kfile/Klima_Aktionsplan.pdf.

Abbildung 9: Historische und zukünftige Emissionen der Annex I- und Nicht-Annex I Staaten



Darstellung gemäß IPCC SRES A1B-Szenario. Quelle: Höhne et al. 2003: UBA Berlin, Reihe Climate Change 1/03, FKZ 201 41 255. Der Annex I der Klimarahmenkonvention umfasst neben den Staaten der EU 25 (außer Malta und Zypern) die USA, Kanada, Japan, Australien, Russland, die Ukraine, Belarus, Bulgarien, Island, Neuseeland, Norwegen, Rumänien, Schweiz und die Türkei. Nicht-Annex I umfasst alle übrigen Länder.

7. Staaten in unterschiedlicher Art und Weise beteiligen

Zukünftige internationale Verträge und Vereinbarungen zum Klimaschutz müssen die unterschiedlichen Bedingungen in den beteiligten Ländern angemessen berücksichtigen. Die Industriestaaten sind – wegen ihrer auch historisch gesehen höheren Treibhausgasemissionen und Wirtschaftskraft – verpflichtet, einen besonderen Beitrag zur Minderung der Treibhausgasemissionen zu leisten. Schwellen- und Entwicklungsländer müssen künftig unter Gerechtigkeitsaspekten – wie Verursacherprinzip, Leistungsfähigkeitsprinzip und den Entwicklungsprioritäten – in verbindliche Klimaschutzmaßnahmen einbezogen werden.

Für die Bestimmung der Beiträge einzelner Staaten zur Reduktion von Treibhausgasen spielen Gerechtigkeitskriterien eine zentrale Rolle.⁴⁴ Erkennt man das Verursacherprinzip und das Leistungsfähigkeitsprinzip an, so sind die Industriestaaten wegen ihrer höheren Emissionen und stärkeren Wirtschaftskraft verpflichtet, ihre Treibhausgasemissionen in besonderem Maß zu mindern. Sie weisen im Durchschnitt eine etwa 5 mal so hohe Pro-Kopf-Emission auf wie die übrigen Staaten.⁴⁵ Das Pro-Kopf-Einkommen der Industriestaaten und Länder im Übergang zur Marktwirtschaft (Annex I)⁴⁶ war 1999 im Durchschnitt mehr als 15 mal so hoch wie

⁴⁴ In zahlreichen Studien sind Ansätze der weiteren Ausgestaltung des Klimaschutzregimes untersucht worden. Dabei wurden Gerechtigkeitsprinzipien identifiziert, die sowohl einer zeitlichen als auch quantitativen Differenzierung der jeweiligen Verpflichtungen zugrunde gelegt werden können. Im Vordergrund stehen Verursacherprinzip (historische Emission), Leistungsfähigkeitsprinzip (Wirtschaftskraft), Bedürfnisprinzip (Entwicklungsniveau), Souveränitätsprinzip (Zuteilung der Emissionsrechte auf der Basis aktueller Emission) und Egalitätsprinzip (gleiche Emissionsrechte pro Kopf).

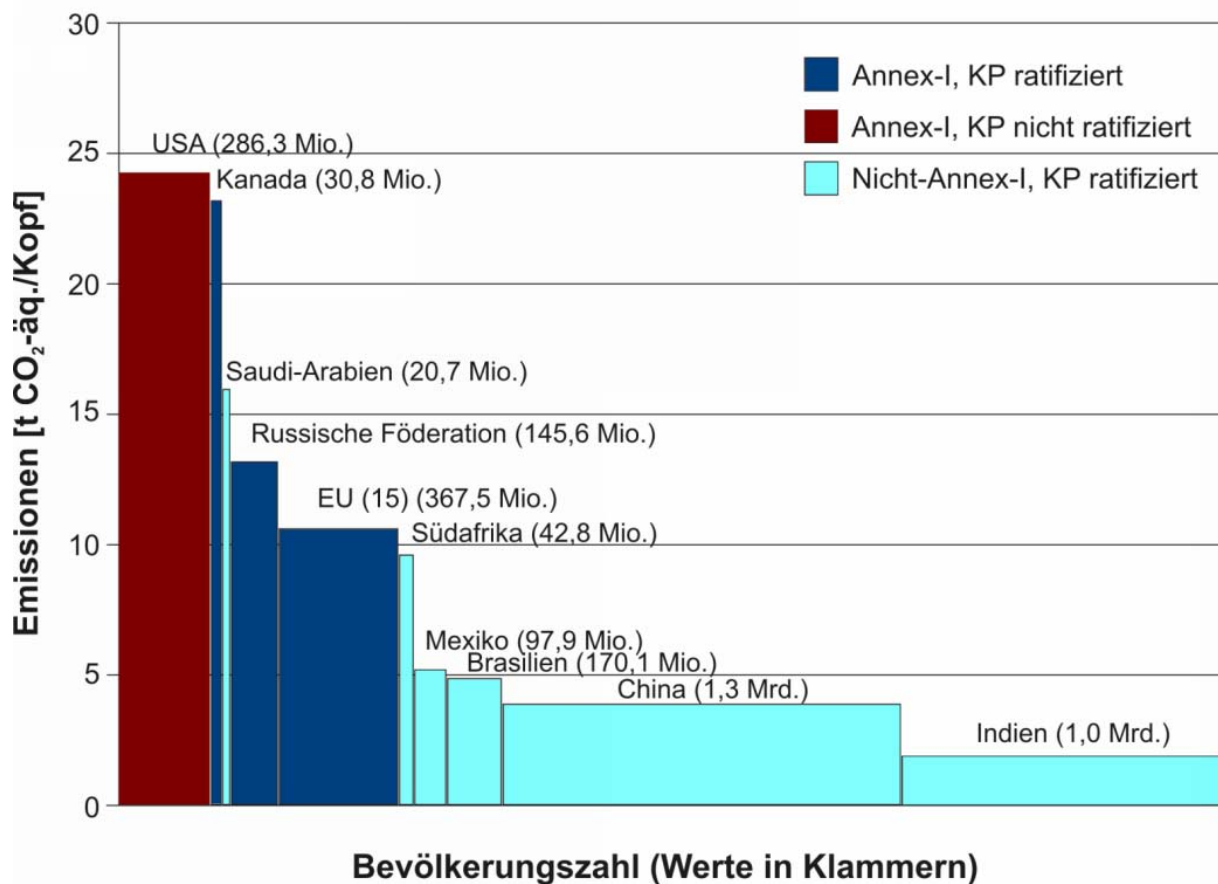
⁴⁵ Die durchschnittliche Pro-Kopf-Emission beträgt 15,3 t CO₂-Äquivalente in den Annex-I-Staaten verglichen mit 3,2 t in Nicht-Annex-I-Staaten der Klimarahmenkonvention (KRK), vgl. Höhne u. a. 2003 im Auftrag des Umweltbundesamtes.

⁴⁶ Der Annex I der Klimarahmenkonvention umfasst neben den Staaten der EU 25 (außer Malta und Zypern) die USA, Kanada, Japan, Australien, Russland, die Ukraine, Belarus, Bulgarien, Island, Neuseeland, Norwegen, Rumänien, Schweiz und die Türkei.

das der Schwellen- und Entwicklungsländer (nicht Annex I).⁴⁷ Zudem verfügen in erster Linie die Industriestaaten über die notwendigen Techniken, um Treibhausgasemissionen zu mindern, sowie die Forschungs- und Innovationspotentiale, um neue Techniken zu entwickeln.

Artikel 3.1 und 3.2 der Klimarahmenkonvention betonen explizit, dass die Staaten eine unterschiedliche Verantwortung für den Klimawandel zu tragen haben, abhängig auch davon, welchen Beitrag sie zur Bekämpfung des Klimawandels leisten können. Dies ist auch im Kyoto-Protokoll festgelegt, das zunächst nur für Industriestaaten und Länder im Übergang zur Marktwirtschaft (Annex I, vgl. Abbildung 10) Pflichten zur Reduzierung ihrer Treibhausgasemissionen enthält.

⁴⁷ Dies sollte nicht darüber hinweg täuschen, dass auch innerhalb der Gruppe der Annex-I-Staaten erhebliche Unterschiede bestehen. Angaben auf Basis der Wechselkurse, Quelle: IEA 2001: CO₂-Emissions from fossil fuel combustion 1971-1999, IEA Paris.

Abbildung 10: Treibhausgasemissionen pro Kopf und Bevölkerungszahl (2000)

Quelle: Daten nach CAIT, World Resources Institute, <http://cait.wri.org>, die Breite der Balken repräsentiert die relative Größe der Bevölkerung.

In den meisten Schwellen- und Entwicklungsländern hat die wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklung – oft armutsbedingt – oberste Priorität vor umweltpolitischen Aufgaben. Daher ist intensiv darauf hinzuwirken, diese Prioritäten mit Klimaschutzanforderungen zu verknüpfen. Es muss insgesamt ein klimaschonender Entwicklungspfad eingeschlagen und von den Industriestaaten in angemessener Weise finanziell und technisch unterstützt werden.⁴⁸

⁴⁸ „Angesichts der globalen Erwärmung werden neue Modelle der Entwicklung und des Naturschutzes benötigt, die klimaangepasst und klimaschonend sind.“ Vgl. New Economics Foundation und IIED 2004: Up in smoke? Threats from, and responses to, the impact of global warming on human development.

Für die weitere Gestaltung der internationalen Klimaschutzvereinbarungen liegt eine Vielzahl an Vorschlägen vor.⁴⁹ Um Schwellen- und Entwicklungsländer sinnvoll in verbindliche Klimaschutzmaßnahmen einzubinden, muss neben Gerechtigkeitsaspekten – wie dem Verursacher- und dem Leistungsfähigkeitsprinzip – auch deren konkrete Entwicklungsplanung beachtet werden. Der Beitrag der Entwicklungsländer könnte sich an Indikatoren, wie zum Beispiel der Pro-Kopf-Treibhausgasemission und dem Pro-Kopf-Einkommen, ausrichten. Auch kombinierte Indikatoren sind denkbar, wie der aus den beiden genannten Indikatoren entwickelte Verursachungs-Leistungsfähigkeits-Index.⁵⁰ Die Art des jeweiligen Beitrags ist unterschiedlich gestaltbar. Während das Kyoto-Protokoll für die Industriestaaten verbindliche absolute Emissionsminderungsziele festlegt, stehen für die Schwellen- und Entwicklungsländer weitere Optionen zur Verfügung, die für deren spezifische Situation und die politische Akzeptanz erfolgversprechender sein können. Emissionsminderungsziele könnten zunächst nur für bestimmte Sektoren oder auf freiwilliger Basis vereinbart werden.⁵¹

⁴⁹ Zum Vergleich solcher Ansätze siehe Höhne et al. 2003: Evolution of commitments under the UNFCCC: Involving newly industrialized economies and developing countries, Umweltbundesamt Berlin, Reihe Climate Change 1/03, FKZ 201 41 255.

⁵⁰ Der Capability-Responsibility Indikator (CRI) wird von Criqui et al. "Greenhouse gas reduction pathways in the UNFCCC process up to 2025" by CNRS (France), RIVM (Netherlands), ICCS (Greece), CES (Belgium) for EU Commission DG Environment, 2003 vorgeschlagen; (http://europa.eu.int/comm/environment/climat/pdf/pm_techreport2025.pdf2003). Die Abbildung A3 (Anhang) stellt die Pro-Kopf-Einkommen und Pro-Kopf-Emission (alle Treibhausgase ohne Emissionen aus Landnutzung) ausgewählter Staaten gegenüber.

⁵¹ Übersicht A2 (Anhang) zeigt eine Reihe möglicher Arten von Klimaschutzzielen.

Aus der Gliederung dieser Aufstellung ist bereits ersichtlich, dass die verschiedenen Formen der Zielsetzung jeweils unterschiedliche Ländergruppen ansprechen. In umgekehrter Reihenfolge können diese Ziele auch als Etappen einer schrittweisen Beteiligung von Ländern am Klimaschutzregime betrachtet werden.

8. Vorschlag des Umweltbundesamtes: „Vier-Stufen-Konvergenz“

Das Umweltbundesamt schlägt vor, die Entwicklungsländer binnen der nächsten zwei Jahrzehnte mit abgestuften Verpflichtungen in den Klimaschutz einzubeziehen. Langfristiges Ziel sollte es sein, die weltweiten Emissionen bis zum Ende des Jahrhunderts auf ein Niveau unterhalb von durchschnittlich 2 Tonnen CO₂-Äquivalenten pro Kopf der Bevölkerung zu senken.

Das UBA schlägt vor, die Verpflichtungen ab dem Jahr 2013 an vier Stufen auszurichten, wobei ein Übergang von einer Stufe zur anderen nach bestimmten Kriterien erfolgt. Einige Länder werden erst nach und nach in verbindliche Verpflichtungen einbezogen.⁵² Schwellenkriterien und die Art der Verpflichtungen der einzelnen Stufen festzulegen, schafft Spielraum für einen Interessenausgleich. Ein Mehrstufen-Konzept ist zudem gut geeignet, den unterschiedlichen wirtschaftlichen Bedingungen in den Entwicklungsländern gerecht zu werden.⁵³ Diese Flexibilität des Mehrstufenansatzes bezüglich Zeitpunkt, Art und Umfang der Beteiligung der Entwicklungsländer ist der herausragende Vorzug dieses Konzepts. So kann der in Entwicklungsländern verbreiteten Vorstellung begegnet werden, sie sollten sofort nach 2012

⁵² Verschiedene Varianten eines solchen Stufenkonzeptes sind in der Literatur zu finden, u. a. bei Criqui et al. 2003: Greenhouse gas reduction pathways in the UNFCCC process up to 2025, CNRS (France), RIVM (Netherlands), ICCS (Greece), CES (Belgium) for EU Commission DG Environment http://europa.eu.int/comm/environment/climat/pdf/pm_techreport2025.pdf; Höhne, den Elzen, Weiss 2005 (eingereicht): Common but differentiated convergence; Ecofys: "Options for future international action on climate change" by Ecofys for German Environmental Protection Agency, 2003/2005 <http://www.umweltbundesamt.org/fpdf-l/2246.pdf> und Umweltbundesamt Reihe Climate Change 2/05; CAN: "A Viable Global Framework for Preventing Dangerous Climate Change" by Climate Action Network (CAN). http://www.climateactionnetwork.org/docs/CAN-DP_Framework.pdf; Wuppertal Institut, Germany and EDRC, South Africa 2004: South-North-Dialogue: Equity in the greenhouse, http://www.wupperinst.org/download/1085_proposal.pdf; NIES 2003: Dual track approach, by Yasuko Kameyama, Japan, <http://www.nies.go.jp/social/post2012/pub/dp2003-3ver2.pdf>

⁵³ Die Kehrseite dieser hohen Flexibilität ist, dass ein solch komplexes Konzept auch hohe Anforderungen an den Verhandlungsprozess stellt. Darüber hinaus wird die Flexibilität umso geringer, je anspruchsvoller das Stabilisierungsziel ist.

verbindliche und absolute Emissionsreduktionsziele nach dem Vorbild des Kyoto-Protokolls übernehmen. Gleichzeitig würde ein langfristig verlässlicher politischer Rahmen geschaffen, der Entscheidungsträgern und Unternehmen die notwendige Sicherheit für Planung und Investitionen gibt.

Die politische Diskussion um die zukünftige Gestaltung des internationalen Klimaschutzes zeigt, dass wesentliche Elemente des Kyoto-Rahmens auch in Vereinbarungen für die Phase nach 2012 eine zentrale Rolle spielen sollten. Dazu gehören Verpflichtungen zur Begrenzung oder Verringerung der Emissionen der einzelnen Staaten (quantitative Ziele), der internationale Emissionshandel und ein System der Verpflichtungskontrolle und Sanktionierung bei Vertragsverletzungen. Die quantitativen Ziele zur Emissionskontrolle ließen sich als System aus vier Gruppen (Stufen) organisieren:

- Stufe 1: Die ärmsten Länder mit Treibhausgasemissionen unter 3,0 Tonnen CO₂-Äquivalenten pro Person und Jahr sind zunächst von quantitativen Verpflichtungen ausgenommen (unter anderem große Teile Afrikas und Asiens einschließlich Indien und Indonesien). Die Emissionen dieser Länder folgen dem jeweiligen Referenzszenario (Business as usual).
- Stufe 2: Zwischen 3,0 und 3,5 Tonnen Pro-Kopf-Emission und ab einem Bruttoinlandsprodukt pro Kopf von etwa 3000 \$ pro Jahr beginnen auch die Entwicklungsländer, den Anstieg ihrer Emissionen durch Klimaschutzmaßnahmen zu verringern (zum Beispiel die meisten Staaten Nordafrikas). Dazu gehört beispielsweise, dass bei Neuinvestitionen die jeweils beste verfügbare Technik angewandt werden soll.
- Stufe 3: Länder mit Emissionen zwischen 3,5 und 4,0 Tonnen pro Kopf verstärken diese Anstrengungen und übernehmen quantifizierte Ziele zur Begrenzung ihres Emissionsanstiegs, die sie bei Übererfüllung zum Verkauf von Zertifikaten berechtigen (zum Beispiel China, Südkorea, Mexiko, Brasilien und die meisten OPEC-Staaten). Ein wirtschaftlicher Anreiz zu Emissionsminderungen besteht mit der Möglichkeit zur Teilnahme am Emissionshandel. Die Ziele können als freiwillige Ziele gestaltet werden, ein Verfehlen der Ziele würde dann nicht sanktioniert. Da so für diese Staaten das Risiko des Nichteinhaltens der Verpflichtungen begrenzt wäre, ließen sich anspruchsvollere Ziele aushandeln.

Stufe 4: Staaten mit Pro-Kopf-Emissionen oberhalb 4,0 Tonnen übernehmen absolute Emissionsminderungsverpflichtungen nach dem Muster des Kyoto-Protokolls. Länder in dieser Stufe müssen ihre Emissionen um bis zu 4 % pro Jahr reduzieren. Länder mit höheren Pro-Kopf-Emissionen müssen dabei stärker reduzieren als solche mit geringeren. Bis 2020 gehören dieser Gruppe nur die heutigen Annex-I-Staaten an. Die Schwelle zum Eintritt in diese Gruppe wird ab 2020 schrittweise von mehr als 4,0 Tonnen pro Kopf auf unter 2,0 Tonnen in 2100 gesenkt werden. Erreicht ein Staat ein sehr niedriges Niveau der Pro-Kopf-Emission (1,5 Tonnen pro Kopf), so sind keine weiteren Emissionsminderungen erforderlich, die Pro-Kopf-Emissionen sind klimaschutzverträglich.

Die Verpflichtungen in der 4. Stufe wären rechtsverbindlich und ihre Erfüllung würde nach dem Vorbild des Kyoto-Protokolls genau überwacht. Bei absehbarer Nichteinhaltung würden die betreffenden Länder zunächst in der Suche nach Möglichkeiten zu weiteren Emissionsminderungen unterstützt. Erfüllte ein Staat seine Verpflichtungen jedoch endgültig nicht, käme es zu geeigneten Sanktionen – wie etwa Aufschläge auf spätere Reduktionsverpflichtungen.

Die Neueinstufung anhand der genannten Kriterien erfolgt in unserem Beispiel jeweils in Abständen von 10 Jahren. Hier wären auch kürzere Abstände, z. B. fünf Jahre denkbar. Nicht-Annex-I-Länder können die 4. Stufe nur erreichen, falls sie zuvor für wenigstens eine Dekade in der 3. Stufe waren. So sind überzogene Anforderungen an Schwellenländer vermeidbar. Die angegebenen Werte zu Treibhausgasemissionen und Pro-Kopf-Einkommen, anhand derer sich die vier Stufen unterscheiden, können variieren. Wählt man zum Beispiel die Schwelle für den Eintritt der Entwicklungsländer in die zweite Stufe etwas höher, so müssen die folgenden Schwellen niedriger liegen, um das insgesamt angestrebte Umweltqualitätsziel einer Stabilisierung der Treibhausgaskonzentration langfristig unterhalb von 400 ppmv erreichen zu können.⁵⁴

⁵⁴ Abbildung A4 (Anhang) zeigt ein Beispiel für die Zuteilung von Emissionsrechten unter dem Vier-Stufen-Konvergenz-Ansatz für eine CO₂-Stabilisierung bei 400 ppmv.

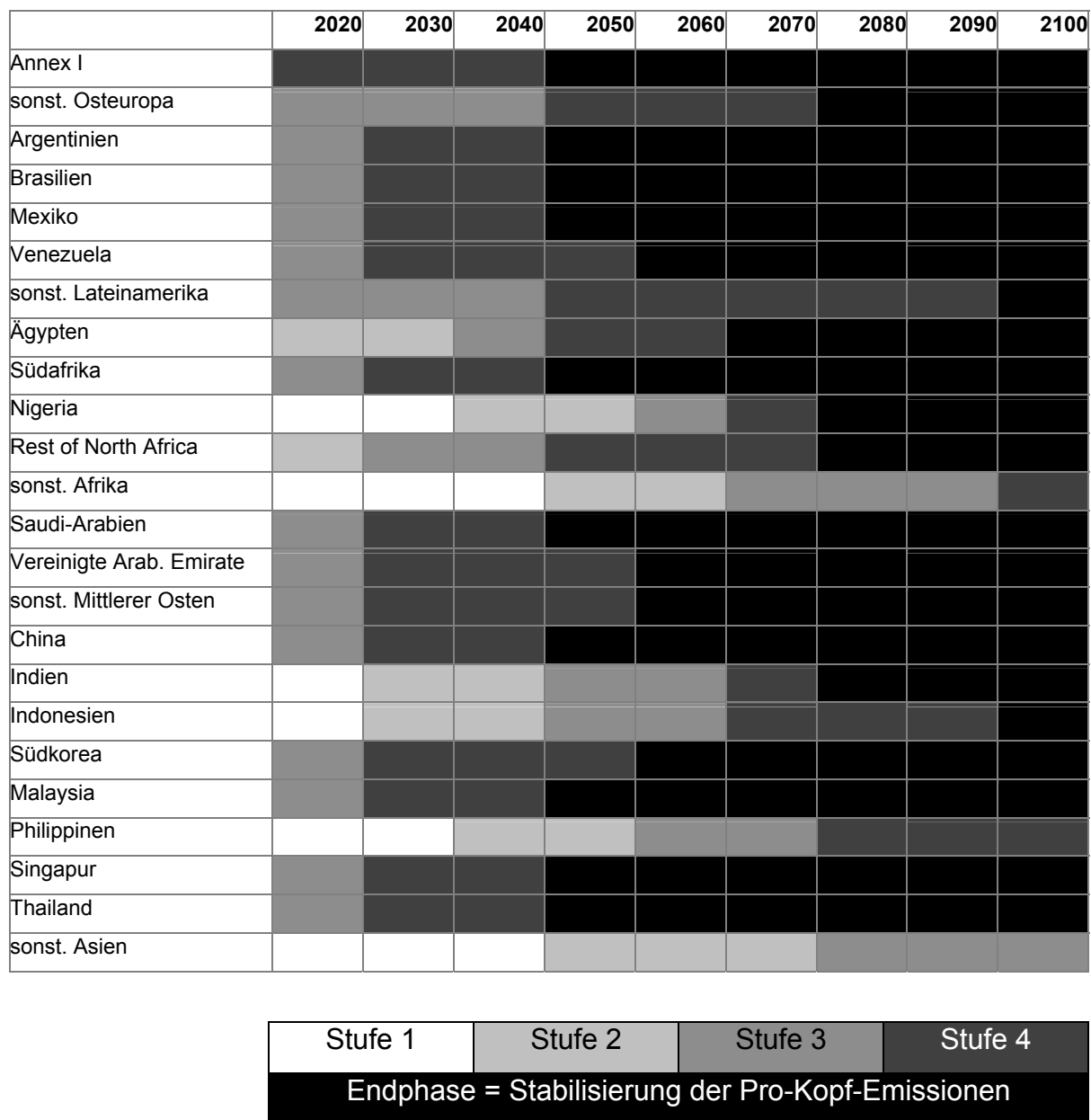
Grundsätzlich handelt es sich bei diesem Vorschlag um ein offenes Konzept, das flexibel an die besonderen Interessen der Vertragsparteien anpassbar ist. So können für die Differenzierung der Beiträge der Industriestaaten in der vierten Stufe auch sektorale Ansätze, wie zum Beispiel „Triptych“ (Erläuterung siehe unten) gewählt werden, der die Emissionsminderungsverpflichtungen anhand der jeweiligen Bedingungen in bestimmten Wirtschaftssektoren differenziert. Die Beteiligung der Schwellenländer könnte zunächst mit Verpflichtungen für einzelne Sektoren erfolgen oder nicht verbindliche Anreizziele verlangen, die bei Übererfüllung die Teilnahme am Emissionshandel ermöglichen.

Diese Flexibilität hinsichtlich Zeitpunkt und Form der Beteiligung an Emissionsminderungsmaßnahmen ist der zentrale Vorteil eines Mehrstufenansatzes. Ein Nachteil ist die erhöhte Komplexität der Verhandlungen, da viele einzelne Parameter, wie Art und Stringenz der Ziele sowie der Schwellenkriterien für die Stufeneinteilung, zu verhandeln sind.⁵⁵ Insgesamt wird ein multilateraler Gesamtansatz beibehalten, so dass das Klimaschutzregime – trotz unterschiedlicher Beteiligungsformen – nicht nur die Summe mehr oder weniger anspruchsvoller freiwilliger Beiträge der Staaten darstellt.

Die meisten der heutigen Entwicklungsländer befinden sich voraussichtlich ab 2020 in der zweiten und dritten der oben genannten Stufen. Die meisten Länder in Lateinamerika, im mittleren Osten, Ostasien und China müssen dann mit Maßnahmen zur Vermeidung von Emissionen beginnen. Einige Länder in Südasien und Afrika bleiben dagegen voraussichtlich noch lange in der ersten Stufe (vgl. Abbildung 11).

⁵⁵ Hierbei muss die Wissenschaft eingehend prüfen, ob und wie Maßnahmen, die die Emissionen und Festlegungen von CO₂ durch Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft beeinflussen, in das Vertragswerk eingebunden werden können und welche Wirkung die Berücksichtigung dieser (Netto-)Emissionen auf die verwendeten Schwellenwerte hat.

Abbildung 11: Stufen der Beteiligung ausgewählter Länder im Vier-Stufen-Konvergenz-Ansatz (400 ppmv CO₂)



Quelle: Höhne u.a. 2005: *Options for the second commitment period of the Kyoto Protocol*, UBA Berlin, Reihe Climate Change 2/05, FKZ 203 41 148/01.

Ein solches Stufenkonzept führt langfristig zu einer Annäherung der Pro-Kopf-Emissionen der teilnehmenden Staaten, die Entwicklungsländer mit Hinweis auf Gerechtigkeitsgründe häufig fordern. Diese Konvergenz tritt in dem oben beschriebenen Konzept etwa im Jahre 2050 ein. Die Gesamtemissionen der Schwellen- und Entwicklungsländer übersteigen die der Industrieländer etwa ab dem Jahr 2030.

Die Abbildung 12 zeigt beispielhaft die aus einem solchen Stufenkonzept resultierenden Emissionsrechte für die Industriestaaten (links) sowie Schwellen- und Entwicklungsländer (rechts) für die Jahre 2020 (oben) und 2050 (unten). Die Darstellung dient allein der Illustration und zeigt die Größenordnung der erforderlichen Emissionsminderungen. Durch Variation eines oder mehrerer Parameter können sich Abweichungen ergeben. Ein internationaler Handel mit Emissionsrechten ist vorgesehen. Die Angaben stellen somit ausdrücklich lediglich die zugeteilten Emissionsrechte und nicht die tatsächlich erwarteten Emissionen dar.

Um eine Stabilisierung der CO₂-Konzentration bei 400 ppmv im Rahmen der dargestellten Vier-Stufen-Konvergenz zu erreichen, sind in den heutigen Industriestaaten Emissionsminderungen von 25-50 % bis 2020 und um 80-90 % bis 2050 erforderlich.⁵⁶ Die Ergebnisse der Analyse für Treibhausgaskonzentrationen bei 400 ppmv und bei 450 ppmv bestätigen, dass eine Emissionsminderung von 40 % bis 2020 für Deutschland und von 30 % für die gesamte EU erforderlich ist. Auch das Ziel einer Verringerung der Emissionen in Deutschland um 80 % bis 2050, wie von der Enquete-Kommission des 14. Deutschen Bundestages „Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und Liberalisierung“ empfohlen, liegt in der richtigen Größenordnung (alle Angaben gegenüber 1990).

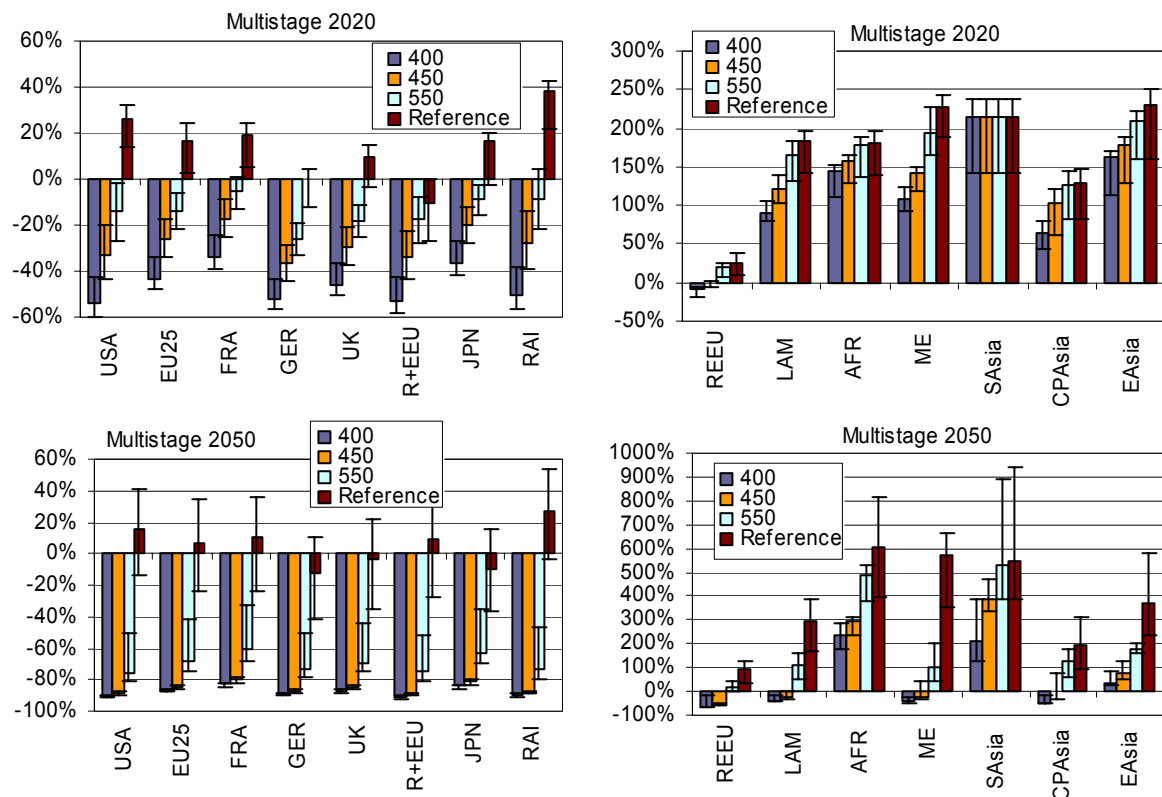
Der EU-Ministerrat schlug in seinen Schlussfolgerungen im März 2005 vor, Emissionsreduktionsziele für die Industriestaaten von 15-30 % bis 2020 und von 60-80 % bis 2050 in Erwägung zu ziehen.⁵⁷ Aus Sicht des Umweltbundesamtes sollten sich die heutigen Industriestaaten am oberen Rand der angegebenen Werte (-30 % bis 2020 und -80 % bis 2050) orientieren.

⁵⁶ Tabelle A6 (Anhang) zeigt die erforderliche Emissionsminderung bis 2020 und 2050 gegenüber 1990 zur Erreichung verschiedener CO₂-Konzentrationsniveaus.

⁵⁷ Tagung des Umweltrates in Brüssel am 10.03.2005 Schlussfolgerungen des Rates, http://ue.eu.int/ueDocs/cms_Data/docs/pressData/de/envir/84334.pdf.

Als Bezugszeitraum wurde das Kyoto-Basisjahr angegeben. Dies ist in der Regel 1990. In einzelnen Ländern kann dies für die Treibhausgase Schwefelhexafluorid, teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe und perfluorierte Kohlenwasserstoffe auch 1995 sein.

Abbildung 12: Erforderliche Emissionsminderungen für Treibhausgase in den Jahren 2020 und 2050 (gegenüber 1990) im Vier-Stufen-Konvergenz-Ansatz



Angaben für verschiedene Stabilisierungsniveaus (400, 450 u. 550 ppm CO₂, entspricht etwa 470, 550 u. 650 ppm für alle Treibhausgase, einschließlich Aerosole) und im business as usual (BAU)-Szenario.⁵⁸ Quelle: Höhne et al. Options for the second commitment period of the Kyoto Protocol, UBA Berlin, Reihe Climate Change 2/05, FKZ 203 41 148/01. Länderkürzel: RF+ = Russland plus Staaten des Annex I aus früherer Sowjetunion (ohne Baltische Staaten); RAI = sonstige Annex I Staaten; RFSU = sonstige frühere Sowjetunion (ohne Annex I); LAM = Lateinamerika; ME = Mittlerer Osten; CP-Asien = China, Nordkorea, Mongolei.

⁵⁸ Die angenommenen Reduktionsziele für die USA, besonders für 400 ppmv, sind sehr anspruchsvoll. Um eine gefährliche Störung des Klimasystems zu vermeiden, ist allerdings ein Stabilisierungsniveau erforderlich, das von allen Staaten sofortige und ambitionierte Emissionsreduktionen fordert. Nationales Ziel der USA ist, die Treibhausgasemissionen um 18 %, bezogen auf das Bruttoinlandsprodukt bis 2012 zu senken. Dies bedeutete einen Anstieg der absoluten Emissionen bis zum Ende der Kyoto-Periode (2008/2012) um etwa 23 % über das Niveau von 1990 hinaus. Das angestrebte globale Stabilisierungsziel wäre so nahezu unerreichbar. Um diese Steigerung zu kompensieren, müssten andere Staaten ihre Treibhausgasemissionen umso drastischer reduzieren. Die in der Abbildung 12 gezeigte Aufteilung der Reduktionslasten ist Ausdruck der jeweiligen Verantwortung der Staaten für den Klimawandel und ihrer wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit. Im Rahmen des

In der wissenschaftlichen und politischen Diskussion möglicher Lastenteilungskonzepte stehen neben solchen Mehrstufenansätzen vor allem der Ansatz der „Verringerung und Konvergenz“ (englisch „Contraction & Convergence“, C&C), der sektoral ausgerichtete „Triptych-Ansatz“ und eine große Zahl von Varianten dieser Ansätze im Mittelpunkt. Diese werden im Folgenden erläutert und ihre jeweiligen Vor- und Nachteile im Vergleich zum einem Mehrstufenkonzept diskutiert.

Der Vorschlag der „Verringerung und Konvergenz“ („Contraction & Convergence“, C&C)⁵⁹ sieht neben der kontinuierlichen Verringerung der globalen Emission und auch sich über einen bestimmten Zeitraum angleichende Pro-Kopf-Zuteilungen von Emissionsrechten aller Staaten vor. Am Anfang erhält jedes Land Zuteilungen in Höhe der tatsächlichen Emissionen – am Ende gleiche Zuteilungen Pro-Kopf, unabhängig vom tatsächlichen Bedarf.⁶⁰ Die zugeteilten Emissionsrechte lassen sich weltweit handeln. Alle Länder nehmen von Beginn an teil. Für dieses Konzept spricht vor allem seine geringe Komplexität mit Blick auf die internationalen Verhandlungen. Es müssen lediglich der Zeitraum für die Angleichung der Pro-Kopf-Zuteilungen sowie die Höhe der insgesamt zulässigen Emissionen (und damit auch das Stabilisierungsniveau für die Konzentration von Treibhausgasen) vereinbart werden. Der zentrale Nachteil dieses Ansatzes ist seine mangelnde Flexibilität. Die jeweilige wirtschaftliche Leistungsfähigkeit und Entwicklungsphase eines beliebigen Staates werden bei der Zuteilung von Emissionsrechten nicht berücksichtigt. Einzuwenden ist zudem, dass unter „Contraction & Convergence“ Länder mit Pro-Kopf-Treibhausgasemissionen nahe des heutigen Weltdurchschnitts (wie etwa China) frühzeitig Emissionsrechte zukaufen müssten. Dies erscheint für diese Staaten derzeit politisch und wirtschaftlich inakzeptabel. Die sofortige Teilnahme der am

internationalen Emissionshandels können die Staaten zur Erfüllung dieser Reduktionsziele Rechte zukaufen.

⁵⁹ Vgl. <http://www.gci.org.uk>.

⁶⁰ Emissionsrechte werden in diesem Konzept als gleiches Recht aller Bewohner der Erde verstanden, dem nach und nach im Zuge der vorgesehenen Konvergenz Geltung verliehen wird. Es ist durchaus beabsichtigt, dass durch die Zuteilung von Emissionsrechten über den Bedarf hinaus (z. B. in Teilen Afrikas) eine weltweite Umverteilung von Ressourcen aus Gerechtigkeitsgründen (und nicht klimaschutzpolitisch motiviert) erfolgt.

wenigsten entwickelten Länder (LDC) am Emissionshandel ist ebenfalls zweifelhaft – auch, da diese oft nicht über die nötigen institutionellen Kapazitäten verfügen.⁶¹

Als eine Spielart dieses Vorschlags lässt sich der von Wicke vorgeschlagene GCCS-Ansatz⁶² ansehen. Dieser sieht ebenfalls ein globales Emissionshandelssystem vor, die Zuteilung der Emissionsrechte erfolgt jedoch von Beginn an auf der Basis gleicher Pro-Kopf-Emissionsrechte weltweit. Die Durchsetzungschancen dieses Ansatzes dürften als gering einzuschätzen sein. Erstens entstünden durch eine sofortige Gleichverteilung der Emissionsrechte erhebliche internationale Finanztransfers, die auf den erheblichen Widerstand der jeweils ansässigen Unternehmen und Finanzministerien fast aller Industriestaaten stoßen dürften. Den Industriestaaten sollten - nicht zuletzt wegen des erheblichen, in der Energieinfrastruktur gebundenen Kapitalstocks - eine gewisse Übergangsphase zur Senkung der Pro-Kopf-Emissionen erhalten. Zweitens ist das vorgeschlagene Stabilisierungsniveau von 550 ppmv CO₂ aus Klimaschutzsicht unzureichend. Die Chance, das 2°C-Ziel der EU einzuhalten, läge unterhalb 10%. Drittens führte die – von Beginn an zu setzende – globale Gleichverteilung der Emissionsrechte zu kaum überwindbaren Schwierigkeiten, aussichtsreiche Verhandlungen zum anspruchsvolleren globalen Klimaschutz überhaupt zu beginnen, dürften sich doch die Industrieländer vehement gegen eine sofortige, global einheitliche Pro-Kopf-Emission und die Schwellenländer gegen eine sofortige, absolute Begrenzung ihrer Pro-Kopf-Emission an Treibhausgasen als Ziel wenden.

Der Ansatz der „Gemeinsamen, aber unterschiedlichen Konvergenz“ („Common but differentiated convergence“, CDC) modifiziert den Ansatz der „Verringerung und Konvergenz“ insofern, als dass die sich entwickelnden Staaten erst mit steigenden Pro-Kopf-Emissionen verbindliche Emissionsgrenzen übernehmen müssten. Unterhalb eines gewissen Anteils am durchschnittlichen Pro-Kopf-Ausstoß erfolgt die Teilnahme am weltweiten Emissionshandel auf freiwilliger Basis, sofern Reduktionen

⁶¹ Der WBGU schlägt in diesem Zusammenhang eine Opt-Out-Klausel vor, die Entwicklungsländern die Möglichkeit zum Ausstieg aus Emissionsbegrenzungen bietet. WBGU 2003: Über Kyoto hinaus denken, Berlin, Springer.

⁶² Wicke, L. 2004: Beyond Kyoto – a new Global Climate Certificate System. Heidelberg, Springer.

gegenüber einem vereinbarten Referenzverlauf der Emissionen nachweisbar wären. Dieser Ansatz ist bezüglich des Zeitpunktes der Einbeziehung von Entwicklungsländern in Emissionsbeschränkungen flexibler als „Verringerung und Konvergenz“ und ist eine sehr einfache Form des Mehrstufenansatzes. Die größte Schwierigkeit mit Blick auf die Verhandlungen stellt die Vereinbarung des Referenzverlaufs der Emissionen dar, da die betreffenden Entwicklungsländer eine Neigung zur Überschätzung dieser „Business as usual“ - Emissionen haben dürften, um möglichst umfangreiche Emissionsminderungserfolge geltend machen und im internationalen Emissionshandel verkaufen zu können.

Der „Triptych“-Ansatz⁶³ zählt zu den sektoralen Ansätzen, da hierbei zunächst sektorale Ziele festgesetzt und diese in einem zweiten Schritt zu einem nationalen Ziel zusammengefasst werden. Dies geschieht z. B. in Form technischer Standards für energieintensive Industriezweige, die im internationalen Wettbewerb stehen, Energieerzeugung, Land- und Forstwirtschaft sowie sonstige Quellen. So ließen sich branchenbezogene Besonderheiten bei der Zielsetzung einfacher berücksichtigen und Emissionsbeschränkungen differenzieren. Der Ansatz wurde ursprünglich entwickelt, um das Emissionsbudget für die erste Verpflichtungsperiode des Kyoto-Protokolls unter den EU-Mitgliedstaaten aufzuteilen. Der Triptych-Ansatz als solcher definiert jedoch nicht, welche Länder an einem Klimaregime teilnehmen sollten und welche nicht. Er ist jedoch in einen Mehrstufenansatz integrierbar, indem z. B. die Triptych-Methode für eine bestimmte Stufe der Verpflichtungen gilt. Dieser Ansatz ist sehr technisch und komplex. Die Zuteilung an Emissionsrechten ist von recht vielen Einzelparametern abhängig. Der Verhandlungsaufwand ist daher als relativ hoch einzuschätzen. Ein diesem Ansatz häufig zugeschriebener Nachteil ist der hohe Datenbedarf bei der Berechnung der Emissionsbudgets. Aus den unterschiedenen Sektoren sind jeweils aufgeschlüsselte, valide Daten zu Emissionen erforderlich. Allerdings sind solche Daten jedoch auch unter anderen Ansätzen spätestens dann erforderlich, wenn am Ende einer Verpflichtungsperiode die Ist-Emissionen mit den zugeteilten Emissionsrechten abzurechnen sein werden.

⁶³ Vgl. Triptych 6.0 in Höhne u. a. 2005: Options for the second commitment period of the Kyoto Protocol. Umweltbundesamt Berlin, Reihe Climate Change 2/05, FKZ 203 41 148/01.

Zusammenfassend ist als der entscheidende Vorteil des Mehrstufenansatzes seine hohe Flexibilität festzuhalten: Er integriert verschiedene Beteiligungsformen in einem Konzept und ermöglicht Übergangsfristen der Beteiligung. Die wichtigsten Nachteile sind (i) der hohe Aufwand bei den Verhandlungen, da viele wichtige Parameter wie Arten der Verpflichtungen, Stringenz und Schwellenkriterien und –werte verhandelt werden müssen (hohe Komplexität), (ii) die möglicherweise gravierende Unsicherheit über die erreichten Emissionsreduktionen, da einige Länder erst später teilnehmen, bezüglich des Zeitpunktes der Schwellenüberschreitungen Unsicherheiten bestehen und manche Verpflichtungsarten nicht genau quantifizierbar sind (unsichere Umwelteffektivität).

Für alle diskutierten Ansätze gilt übergreifend: Die politischen Realisierungschancen können erheblich durch politische Querbezüge zu anderen Politikfeldern erhöht werden. So gelang es nicht zuletzt durch die Unterstützung der EU für den WTO-Beitritt Russlands, die über mehrere Jahre hinweg fragliche Ratifizierung des Kyoto-Protokolls durch Russland zu erreichen. Eine andere mögliche Verknüpfung mit dem Welthandelsgeschehen wird in der Literatur unter dem Stichwort „border tax adjustments“ diskutiert. Gemeint sind hier Strafzölle oder Ausfuhrsubventionen für energieintensive Produkte, deren Wettbewerbsfähigkeit ansonsten darunter leiden könnte, dass die Energiepreise in Staaten ohne nennenswerte Klimaschutzverpflichtungen deutlich niedriger lägen.

Verbindungen bestehen natürlich auch zur Entwicklungspolitik. Die Frage der Zuteilung von Emissionsrechten für Treibhausgase wird häufig als „Zuteilung von Entwicklungschancen“ interpretiert, d.h. eine Beschränkung der Emissionen als Eingriff in die Souveränität der nationalen Entwicklungsplanung aufgefasst. Ebenso sind manche Lastenteilungskonzepte für die internationale Klimaschutzpolitik explizit auf einen entwicklungspolitisch motivierte Transferzahlungen ausgerichtet (z. B. GCCS). Die Herausforderung für die Klimaschutzpolitik besteht darin, einerseits die wirtschaftliche Entwicklung durch überzogene Emissionsbeschränkungen nicht zu stark einzuschränken und die Möglichkeit des Verkaufs ungenutzter Emissionsrechte als Anreiz zur Teilnahme von Entwicklungsländern am Klimaschutz zu nutzen, andererseits aber auch zu vermeiden, dass die Klimaschutzverhandlungen überwie-

gend für die Erhöhung der Transferleistungen in die Entwicklungsländer genutzt werden.

Weitere Querbezüge der Klimaschutzpolitik zu anderen Politikfeldern gibt es ohne Zweifel – es würde jedoch den Umfang dieser Veröffentlichung sprengen, an dieser Stelle stärker in Details zu gehen.

9. Kosten des Klimaschutzes und Kosten des Nichthandelns

Klimaschutz kostet Geld. Investitionen in den Klimaschutz sind gut angelegt, da hierdurch hohe volkswirtschaftliche, ökologische und soziokulturelle Verluste, die mit dem Treibhauseffekt verbunden wären, vermeidbar sind. Würden wir nicht handeln, so könnten allein die volkswirtschaftlichen Schäden ab 2050 weltweit die Größenordnung von mehreren Billionen Euro pro Jahr erreichen, davon ca. 100 Mrd. Euro allein in Deutschland. Die zu erwartenden Emissionsminderungskosten sind wesentlich geringer. Zudem bewirkt aktiver Klimaschutz Investitionen und technische Innovationen.

Wie die vorangegangenen Kapitel gezeigt haben, sind Emissionsminderungen in großem Umfang aus Vorsorgegründen erforderlich, um hohe volkswirtschaftliche und andere Verluste oder Schäden durch Klimaänderungen (Gesundheit, Ökosysteme, kulturelle Werte, etc.) zu reduzieren oder zu vermeiden.

Schätzungen der volkswirtschaftlichen Kosten des Nichthandelns veranschaulichen die ökonomische Herausforderung, vor der unsere Gesellschaft mit Blick auf den Klimaschutz steht. Beispielsweise geht das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) anhand integrierter Modellrechnungen davon aus, dass global bei ungebremsten Treibhausgasemissionen bis 2100 volkswirtschaftliche Schäden in einer Höhe von bis zu 20 Bill. US-Dollar⁶⁴ jährlich zu erwarten seien. Das wären etwa 4 bis 8 % der für diesen Zeitpunkt erwarteten Weltwirtschaftsleistung. Bereits im Jahre 2050 könnten die Schadenskosten weltweit bei über 5 Bill. US-Dollar jährlich liegen. Begänne man dagegen bereits heute mit aktivem und anspruchsvollem Klimaschutz, so ließen sich diese Schäden um mehr als die Hälfte (12 Bill. US-Dollar) verringern. Die Kosten des Klimaschutzes lägen mit etwa 3 Bill. US-Dollar weit darunter. In Deutschland wären diesen Rechnungen zufolge im Jahre 2100 etwa

⁶⁴ Die Angaben in der Quelle werden in US-Dollar in Preisen von 2002 gemacht. Ende des Jahres 2002 lag der Euro-Kurs bei etwa 1,05 US-Dollar, so dass die Angaben der Studie von der Größenordnung her auch als Euro-Beträge gelesen werden können.

160 Mrd. US-Dollar an Schäden durch Klimaänderungen vermeidbar. Die Kosten dafür lägen bei etwa 40 Mrd. US-Dollar.⁶⁵ In dieser Rechnung sind mögliche Schäden durch abrupte Klimaänderungen – wie die Abschwächung des Golfstroms oder ein starker Anstieg des Meeresspiegels – nicht enthalten, so dass es sich um eine Untergrenze der zu erwartenden Schäden handelt.

Eine Studie für die Europäische Kommission schätzt die globalen Schäden eines ungebremsten Klimawandels auf 74 Bill. Euro für den Zeitraum bis 2200 insgesamt.⁶⁶ Durch eine Stabilisierung der Treibhausgaskonzentration bei 550 ppm CO₂-Äquivalenten ließen diese Kosten um mehr als die Hälfte auf etwa 32 Bill. Euro senken.⁶⁷

Monetäre Bewertungen der Klimafolgeschäden weisen aus verschiedenen Gründen eine sehr hohe Bandbreite auf. Gesicherte Aussagen über mögliche Folgewirkungen des Klimawandels, einschließlich der ökonomischen Folgen, lassen sich nicht treffen, denn: Der Schadensumfang wird wesentlich von Annahmen über mögliche Anpassungsmaßnahmen beeinflusst, die Schäden treten weltweit auf und reichen bis weit in die Zukunft. Die Wirkungen des Klimawandels lassen sich zudem nicht vollständig in Geldbeträgen bewerten. Die vorliegenden Erkenntnisse und Schätzungen der bewertbaren Schäden reichen jedoch bereits aus, um Klimaschutzmaßnahmen nach dem Vorsorgeprinzip auch mit ökonomischen Kategorien zu begründen.

Das Umweltbundesamt hält es daher für geboten, einen so genannten Kosteneffektivitätsansatz zu verfolgen, d. h. die effizienteste Strategie zu entwickeln und zu

⁶⁵ Kemfert, C. 2005: Weltweiter Klimaschutz – Sofortiges Handeln spart hohe Kosten. Wochenbericht des DIW Berlin 12-13/05. Die hier zitierten Berechnungen zeigen bereits für das Jahr 2050 mögliche Schäden durch Klimaänderungen in Höhe von etwa 5 Bill. US-Dollar. Weniger als ein Zehntel dieser Summe kostet zum gleichen Zeitpunkt ein aktiver Klimaschutz, durch den ein Großteil der drohenden Schäden vermieden werden könnte.

⁶⁶ Ein Vergleich mit den DIW-Zahlen ist nur eingeschränkt möglich, da es sich hierbei um die aufsummierten Kosten für den gesamten Zeitraum 2005-2200 handelt, beim DIW dagegen um jährliche Kosten bis lediglich 2100.

⁶⁷ Watkiss, P., Downing, T., Handley, C. und Butterfield, R. 2005: The Impacts and Costs of Climate Change, 'Modelling support for Future Actions – Benefits and Cost of Climate Change Policies and Measures' im Auftrag der Europäischen Kommission, GD Umwelt.

verfolgen, um ein bestimmtes Umweltqualitätsziel zu erreichen. Auf den internationalen Klimaschutz bezogen, entspricht dies der Suche nach einer möglichst kosteneffizienten Strategie, um das Umweltqualitätsziel zu erreichen, den weltweiten Temperaturanstieg auf weniger als 2 °C gegenüber dem vorindustriellen Zeitalter zu begrenzen (siehe These 3).⁶⁸

Solche Strategien zur Einhaltung des 2 °C-Ziels wurden u. a. vom WBGU (2003) untersucht. Die Kosten für eine Stabilisierung der CO₂-Konzentration zwischen 400 und 450 ppmv schätzt der WBGU auf 0,2 % bis 1,7 % des Weltwirtschaftsproduktes im Jahre 2100.⁶⁹ Weitere Studien belegen, dass mit gezielt gefördertem technischen Fortschritt erhebliche Kostensenkungen zu erwarten sind.⁷⁰ So schätzt das Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (PIK) die Kosten für eine Stabilisierung der

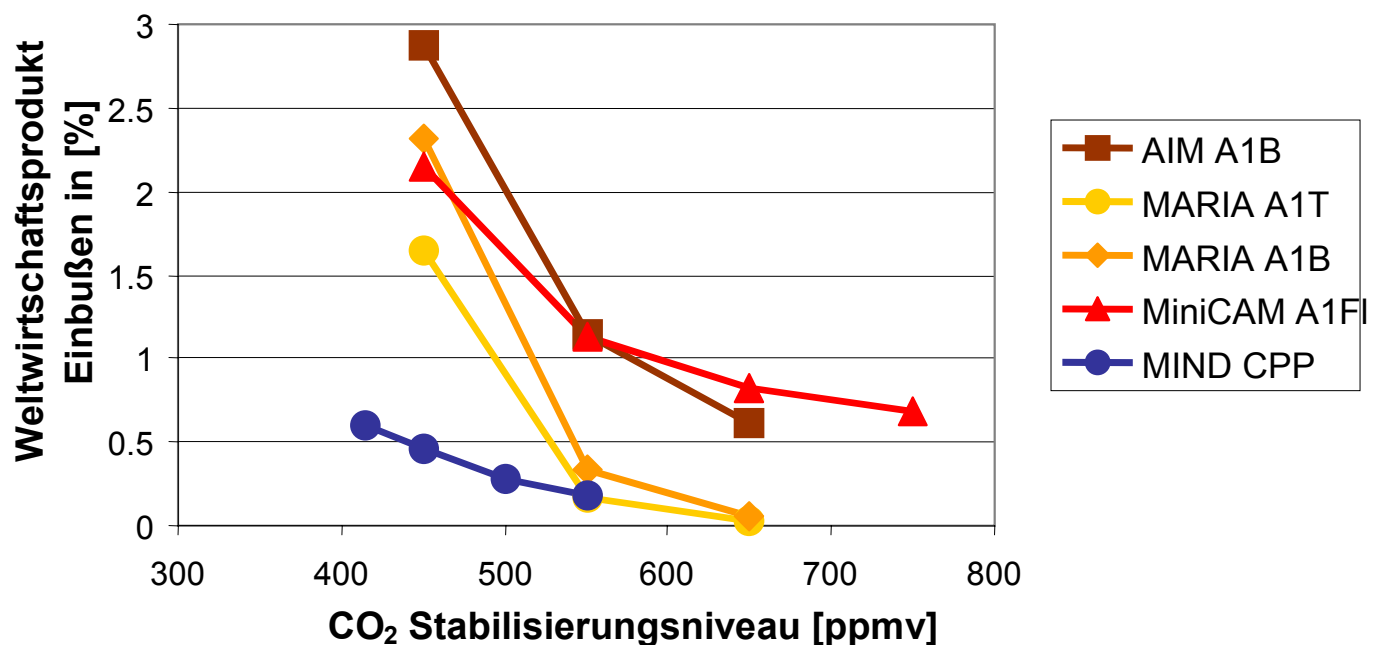
⁶⁸ Theoretisch wäre es zwar denkbar, das „optimale“ Maß des Klimaschutzes anhand globaler Kosten-Nutzen-Analysen zu bestimmen. Sowohl die Schätzung der Kosten des Klimaschutzes als auch die Schätzung der Kosten des Nichthandelns sind jedoch mit erheblichen methodischen Problemen wie der Monetarisierung möglicher Schäden behaftet. Darüber hinaus ist es methodisch schwierig, großräumige, singuläre Klimaereignisse, deren Eintrittswahrscheinlichkeit zwar gering, deren Schadenspotential aber sehr hoch ist, in die Risikobewertung ökonomischer Modelle sinnvoll einzubeziehen. Die Kostenberechnungen hängen auch sehr stark von der angenommenen Diskontrate ab, d.h. davon, wie stark zukünftige Kosten aufgrund des zugrunde gelegten Wirtschaftswachstums niedriger bewertet werden als Kosten, die heute entstehen. Grundsätzlich sollten zukünftige und heutige Kosten bei generationenübergreifenden Abwägungen gleich bewertet werden (d. h. Zeitpräferenzrate=0). Sonst würden wir künftige Generationen durch Klimaschäden in unververtretbarer Weise belasten.

⁶⁹ WBGU 2003: Über Kyoto hinaus denken – Klimaschutzstrategien für das 21. Jahrhundert, Berlin. Im Zeitraum bis 2100 liegen die Kostenschätzungen für eines der betrachteten Szenarien (B2-400) zwischen 2 und 2,5 % der erwarteten Wirtschaftsleistung, sinken aber langfristig auf unter 2 %. Grundsätzlich sind die z. T. erheblichen Unterschiede bei den Schätzungen von Klimaschutzkosten u. a. durch Modellannahmen über die Entwicklung der Wirtschaftsleistung, der gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Verhältnisse (z. B. Struktur des Welthandels und Rahmenbedingungen internationaler Politik) und zum technischen Wandel bedingt. Die Kosten sind z. B. umso höher, je höher die angenommenen Treibhausgasemissionen im Business-as-usual-Szenario sind und je weniger kooperativ Klimaschutz international organisiert wird.

⁷⁰ Dies zeigen Arbeiten verschiedener Forscherteams im Rahmen des Innovation Modelling Comparison Project (IMCP), u. a. Edenhofer, O., Schellnhuber, H. J. und Bauer, N. 2004: Der Lohn des Mutes. Gestaltungsspielräume für eine internationale Klima- und Energiepolitik, in: Internationale Politik, August 2004, Nr. 8.

Treibhausgaskonzentration zwischen 400 und 450 ppmv CO₂ auf etwa 0,5 % des Weltwirtschaftsproduktes (vgl. Abbildung 13) und damit wesentlich niedriger, als die vom DIW für 2100 geschätzten Schadenskosten in Folge ungebremsster Klimaänderungen.

Abbildung 13: Globale Minderungskostenschätzungen für verschiedene Stabilisierungsniveaus in 2100



Ergebnisse der Modellrechnungen mit dem Modell MIND am Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (PIK): Die oberen vier Kurven der Grafik zeigen Resultate der Modelle AIM, MARIA und MiniCAM zu Minderungskosten von Stabilisierungsszenarien (IPCC 2001, WG III). Hierin steigen die Kosten für eine Stabilisierung unterhalb von 550 ppmv CO₂ deutlich an. Die Arbeiten des PIK (dunkel, unten in der Grafik) zeigen, dass diese Kostenschätzungen erheblich geringer ausfallen, wenn induzierter technischer Wandel in den Modellen berücksichtigt wird. Quelle: Ottmar Edenhofer, Hans Joachim Schellnhuber und Nico Bauer 2004: Der Lohn des Mutes. Gestaltungsspielräume für eine internationale Klima- und Energiepolitik, in: Internationale Politik, August 2004, Nr. 8.

Um Unternehmen eine verlässliche Grundlage für ihre Investitionsentscheidungen zu geben und kostenträchtige Fehlentscheidungen vermeiden zu helfen, muss Klimaschutz durch die langfristige Vereinbarung eines konkreten globalen Umweltschutzziels (d. h. einer Emissionsobergrenze) und der jeweiligen nationalen Beiträge hierzu langfristig und verlässlich angelegt werden. Ein Beispiel für investiti-

onsfördernde Rahmenbedingungen auf nationaler Ebene ist das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), welches 2004 novelliert wurde. Es bietet den Investoren die nötige Investitionssicherheit, in dem es eine Abnahmegarantie und eine – im Zeitverlauf abnehmende – Mindestvergütung über die Dauer von zumeist 20 Jahren vorsieht.

Mit den notwendigen technischen Innovationen und Investitionen sind darüber hinaus erhebliche Chancen verbunden, die Wirtschaft zu modernisieren und wertschöpfungsstarke Arbeitsplätze zu schaffen. Allein im Bereich erneuerbarer Energien waren im Jahr 2004 in Deutschland bereits rund 130.000 Personen beschäftigt. Dies ist eine Steigerung von nahezu 80 % in vier Jahren. Investiert wurde besonders in den Anlagenbetrieb und die Dienstleistungen. Die Zahl der Arbeitsplätze in der Windkraftbranche stieg beispielsweise auf über 50.000. Auch im Bereich des Solarstroms (Fotovoltaik) zeigt sich ein klarer Aufwärtstrend.⁷¹ Die Nutzung erneuerbarer Energien vermied im Jahr 2004 insgesamt rund 70 Mio. Tonnen CO₂. Das entspricht der gesamten Treibhausgasemission von Schweden oder Irland des Jahres 2003.

Das Durchsetzen neuer Techniken – wie der erneuerbaren Energien – in der Praxis endet nicht bei deren Erfinden und Entwickeln. Die breite Markteinführung der Techniken und deren Anwendung im großen Maßstab⁷² ist ein wesentlicher Faktor, um Kosten zu senken. Hierzu zählen auch das Entwickeln einer geeigneten Infrastruktur sowie ihr Einbinden in innovative Organisationskonzepte.⁷³ Da dies häufig ein über mehrere Dekaden andauernder Prozess ist, müssen Unternehmen bereits heute die Techniken von übermorgen entwickeln, erforderlichenfalls gestützt auf staatliche Anreize zur Markteinführung. Seit zwei Jahrzehnten sind in der OECD sowohl öffentliche als auch private Investitionen in Forschung und Entwicklung zu Energietechniken stark rückläufig. Der weitaus größte Teil der öffentlichen Energie-

⁷¹ Edler, D. u. a. 2004: Aktualisierung der Beschäftigtenzahlen im Umweltschutz für das Jahr 2002, Gutachten im Auftrag des Umweltbundesamtes.

⁷² Sijm, J.P.M. 2004: Induced Technological Change and Spillovers in Climate Policy Modeling: An Assessment, ECN-Report C-04-073.

⁷³ Sanden, B. A. und Azar, C. 2005: Near-term technology policies for long-term climate targets – economy wide versus technology specific approaches, Energy Policy, 33: 1557–1576.

forschungsbudgets der vergangenen drei Jahrzehnte weltweit floss zudem in die Nukleartechnik.⁷⁴

Weltweit stehen erhebliche Investitionen in den Energiesektor bevor, mit denen wichtige Weichenstellungen für die kommenden vier Jahrzehnte erfolgen werden. Die Internationale Energieagentur schätzt diese Investitionen weltweit auf etwa 16 Bill. US\$ bis 2030.⁷⁵ Es kommt darauf an, diese Investitionsströme mit den Anforderungen des Klimaschutzes zu verbinden. Dazu sind u. a. die bestehenden internationalen Finanzierungsinstrumente für die klimaschonende Entwicklung des Energiesektors in Schwellen- und Entwicklungsländern zu nutzen.

⁷⁴ IEA/CERT 2004: Energy Technology: Confronting the Climate Challenge und DOE 2004: Adopting A Long View to Energy R&D And Global Climate Change;

<http://energytrends.pnl.gov/integrat/integ001.htm>. Die Investitionen sind generell auszuweiten und für erneuerbare Energietechniken einzusetzen. Bis die erneuerbaren Energien jedoch in erheblichem Umfang zur Weltenergieversorgung beitragen können, wird in einer Übergangsphase verstärkt in Energieeffizienz, Energieeinsparung und geologische Kohlenstoffsequestrierung (CCS) investiert werden müssen. Letztere Technik ist insbesondere für anspruchsvolle Stabilisierungsszenarien für einen begrenzten Zeitraum erforderlich, ob sie sich jedoch wegen der inhärent hohen Kosten und Haftungsrisiken langfristig etablieren können, ist fraglich.

⁷⁵ IEA, World Energy Investment Outlook 2003, OECD/IEA, Paris.

10. Weitere, wichtige positive Effekte des Klimaschutzes, Armutsbekämpfung und Förderung erneuerbarer Energien

Klimaschutz wirkt mehrfach. Er bewirkt auch weniger Luftverschmutzung und weniger Ressourcenkonflikte um Wasser und Öl. Energiesysteme klimaschonend aufzubauen und zu modernisieren, kann ein wertvoller Beitrag dazu sein, Armut zu bekämpfen und die wirtschaftliche Entwicklung zu fördern. Einige der ärmsten Länder sind bereits stark daran interessiert, erneuerbare Energien zu nutzen. Die in absehbarer Zukunft ohnehin erforderliche Umstellung der Energieversorgung wird zeitlich nach vorne gezogen, da die Kosten für erneuerbare Energien im Vergleich zu den knappheitsbedingt ansteigenden Kosten für fossile Energieträger immer günstiger werden. Erneuerbare Energien, kombiniert mit einer konsequent auf Energieeffizienz gerichteten Politik, sind die beiden tragenden Säulen eines nachhaltigen Umgangs mit Energie.

Positive Nebeneffekte der Klimaschutzmaßnahmen bestehen in erster Linie darin, die Luftverschmutzung durch Stickoxide (NO_x), Schwefeldioxid (SO_2), Ruß und Kohlenmonoxid (CO) zu vermindern. Besonders in Schwellenländern ist die Luftverschmutzung im Zusammenhang mit schnell wachsender Industrie, Bevölkerung und Verkehr ein wichtiges Problem für die Gesundheit der Menschen und die Ökosysteme. Klimaschutz, der diese Belastungen reduziert, ist somit für diese Länder – und nach wie vor auch für Industriestaaten – jenseits originärer Klimaschutzpolitik von großer Bedeutung.

Eine Studie für die Europäische Kommission zeigt, dass eine Stabilisierung der Kohlendioxidkonzentration bei 450 ppmv zu einer Verringerung der SO_2 -Belastung um 70 % und der NO_x -Belastung um 50 % gegenüber der Business-as-usual-Entwicklung im Jahre 2050 führen könnte.⁷⁶

⁷⁶ Criqui et al. 2003: Greenhouse gas reduction pathways in the UNFCCC process up to 2025, Bericht des CNRS (France), RIVM (Netherlands), ICCS (Greece), CES (Belgium) für die EU-Kommission, GD Umwelt, vgl. Abbildung A5 im Anhang.

Erneuerbare Energien und Armutsbekämpfung verknüpfen

Die „Internationale Konferenz für Erneuerbare Energien“ in Bonn (Renewables 2004) zeigte, dass diese Techniken einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Bei vollständiger Umsetzung des Bonner Internationalen Aktionsprogramms (IAP) ließen sich jährlich 1,2 Mrd. Tonnen CO₂ einsparen, das entspricht etwa 5% der für das Jahr 2015 geschätzten globalen CO₂-Emissionen. Auch im Zusammenhang mit der Entwicklungszusammenarbeit ist es ein viel versprechender Weg, sie zu verbreiten und verstärkt zu nutzen. Erneuerbare Energien, vielfach dezentrale Energiesysteme helfen, die Energiearmut in vielen Entwicklungsländern zu bekämpfen. Dies führt zu einem Aufbau neuer Industrien und zur Schaffung wertschöpfungsstarker Arbeitsplätze. Neben ihrem Beitrag zum Klimaschutz verringert die Nutzung erneuerbarer Energien zudem häufig die lokale Umweltbelastung (Luft- und Wasserverschmutzung) sowie die Abhängigkeit von teuren Rohstoffimporten und das Risiko internationaler Konflikte um knappe Rohstoffe. Viele Entwicklungsländer zeigen starkes Interesse daran, erneuerbare Energien zu nutzen. Projekte aus Budgets der technischen Zusammenarbeit sollten stärker Initiativen unterstützen, die eine nachhaltige Energieversorgung (erneuerbare Energien und Energieeffizienz) zum Ziel haben.

In Entwicklungsländern stehen häufig der Klimawandel und seine Risiken nicht im Mittelpunkt des politischen Interesses. Armutsbekämpfung und wirtschaftliche Entwicklung haben – aus nachvollziehbaren Gründen – höchste politische Priorität. Darauf sollte die Staatengemeinschaft in zweifacher Weise reagieren: Sie muss erstens gezielt nach solchen Klimaschutzmaßnahmen suchen, die positive wirtschaftliche Wirkungen entfalten oder die Synergien mit anderen Entwicklungszielen, zum Beispiel im Energie- oder Wasserbereich, haben.⁷⁷ Zweitens muss sie verstärkt den Aufbau der notwendigen wissenschaftlichen und administrativen Kapazitäten

⁷⁷ Solche Synergien beschreiben ausführlich Saleemul Huq u. a. (2004): Development and Climate: Results of Phase I; IIED London, www.developmentfirst.org. Es wurde u. a. gezeigt, dass insbesondere im Energiesektor, dessen Modernisierung und Aufbau besonders für die Schwellenländer von zentraler wirtschaftlicher Bedeutung ist, eine regionale Kooperation viele Vorteile und Kosteneinsparung bringt. Bei der Bildung regionaler Verbünde gilt es, klimafreundliche Optionen (z. B. Gas statt Kohle) durch technische und materielle Hilfen zu unterstützen.

fördern, für das Wahrnehmen des Klimawandels als Risiko eintreten und damit die Basis für internationale Kooperationen schaffen, um ihn zu bekämpfen.

Für den internationalen Verhandlungsprozess ist es dringend notwendig, detaillierte Informationen zu erforderlichen und geplanten Investitionen – u. a. im Energiesektor wichtiger Entwicklungsländer – zusammen zu tragen und auf dieser Basis Strategien für klimafreundliche Investitionen zu entwickeln sowie Analysen zu Finanzierungskonzepten durchzuführen.⁷⁸

Internationale Sicherheit

Mehrere Studien prognostizieren gewaltsame Auseinandersetzungen um Ressourcen, wie Wasser oder Öl.⁷⁹ Solche Gefahren wären deutlich geringer, falls die Treibhausgaskonzentration auf niedrigem Niveau stabilisiert werden würde. Angesichts der begrenzten weltweiten Ölreserven und der derzeitigen sowie absehbaren Preisentwicklung an den Rohölmärkten ist auch eine verringerte Abhängigkeit von Ölimporten als positiver Nebeneffekt einer wirksamen Klimaschutzpolitik anzusehen.

⁷⁸ China hat z. B. mit der Vorlage von Teilen einer Energiestrategie im Jahre 2004 (eine Klimaschutzstrategie soll in Kürze folgen) eine gute Ausgangsbasis für derartige Analysen geschaffen.

⁷⁹ Purvis, N. und Busby, J. 2003: The Security Implications of Climate Change for the UN System, Memo to the UN Foundation und
Schwartz, P. und Randall, D. 2003: An Abrupt Climate Change Scenario and Its Implications for United States National Security.

11. Klimaschutz in anderen Politikbereichen verankern

Klimaschutz ist nicht Aufgabe der Umweltpolitik allein. Viele Maßnahmen in anderen Politikbereichen, zum Beispiel der Entwicklungspolitik, Finanzpolitik, Landnutzungs-, Wirtschafts- und Industriepolitik, Land- und Forstwirtschaftspolitik, Regionalpolitik, Energiepolitik oder Verkehrspolitik haben unter Umständen gravierende Folgen für den Klimaschutz. Dort sollte daher Klimaschutz als Ziel wesentlich stärker integriert werden. Auch die Länder und Kommunen können – trotz knapper Budgets – unter anderem durch die Raumplanung sowie als Moderator und Initiator von Investitionen mehr zum Klimaschutz beitragen.

Was würde passieren, falls der Trend sich fortsetzte?

Der Klimaschutz ist nicht nur eine globale Aufgabe. Er erfordert auch auf nationaler und regionaler Ebene Anstrengungen, die sich nicht nur auf die Umweltpolitik beschränken dürfen. Ansonsten bestünde die Gefahr, dass durch Handlungen und Entwicklungen, die dem Klimaschutz entgegen wirken, bereits erzielte oder zukünftige Erfolge des Klimaschutzes zunichte gemacht würden. Außerdem ist es erforderlich, in den verschiedenen gesellschaftlichen Bereichen abgestimmt zu handeln, damit die heutigen und zukünftigen Ziele des Klimaschutzes möglichst kostengünstig erreicht sowie alle positiven Effekte, zum Beispiel die Entstehung neuer Arbeitsplätze, genutzt werden können.

Klimaschutz muss in allen Politikbereichen verankert sein

In den Jahren von 1990 bis 2000 waren viele Beiträge der deutschen Klimapolitik durch isolierte Maßnahmen in ausgewählten Bereichen und Sondereffekte – wie den wirtschaftlichen Wandel in Ostdeutschland – möglich. Umfassende Maßnahmen des Klimaschutzes sind nur kostengünstig zu realisieren, soweit sie gut mit anderen politischen Zielen, Maßnahmen und Instrumenten abgestimmt werden.

Die Nachhaltigkeitsstrategie für Deutschland⁸⁰ nimmt den Ansatz der Verankerung des Klimaschutzes in verschiedenen Politikbereichen auf und zeigt, dass – neben anderen Themen – auch der Klimaschutz übergreifend zu betrachten ist.

Zahlreiche Maßnahmen in Politikbereichen außerhalb der Umweltpolitik können gravierende negative oder positive Folgen für den Klimaschutz haben. Dazu gehören zum Beispiel die Entwicklungs-, Energie-, Bau-, Verkehrs-, Finanz-, Wirtschafts- und Industrie-, Land- und Forstwirtschafts- sowie Regionalpolitik. Die Emissionen von Treibhausgasen sind so eng mit vielen Bereichen des Wirtschaftens verknüpft, dass die erforderlichen Emissionsminderungen nur durch tief greifende technische Neuorientierungen und Änderungen der Denkweisen und Verhaltensmuster möglich sein werden. Daher sind die wesentlichen Entscheidungen in solchen Politikbereichen in Zukunft konsequent auf ihre Vereinbarkeit mit Klimaschutzzielen zu überprüfen und mit der Klimaschutzpolitik abzustimmen. Ein geeignetes Planungsinstrument hierzu ist die strategische Umweltprüfung (SUP) für Pläne und Programme.

Welche Maßnahmen und Instrumente sind für einen langfristig wirksamen Klimaschutz erforderlich?

Beim Klimaschutz ist nicht nur die internationale Ebene relevant, auch EU, Bund, Länder und Kommunen sind gefordert. Konkrete Programme, Strategien und Maßnahmenpläne auf diesen Ebenen sind wichtige Instrumente für die Politikgestaltung.

In der Europäischen Union sind verschiedene Prozesse und Strategien für die Klimaschutzpolitik von Bedeutung. Das Umweltbundesamt empfiehlt folgende konkrete Schritte:

- Die EU-Umweltpolitiken (von Bedeutung sind dabei u. a. das 6. Umweltaktionsprogramm, die thematischen Strategien und auch die Nachhaltigkeitsstrategie) sollten konkrete mittel- und langfristige Ziele für den Kli-

⁸⁰ s. hierzu: Bundesregierung 2004: Fortschrittsbericht 2004 – Meilensteine für eine nachhaltige Entwicklung; sowie: Bundesregierung 2005: Wegweiser Nachhaltigkeit – Kabinettsbeschluss vom 10.8.2005

maschutz sowie Maßnahmen und Instrumente für deren Umsetzung benennen.

- Der so genannte Cardiff-Prozess zur Integration von Umweltaspekten in andere Politikfelder sollte wiederbelebt und gestärkt werden.
- Die Lissabon-Strategie darf nicht auf die undifferenzierte Förderung des kurzfristigen Wirtschaftswachstums verengt werden. Damit Wirtschaftswachstum auch dauerhaft ist, bedarf es ökologischer Bojen, die – im Interesse zukünftiger Generationen – nicht zu überfahren sind. Diese sind nicht zuletzt von der Klimapolitik zu definieren. Zudem sind die Potenziale für Innovation und Beschäftigung als Folge der Klimapolitik ein wichtiger Impuls für die Lissabon-Strategie.

Um die Herausforderungen des Klimaschutzes in Deutschland zu meistern, müssen sich auch Verwaltungsorganisation und Entscheidungsabläufe verändern. Erste Schritte hierzu sind in der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung formuliert. Die Nachhaltigkeitsstrategie enthält zum Beispiel Indikatoren, die mit mittelfristigen Zielen und einem Überprüfungsgebot verknüpft sind. Offen ist, welches Gremium oder welche Behörde den Beitrag dieser Entscheidungen für den Klimaschutz beurteilt und – falls erforderlich – Vorschläge für weitere, erforderliche Entscheidungen macht.

Die Bundesregierung verfolgt im Rahmen der Nachhaltigkeitsstrategie das Ziel, auch den Dialog um den Klimaschutz und öffentliche Diskussionen darüber zu fördern.

Um die Wirksamkeit der Klimaschutzmaßnahmen zu überprüfen, lassen sich Prinzipien der Haushaltsführung auf die Klimapolitik übertragen, wie dies das Konzept der „Naturhaushaltswirtschaft“ vorsieht.⁸¹ Anstelle der Verwaltung knappen Geldes tritt hier die Verwaltung knapper natürlicher Ressourcen.

⁸¹ Dieses Konzept wird unter dem Namen ökoBUDGET bereits von Kommunen in mehreren Ländern Europas angewandt, in Deutschland von Bielefeld, Dresden, Heidelberg, Kaiserslautern und dem Landkreis Nordhausen. Weitere Informationen unter http://www.ecobudget.com/emp/envbud_ger.html.

Als weitere Beispiele für die Umsetzung der eingangs genannten Prozesse und Strategien skizzieren wir im Folgenden die Siedlungs- und Verkehrsentwicklung und die hierbei von Kommunen zu treffenden Entscheidungen.

Beispiel Verkehrs- und Siedlungsentwicklung

Dichte, gemischte Siedlungsstrukturen, die gleichzeitig auch Erholungsflächen freihalten und nahe liegende Ausflugsziele bieten, können das Verkehrsaufkommen reduzieren. Sie verbessern das Angebot umweltverträglicher Verkehrsträger, fördern es, Bahnen und Busse zu nutzen, zu Fuß zu gehen oder Rad zu fahren und mindern dadurch die Treibhausgasemissionen. Zusammen mit besseren Angeboten des Öffentlichen Verkehrs, guten Kombinationsmöglichkeiten mit Pkw und der verstärkten Förderung des Fuß- und Radverkehrs unterstützen diese Bedingungen auch ein umweltfreundliches Urlaubs- und Freizeitverhalten. Attraktive Urlaubsangebote in Deutschland und Europa und ihre bessere Vermarktung können darüber hinaus dem Trend zu mehr Fernreisen entgegen wirken.

Der weitgehende Verzicht auf den weiteren Ausbau der Verkehrsinfrastruktur fördert regionale Kreisläufe und wirkt dem ungebremsen Verkehrswachstum, verkehrsinintensivem „Outsourcing“ und der so genannten rollenden Lagerhaltung entgegen. Untersuchungen zeigen, dass neue Verkehrswege die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit einer Region nicht notwendigerweise verbessern. In einigen Fällen ließen sich keine oder sogar negative Wirkungen beobachten. So hat der Anschluss an das Autobahnnetz, vor allem in dünn besiedelten Regionen und weit ab von Verdichtungsräumen, die Abwanderungstendenzen eher verstärkt.⁸²

Beispiel Kommunale Klimaschutzpolitik

Das besondere Potenzial der kommunalen Klimaschutzpolitik liegt in der „Nähe“ zum Leben und Wirtschaften am Ort und der engen Einbindung in lokale Akteursnetzwerke. Besonders der in kommunalpolitischer Verantwortung betriebene öffentliche Nahverkehr und die dezentrale Energieversorgung sind Handlungsfelder für kommunalen Klimaschutz, für den die Kommunen eigenverantwortlich handeln.

⁸² Verron, Hedwig: Determinanten des Verkehrswachstums, Entwicklungen, Ursachen und Gestaltungsmöglichkeiten; bisher unveröffentlichter Bericht des Umweltbundesamtes vom 30.08.2004.

Die Bundesländer unterstützen die Kommunen häufig in ihren Klimaschutzaktivitäten mit günstigen Rahmenbedingungen, Pilotprojekten und finanziellen Förderungen. Der Bund fördert vorrangig Forschungsvorhaben, die die wissenschaftlichen Instrumente für den kommunalen Klimaschutz bereitstellen. Weil es häufig darum geht, auf neue Herausforderungen zu reagieren oder neue Aufgabengebiete im Klimaschutz auf der Ebene der Kreise, Städte und Gemeinden zu bearbeiten, beteiligt sich auch der Bund vielfach an finanziellen Förderungen. Ein wichtiges Beispiel hierfür ist der Leitfaden „Kommunaler Klimaschutz“, der bereits im Jahre 1997 erschien und das komplexe Feld der Möglichkeiten kommunalen Handelns im Klimaschutz aufzeigte sowie gute Beispiele und direkte Ansprechpartner benannte.

Im Jahre 2005 zeigte eine vom BMU geförderte und vom UBA fachlich begleitete Studie des Öko-Instituts am Beispiel der Stadt München, mit welchen Maßnahmen das Ziel erreichbar ist, die CO₂-Emissionen um 50 % zu vermindern. Zugleich beschreibt die Studie auch notwendige Rahmenbedingungen für eine an diesem Ziel orientierte Strategie.⁸³

Als Ergebnis wurden drei Szenarien entwickelt:

1. Referenzszenario mit der absehbaren Entwicklung ohne zusätzliche Maßnahmen zum Klimaschutz, mit einer angenommenen Senkung der CO₂-Emissionen um 21 % bis 2030;
2. Zielszenario, das den notwendigen Pfad darstellt, die CO₂-Emissionen für die verschiedenen Sektoren in der Stadt München um 50 % bis 2030 zu vermindern;
3. Maßnahmenszenario, das die umsetzbaren Maßnahmen bis zum Jahr 2030 enthält und davon ausgeht, dass rund 40 % der CO₂-Emissionen im Vergleich zu 1990 eingespart werden.

⁸³ Öko-Institut 2004: Kommunale Strategien zur Reduktion der CO₂-Emissionen um 50 % am Beispiel der Stadt München. Die Studie kann von der Internetseite des Öko-Instituts unter www.oeko.de sowie von der Internetseite des BMU unter <http://www.bmu.de/klimaschutz/downloads/doc/7059.php> heruntergeladen werden.

Auf dieser Basis wurden 14 Handlungsschwerpunkte ausgewählt und Maßnahmen vorgeschlagen, die insgesamt knapp 4 Mio. Tonnen CO₂ bis 2030 einsparen helfen sollen, mehr als die Hälfte der angestrebten Gesamteinsparung.

Die Studie zeigt unter anderem, dass die Finanzierung und Durchführung der Energiesparmaßnahmen durch Dritte (Contracting) eine besonders viel versprechende Lösung ist. Verringerte Steuereinnahmen und wachsende Ausgaben der Kommunen machen eine wesentlich stärkere Nutzung privater Investitionen für den Klimaschutz erforderlich.

Für die Stadt München erwiesen sich folgende Maßnahmen als besonders viel versprechend, um ihre CO₂-Emissionen zu mindern:

- Sanierungsmaßnahmen im Bestand der Altbaugebäude (Emissionsminderungspotential: ca. 20,5 %),
- Einsatz von Biomasse in der städtischen Energieversorgung (Emissionsminderungspotential: ca. 8,5 %),
- gering-investive Maßnahmen zur Verbesserung der Energienutzung im Bereich Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (Emissionsminderungspotential: ca. 5,2 %).

Die Ergebnisse der Studie sind prinzipiell auch auf andere Städte übertragbar oder basieren auf deren Erfahrungen. So wurden in Berlin durch das „Energieeinspar-Contracting“ mehr als 300 Gebäude energetisch saniert und mehr als 30.000 Tonnen CO₂-Emissionen vermieden.

12. Stand der Zielerreichung des Kyoto-Protokolls in Deutschland

Ohne weitere Maßnahmen werden in Deutschland die Klimaschutzziele bis 2010 nicht erreicht werden. Die aktuelle Prognose der Treibhausgasemissionen verdeutlicht zwar den Erfolg der bisherigen klimaschutzpolitischen Maßnahmen hierzulande. Das Ziel des Kyoto-Protokolls erreichen sie jedoch nicht und bei weitem nicht die im Klimaschutzprogramm 2005 vorgesehene Minderung der Treibhausgasemissionen bis 2020 um 40 % gegenüber dem Basisjahr 1990. Die Emissionsminderungspotenziale – insbesondere der nicht vom Emissionshandel erfassten Sektoren – sind auszuschöpfen. Hierzu gehören besonders auch die nicht energiebedingten Treibhausgase (N₂O, CH₄, fluorierte Treibhausgase).

Deutschland hat – gemeinsam mit der Europäischen Union – eine Vorbildrolle in den internationalen Klimaverhandlungen. Nicht zuletzt deshalb ist das Einhalten der deutschen Emissionsminderungsziele von großer Bedeutung.

Zwischenbilanz – wo steht Deutschland mit Blick auf das Kyoto-Ziel?

Die Studie des Umweltbundesamts "Klimaschutz in Deutschland bis 2030"⁸⁴ analysiert und bewertet die klimaschutzpolitischen Maßnahmen bis Ende 2002 hinsichtlich ihrer emissionsmindernden Wirkungen. Grundlage für energiebezogene Maßnahmen ist das Referenzszenario der Enquete-Kommission des 14. Deutschen

⁸⁴ Das Forschungsprojekt „Politiksznarien für den Klimaschutz – Langfristszenarien und Handlungsempfehlungen ab 2012 (Politiksznarien III)“ im Auftrag des Bundesumweltministeriums und des Umweltbundesamtes wurde von der Arbeitsgemeinschaft Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) Berlin, Forschungszentrum Jülich, Programmgruppe Systemforschung und Technologische Entwicklung (STE), Fraunhofer Institut Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI) Karlsruhe und Öko-Institut Berlin bearbeitet. Der Endbericht mit dem Titel „Umweltbundesamt 2005: Klimaschutz in Deutschland bis 2030 – Endbericht zum Forschungsvorhaben Politiksznarien III“ wurde im Januar 2005 in der Reihe „Climate Change“ des Umweltbundesamtes veröffentlicht und ist unter www.umweltbundesamt.de abrufbar.

Bundestages „Nachhaltige Energieversorgung“,⁸⁵ das wegen aktueller Entwicklungen modifiziert wurde. Die Studie verdeutlicht zwar den Erfolg der bisherigen Klimaschutzpolitischen Maßnahmen, doch reichen diese nicht aus, um das nationale Kyoto-Ziel zu erfüllen und weitergehende Emissionsminderungen bis 2020 zu realisieren (vgl. These 13). Das Klimaschutzprogramm 2005 der Bundesregierung enthält Maßnahmen, die die erforderlichen Emissionsminderungen bis 2012 erreichen sollen.

Um die seit 1998 ergriffenen Klimaschutzpolitischen Maßnahmen zu bewerten, vergleicht die Studie ein Szenario „Mit Maßnahmen“ (also den derzeit beschlossenen Maßnahmen) mit einem zweiten Szenario „Ohne Maßnahmen“. Dabei ergibt sich, dass die Treibhausgasemissionen in Deutschland „Ohne Maßnahmen“ im Jahr 2010 um mehr als 100 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente oder etwa 10 % höher lägen, als dies unter der derzeitigen Klimapolitik zu erwarten wäre.⁸⁶ Besonders hohe Beiträge leisten der Ausbau der erneuerbaren Energien (- 38 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente)⁸⁷, die Energieeinsparverordnung (- 5 Mio. Tonnen), die ökologische Steuerreform (- 12 Mio. Tonnen), Gebäudesanierungsprogramme (- 6 Mio. Tonnen), das Verbot der Ablagerung unbehandelter Abfälle⁸⁸ (- 10 Mio. Tonnen) und die Minderung von H-FKW-Emissionen in Kühl- und Klimaanlage sowie Schäumen (- 9 Mio. Tonnen). Im Szenario „Mit Maßnahmen“ erwarten die Autoren der Studie bis 2010 (die erste Kyoto-Verpflichtungsperiode 2008 bis 2012 repräsentierend), dass die Treibhausgasemissionen um knapp 20 % gegenüber 1990 zurückgehen (s. Abbildung 14). Um das Ziel des Kyoto-Protokolls – also einen Rückgang der Treibhausgasemissionen um 21 % bis 2008/2012 – zu erfüllen, würden demnach im Jahr 2010 noch knapp 13 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente oder ein Prozentpunkt

⁸⁵ Endbericht der Enquete-Kommission des 14. Deutschen Bundestages „Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und Liberalisierung“, Bundestags-Drucksache 14/9400; Referenzszenario vor allem im These 4.

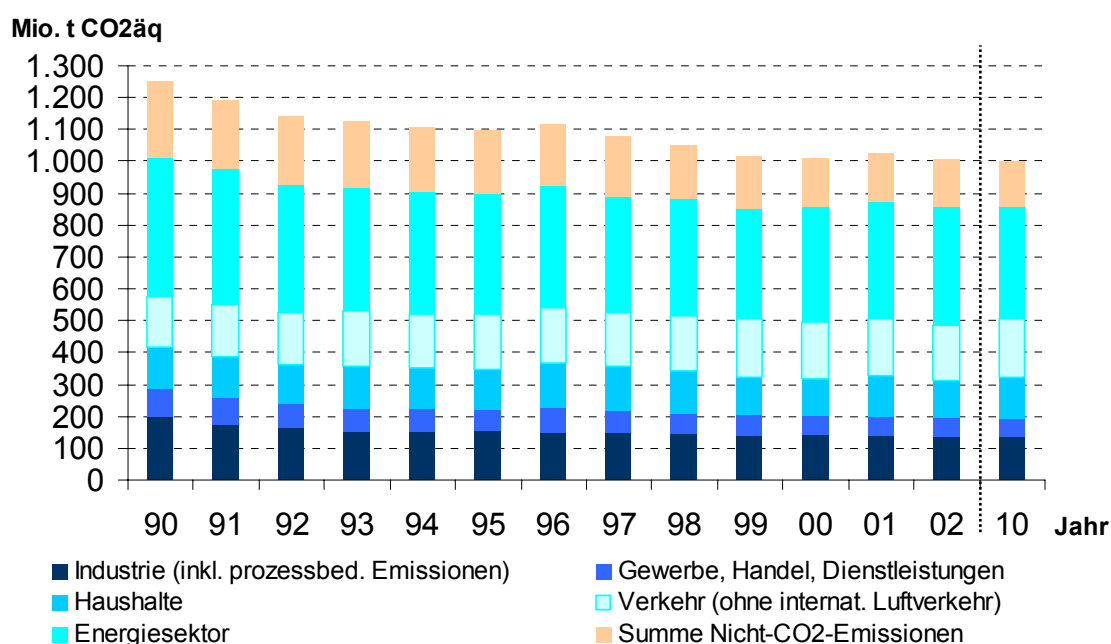
⁸⁶ Umweltbundesamt 2005: Klimaschutz in Deutschland bis 2030 – Endbericht zum Forschungsvorhaben Politiksszenarien III, S. 278.

⁸⁷ Die Bundesregierung taxiert die Werte auf 70 Mio Tonnen im Jahr 2004, Quelle: Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat), Diese Daten beruhen auf einem anderen Referenzsystem und beschreiben die Gesamtentlastung.

⁸⁸ Abfallablagerungsverordnung (AbfAbIV, Ergänzung der TA Siedlungsabfall von 1993).

fehlen. Das am 13. Juli vom Bundeskabinett verabschiedete Nationale Klimaschutzprogramm 2005 legt aus diesem Grund quantifizierte Maßnahmenkataloge für die Bereiche Verkehr und private Haushalte vor. Ziel ist es sicherzustellen, dass das Kyoto-Ziel erreicht wird. Inwieweit die Emissionsminderungen als Folge der Maßnahmen eintreten, stellt das im Klimaschutzprogramm verankerte jährliche Monitoring fest.⁸⁹

Abbildung 14: Entwicklung der sektoralen CO₂-Emissionen und Nicht-CO₂-Emissionen „Mit-Maßnahmen“



Quelle: Umweltbundesamt 2004, Politikszenerien III

Was müssen wir in Deutschland tun, um unsere Emissionsminderungsziele für Treibhausgase bis 2010 zu erreichen?

Falls das Monitoring geringere tatsächliche Emissionsminderungen – etwa wegen nicht vorhersehbarer Faktoren – zeigen sollte, wären noch zusätzliche Anstrengungen erforderlich, um die 21 % Treibhausgasemissionsminderung gegenüber 1990 bis 2008-2012 zu erfüllen.

⁸⁹ Vgl. Nationales Klimaschutzprogramm, Bundestags-Drucksache 15/5931 vom 19.7.2005

Da das Kyoto-Protokoll nur ein erster Schritt zu langfristig notwendigen, wesentlich stärkeren Emissionsminderungen ist, untersucht die Studie auch die Business as usual-Entwicklung zwischen 2010 und 2020. Hier zeigt sich – anstelle der politisch gewollten Minderung um weitere 200 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente (auf dann - 40 % gegenüber 1990)⁹⁰ – sogar ein leichter Anstieg der CO₂-Emissionen um rund 15 Mio. Tonnen. Diese Steigerung kompensiert der leichte Rückgang der anderen Treibhausgasemissionen nicht. Die folgenden Kapitel gehen näher auf Maßnahmen ein, die mittel- und langfristig zur Minderung der Treibhausgasemissionen in Deutschland beitragen können und sollen.

⁹⁰ Im Klimaschutzprogramm schlägt die Bundesregierung vor, „dass die EU sich im Rahmen der internationalen Klimaschutzverhandlungen für die zweite Verpflichtungsperiode des Kyoto-Protokolls bereit erklärt, ihre Treibhausgase bis zum Jahr 2020 um 30 Prozent (gegenüber dem Basisjahr) zu reduzieren. Unter dieser Voraussetzung wird Deutschland einen Beitrag von – 40 Prozent anstreben.“, vgl. ebd., S. 6

13. Minderung des deutschen Treibhausgasausstoßes bis 2050 – CO₂, CH₄, N₂O und fluoridierte Treibhausgase

Den Treibhausgasausstoß bis 2050 um 80 % zu mindern, ist technisch möglich und volkswirtschaftlich tragfähig. Das Fördern der erneuerbaren Energien und eine deutlich steigende Energieeffizienz tragen hierzu in hohem Maße bei. Fluoridierte Treibhausgase sind wegen klimaschonender Techniken weitgehend verzichtbar. Für das Erreichen des Zwischenziels, bis 2020 die CO₂-Emissionen um 40 % gegenüber 1990 zu vermindern, existieren kostengünstige Maßnahmen ohne volkswirtschaftliche Mehrkosten. Hierzu zählen zum Beispiel die Sanierung des Gebäudebestandes und Effizienzsteigerungen im Kraftwerkspark.

Was würde passieren, falls der Trend sich fortsetzte?

Die Enquete-Kommission des 14. Deutschen Bundestages „Nachhaltige Energieversorgung“ legte im Jahr 2002 umfangreiches Datenmaterial zur langfristigen Entwicklung der Energieversorgung und der Treibhausgasemissionen in Deutschland vor.⁹¹ Dieses wurde im Jahr 2004 mit einer Studie im Auftrag des Bundesumweltministeriums aktualisiert.⁹² Das Referenzszenario genügt den mittel- und langfristigen Klimaschutzanforderungen nicht. Würden die bisherige Politik sowie die aktuellen Konsum- und Produktionsmuster bis 2050 beibehalten, so verblieben die gesamten energiebedingten CO₂-Emissionen in Deutschland bis 2030 auf etwa dem Niveau von 2002, bei rund 830 Mio. Tonnen pro Jahr. Sie würden dann bis 2050 – insbesondere wegen des angenommenen starken Bevölkerungsrückgangs – auf 701 Mio. Tonnen pro Jahr sinken.

Für nicht energiebedingte Treibhausgasemissionen, wie beispielsweise die per- und teilfluorierten Kohlenwasserstoffe (FKW, HFKW) oder Schwefelhexafluorid (SF₆),

⁹¹ Endbericht der Enquete-Kommission des 14. Deutschen Bundestages „Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und Liberalisierung“, Bundestags-Drucksache 14/9400; Referenzszenario vor allem in These 4.

⁹² Bundesumweltministerium 2004: Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland.

sind innerhalb der EU ab 2006/2007 erste übergreifende, bei Automobilklimaanlagen (vgl. These 19) langfristig auch weitergehende Emissionsminderungsmaßnahmen absehbar. Die Emissionsminderungsbestrebungen sind fortzusetzen, damit die Emissionen dieser Treibhausgase bis zum Jahr 2020 und darüber hinaus – beispielsweise in neuen Anwendungsfeldern – nicht weiter steigen. Die bisher realisierten und geplanten Maßnahmen werden allerdings einen leichten Emissionsanstieg der per- und teilfluorierten Kohlenwasserstoffe (FKW, HFKW) und des Schwefelhexafluorids (SF₆) (in Summe) bis zum Jahr 2020 nicht verhindern können (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1: Entwicklung der Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2030 in Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente

	2000 ⁴⁾	2010	2020	2030
CO ₂ ¹⁾	863,0	836,0	851,0	816,0 ³⁾
davon:				
Energiesektor	367,5	352,8	385,9	367,0 ³⁾
Haushalte	131,7	129,8	127,0	177,0 ³⁾
GHD	66,7	57,9	55,1	
Industrie	118,4	110,5	105,7	101,0 ³⁾
Verkehr	176,7	184,8	177,6	170,0 ³⁾
CH ₄ ¹⁾	86,5	70,4	65,3	64,9
N ₂ O ¹⁾	55,8	54,6	54,0	54,2
H-FKW ²⁾	7,0	10,9	9,5	k.A.
FKW ²⁾	1,5	0,6	0,6	k.A.
SF ₆ ²⁾	6,7	4,4	6,1	k.A.
¹⁾ Quelle: Klimaschutz in Deutschland bis 2030, Tab. 3.12-9, S. 284 ⁹³ ²⁾ Quelle: Schwarz ⁹⁴ ³⁾ Die CO ₂ -Emissionen im Jahr 2030 sind ohne Modifikationen dem Referenzszenario der Enquete-Kommission entnommen (vgl. Klimaschutz in Deutschland bis 2030, S. 305, Tab 4.3-7). Hier liegen die erwarteten Emissionen insgesamt etwas niedriger. ⁴⁾ Daten für CO ₂ (Einzelsektoren), H-FKW, FKW, SF ₆ von 1998				

⁹³ Umweltbundesamt 2005: Klimaschutz in Deutschland bis 2030 – Endbericht zum Forschungsvorhaben Politiksszenarien III.

⁹⁴ Schwarz, W.: Emissionen und Emissionsprognose von H-FKW, FKW und SF₆ in Deutschland. Aktueller Stand und Entwicklung eines Systems zur jährlichen Ermittlung. Emissionsdaten bis zum Jahr 2001 und Emissionsprognosen für die Jahre 2005, 2010 und 2020. 4. Zwischenbericht zum Forschungsvorhaben, erstellt im Auftrag des Umweltbundesamtes, Förderkennzeichen 202 41 356, Veröffentlichung geplant unter www.umweltbundesamt.de/uba-info-daten/daten/treibhausgase.htm.

Was muss in Zukunft getan werden, um die mittel- und langfristigen Emissionsminderungsziele für Treibhausgase zu erreichen?

Die Treibhausgasemissionen müssen nach Ansicht des Umweltbundesamtes in Deutschland bis 2020 um 40 % gegenüber 1990, also gegenüber dem heutigen Stand um weitere 20 %, oder rund 200 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente sinken. Der Energiesektor spielt hierfür die Schlüsselrolle (vgl. These 17). Nach 2020 müssen weitere Emissionsminderungen folgen, bis im Jahr 2050 eine Emissionsminderung um rund 80 % erreicht ist. Was dies für Energieverbrauch und Infrastruktur der verschiedenen Sektoren bedeutet, ist in der Studie „Klimaschutz in Deutschland bis 2030“⁹⁵ anhand verschiedener Reduktionsszenarien berechnet worden. Das „Reduktionsszenario II“ modelliert eine CO₂-Emissionsminderung um 40 % für 2020 und um 50 % für 2030 (jeweils bezogen auf 1990). Von den Sektoren Industrie und Energieumwandlung werden die größten Emissionsminderungsbeiträge erwartet.

Tabelle 2 zeigt die Entwicklung für die CO₂-Emissionen im Überblick.

⁹⁵ Umweltbundesamt 2005: Klimaschutz in Deutschland bis 2030 – Endbericht zum Forschungsvorhaben Politiksszenarien III.

Die mittelfristigen Szenarien der Studie betrachten lediglich die CO₂-Emissionen.

Tabelle 2: Sektorale CO₂-Minderungsbeiträge der Reduktionsszenarien im Vergleich zum „Modell-Basis-Szenario“ (in Mio. Tonnen) ⁹⁶

	hist. Werte *		Aus Klimaschutzsicht notwendige Entwicklung (Reduktionsszenario II)			Abweichung gegenüber Business-As-Usual (Modell-Basis Szenario)			Veränderung gegenüber 1990		
	1990	2000	2010	2020	2030	2010	2020	2030	2010	2020	2030
Industrie ¹⁾	215	141	131	117	110	- 3 %	- 9 %	- 11 %	- 39 %	- 46 %	- 49 %
GHD ²⁾ , Haushalt	226	192	172	136	109	- 7 %	- 23 %	- 36 %	- 24 %	- 40 %	- 52 %
Verkehr ³⁾	172	188	201	189	167	0 %	- 4 %	- 8 %	17 %	10 %	- 3 %
Energieumwandlung ⁴⁾	407	342	235	164	120	- 19 %	- 48 %	- 61 %	- 41 %	- 59 %	- 70 %
Summe	1014	863	739	607	507	- 9 %	- 26 %	- 35 %	- 27 %	- 40 %	- 50 %
* temperaturbereinigt ¹⁾ inkl. übriger Umwandlungsbereich ²⁾ Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (ohne Land-, Forst- und Bauwirtschaft) ³⁾ inkl. Land-, Forst- und Bauwirtschaft ⁴⁾ ohne übriger Umwandlungsbereich Quellen: Enquete-Kommission 2002, Berechnungen Forschungszentrum Jülich (STE)											

Über diese Entwicklung hinaus ist für Deutschland eine Minderung der CO₂-Emissionen um 80 % bis zum Jahr 2050 gegenüber 1990 technisch möglich und ökonomisch tragfähig.

Einen Weg zur Reduzierung der CO₂-Emissionen um 80 % zeigt die 2002 vom Umweltbundesamt veröffentlichte Studie „Langfristszenarien für eine nachhaltige Energienutzung in Deutschland“ mit dem darin entwickelten „Nachhaltigkeitsszenario“ unter einer Reihe anspruchsvoller Annahmen. ⁹⁷

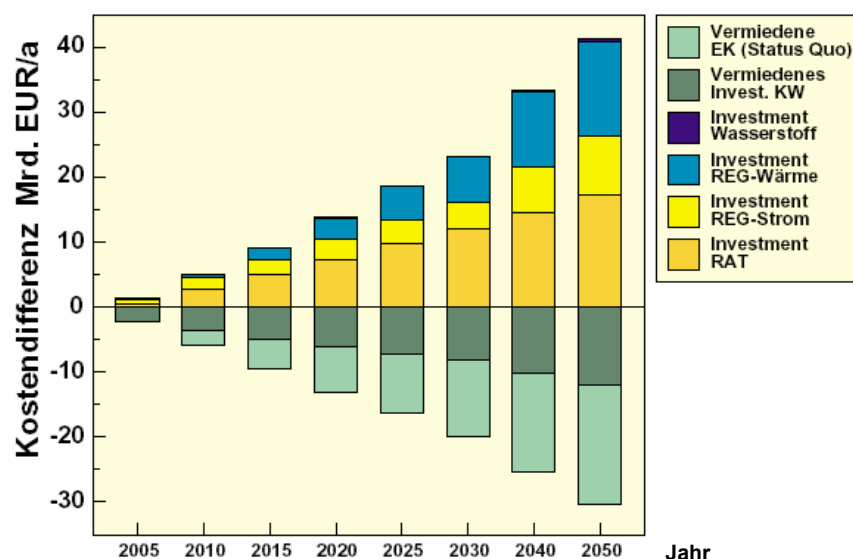
⁹⁶ Vgl. ebd.

Das „Modell-Basis-Szenario“ entspricht in seinen Annahmen dem Referenzszenario der Enquete-Kommission, weist aber aus methodischen Gründen leicht abweichende Zahlen aus. Da für die längerfristige Politikgestaltung vor allem der Unterschied zwischen den verschiedenen Entwicklungspfaden interessiert, wird in diesen Publikationen auf die Gegenüberstellung der beiden Szenarien verzichtet. Details sind jedoch in der Studie nachzulesen.

⁹⁷ Das Forschungsprojekt „Langfristszenarien für eine nachhaltige Energienutzung in Deutschland“ im Auftrag des Umweltbundesamtes wurde vom Wuppertal Institut für Klima Umwelt Energie und vom DLR Institut für Thermodynamik (Stuttgart) bearbeitet. Der Bericht erschien im Jahr 2002 in der Reihe Climate Change des Umweltbundesamtes (Nr. 01/02 und 02/02). Eine Kurzversion ist unter www.umweltbundesamt.de kostenlos abrufbar. Die Daten wurden in der Studie „Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland“ (DLR, ifeu, Wuppertal Institut; 2004) aktualisiert und fortgeschrieben.

Die Autoren skizzieren Pfade für den technischen Fortschritt sowie die Entwicklung des Kraftwerksparks und der Wärmeversorgung, die Deutschland auf dem Weg zu einer klimafreundlichen Wirtschaftsweise beschreiten kann und berechnen auch die Kosten. Dazu vergleichen sie Zusatzkosten und Einsparungen eines solchen Weges mit der Fortschreibung der aktuellen Trends. Die Abbildung 15 zeigt in der oberen Hälfte die zusätzlichen Kosten für Investitionen in erneuerbare Energien (REG) und Techniken zur rationellen Energieverwendung (RAT). In der unteren Hälfte sind dagegen die Ersparnisse aus vermiedenen Energiekosten (EK) für fossile Energieträger und vermiedene Investitionen in konventionelle Kraftwerke aufgetragen.

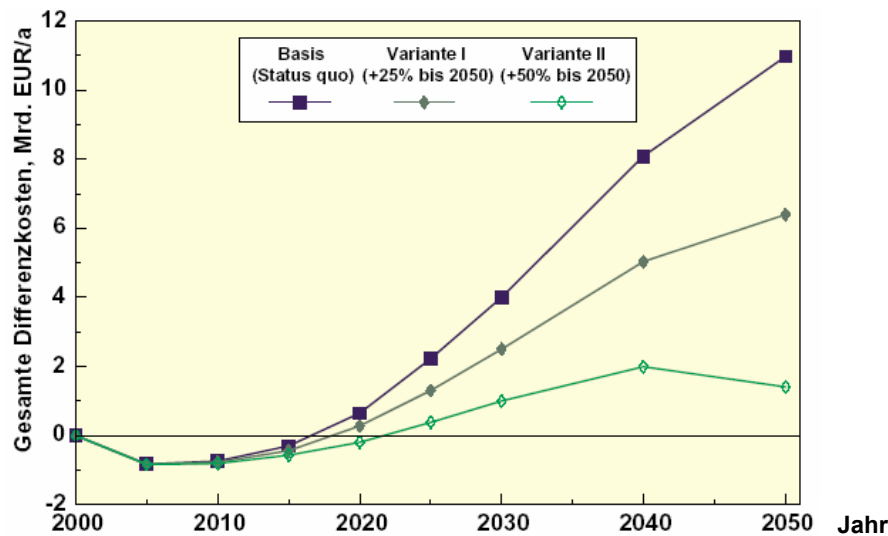
Abbildung 15: Zusatzkosten und Einsparungen eines Szenarios zur nachhaltigen Energienutzung in Deutschland gegenüber dem Status Quo (in Mrd. Euro pro Jahr)



Quelle: Umweltbundesamt 2002, Langfristszenarien nachhaltige Energienutzung

Eine wesentliche Größe der Kostenvergleiche sind die vermiedenen Kosten fossiler Energieträger. Diese hängen von der künftigen Kostenentwicklung auf den Weltmärkten für Öl, Gas und Kohle ab. Die Abbildung 16 veranschaulicht, wie sich der Saldo in Abhängigkeit vom angenommenen Energiepreis entwickelt. Dabei zeigt die obere Kurve „Basis (Status Quo)“ die Kostenentwicklung gemäß der Entwicklung der Energiepreise bis 2002. Die beiden darunter liegenden Kurven „Variante I“ und „Variante II“ zeigen jene Kosten, falls die Energiepreise um 25 % oder 50 % bis 2050 steigen sollten, worauf die Zahlen der Jahre 2003-2005 ja bereits hinweisen.

Abbildung 16: Energiekosten in Abhängigkeit von der angenommenen Energiepreisentwicklung



Quelle: Umweltbundesamt 2002, Langfristszenarien nachhaltige Energienutzung

In der Summe ergeben sich über den gesamten Zeitraum 2002-2050 im ungünstigsten Fall Mehrkosten von etwa 200 Mrd. Euro.⁹⁸ Dies sind Mehrkosten von etwa 4 Mrd. Euro pro Jahr. Umgerechnet auf alle privaten Haushalte in Deutschland⁹⁹ liegt die monatliche Mehrbelastung zwischen 8,2 und 9,4 Euro pro Haushalt. Die Ergebnisse der Enquete-Kommission „Nachhaltige Energieversorgung“ bewegen sich in ähnlichen Dimensionen.

Auch für fluoridierte Treibhausgase sind in Deutschland Emissionsminderungen bis zum Jahr 2020 um 30 % technisch und ökonomisch möglich.¹⁰⁰ Bereits auf der

⁹⁸ in Preisen von 1998. Eine Abdiskontierung dieser Zahlen, also das Einrechnen des Umstandes, dass eine Ausgabe, die erst in der Zukunft getätigt wird, theoretisch in der Zwischenzeit auf dem Kapitalmarkt Zinsen erwirtschaften könnte, hält das Umweltbundesamt bei Zeiträumen dieser Länge für methodisch nicht zulässig.

⁹⁹ Die Zahl der Haushalte liegt in den Szenarioannahmen bei 35 Mio. in 2002, steigt dann wegen der Tendenz zu Kleinhaushalten auf 38 Mio. in 2020 und sinkt wegen des Bevölkerungsrückgangs auf 34 Mio. in 2050.

¹⁰⁰ Schwarz, W.: Emissionen und Emissionsprognose von H-FKW, FKW und SF₆ in Deutschland. Aktueller Stand und Entwicklung eines Systems zur jährlichen Ermittlung. Emissionsdaten bis zum Jahr 2003 und Emissionsprognosen für die Jahre 2010 und 2020. 4. Zwischenbericht zum Forschungsvorhaben, erstellt im Auftrag des Umweltbundesamtes, Förderkennzeichen 202 41 356, veröffentlicht unter <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-daten/daten/fckw/emissionen.htm>.

Basis heute verfügbarer Technik ist abzusehen, dass bis zum Jahr 2030 in fast allen Anwendungen auf den Einsatz dieser Stoffe verzichtet werden kann.

Wie lassen sich die mittel- und langfristigen Emissionsminderungsziele erreichen?

Die Treibhausgasemissionen nach den oben genannten Zielen zu mindern, ist ohne die Nutzung der Kernenergie erreichbar. Auch die aufwändige und in ihren umweltbezogenen Wirkungen unklare CO₂-Abscheidung und -Deponierung sind dafür nicht erforderlich. Die nachhaltige Energienutzung erhöht die Versorgungssicherheit durch verringerte Energieimporte.

Um die Etappenziele bis 2020 und 2030 zur Verringerung der Treibhausgasemissionen zu erreichen, gibt es kostengünstige Emissionsminderungspotenziale und ein Bündel von Maßnahmen zu ihrer Erschließung. Die Reduktionsszenarien in der Studie "Klimaschutz in Deutschland bis 2030" zeigen, dass nach Ablauf der Verpflichtungen aus dem Kyoto-Protokoll weitergehende Minderungen der Treibhausgasemissionen um 40 % bis 2020 und um 50 % bis 2030 gegenüber dem Basisszenario in Deutschland möglich und auch volkswirtschaftlich tragfähig sind. Folgende Sektoren erbringen in den Reduktionsszenarien hierzu substantielle Beiträge:

- Im Stromerzeugungssektor geht die Stromproduktion durch Einsparen des Endverbrauchs bis zum Jahr 2030 um 12 % zurück. Die Stromerzeugung aus Kohle ist zu reduzieren und durch Strom aus gasbefeuerten Gas- und Dampfkraftwerken zu ersetzen. Daneben ersetzen Biomasse- und Biogas/Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen teilweise die fossil befeuerten Anlagen, und es erfolgt ein Ausbau der Nah- sowie Fernwärmeversorgung auch auf Basis von Erd- und insbesondere Biogas. Die Stromerzeugung aus Windenergie und Wasserkraft erreicht ihre kompletten Ausbaupotenziale. (vgl. These 17 und 18)
- Im industriellen Sektor spielt der Energieträgerwechsel eine zentrale Rolle. Der Einsatz von Heizöl verringert sich um 45 %, der von Braunkohle um 25 % und der von Steinkohle um 10 %. Gleichzeitig steigt der Einsatz der Biomasse um 500 %. Außerdem erfolgt der Einsatz und die Entwicklung zusätzlicher

Spartechiken (vgl. These 16). Dies betrifft insbesondere die Branchen Investitionsgüter, Chemie, Zement, Kalk, Ziegel, Papier sowie Eisen und Stahl.

- Im Haushaltssektor hat die energetische Gebäudesanierung eine Schlüsselrolle, mit massiv verstärktem Wärmeschutz im Alt- und Neubaubereich. Energieträgerwechsel von Heizöl (- 65 %) und Erdgas (- 25 %) hin zu Fern- und Nahwärme aus Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK) und erneuerbaren Energien (+ 150 %) sowie verstärktem Einsatz von Brennwertkesseln erbringen weitere Beiträge.
- Im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen trägt der Wärmeschutz mit 50 % Einsparung und im Sektor Land- und Forstwirtschaft mit 20 % Einsparung zur CO₂-Emissionsminderung bei. Außerdem substituiert Fern- und Nahwärme Kohle und Öl im Heizungsbereich (30 % Zuwachs). Stoffe mit einem geringen Treibhauspotenzial ersetzen fluoridierte Treibhausgase in weitgehend allen Anwendungen, wobei deren gesamter Treibhausbeitrag sinkt.¹⁰¹
- Im Verkehrssektor realisieren effizientere Fahrzeugtypen – insbesondere im Güterverkehr – und die Substitution fossiler Kraftstoffe durch Biokraftstoffe¹⁰² CO₂-Emissionsminderungen.

Womit müssen wir bereits heute anfangen?

Investitionsentscheidungen bei Gebäuden und Energieversorgung wirken besonders langfristig. Mit der für 2006 geplanten Einführung von Gebäudeenergieausweisen nach der EU-Gebäuderichtlinie¹⁰³ werden energetische Sanierungen von Gebäuden gefördert. Energieeffiziente Gebäude erhalten damit ein dokumentiertes, zusätzliches Qualitätsmerkmal, das im Fall einer Neuvermietung oder eines Verkaufs zum Tragen kommt und den Eigentümern einen Anreiz gibt, ihre Immobilien auf einen – aus Klimaschutzsicht – besseren Standard zu bringen.

¹⁰¹ Umweltbundesamt: Fluorierte Treibhausgase in Produkten und Verfahren – Technische Maßnahmen zum Klimaschutz. Der Bericht wurde im Jahr 2004 veröffentlicht. Er ist im Internet unter www.umweltbundesamt.de kostenlos abrufbar.

¹⁰² Dies gilt mit der Einschränkung, wie in These 19 ausgeführt, dass aus Klimaschutzsicht bei knappen Biomassevorräten diese statt zur Biokraftstofferzeugung effizienter zur stationären Energieerzeugung genutzt werden sollten.

¹⁰³ Richtlinie 2002/91/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2002 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden.

Darüber hinaus müssen Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK) weiter gefördert und das CO₂-Emissionsminderungsprogramm der KfW nicht nur weiter geführt, sondern auch aufgestockt werden (vgl. These 16).

Mit der Verabschiedung der geplanten EG-Verordnung und EG-Richtlinie über bestimmte fluoriierte Treibhausgase noch im Jahr 2005 wäre ein wichtiger Schritt zur Emissionsminderung dieser Stoffe getan. Bis zum Jahr 2010 sind dann die – gemäß Revisionsklauseln bereits vorgesehenen – Überprüfungen zur Aufnahme weiterer Stoffe und Anwendungen in die Rechtsvorschriften unter Berücksichtigung neuer Techniken zielgerichtet durchzuführen und die Ergebnisse kurzfristig umzusetzen.

Auf die vielfältigen Möglichkeiten, die weitere Verbreitung der erneuerbaren Energien zu unterstützen, gehen wir im Kapitel zu den erneuerbaren Energien näher ein (vgl. These 18).

14. Konsequenter Klimaschutz und Ökologische Finanzreform

Um die ökonomischen Anreize zum Energiesparen der Unternehmen, privaten Haushalte und des Verkehr ausgewogener zu gestalten, sind die Steuern stärker an klaren, umweltbezogenen Kriterien auszurichten. Die Ökologische Finanzreform umfasst auch eine umweltschutzgerechte Subventionspolitik. Kurzfristig ist es hierzu unter anderem erforderlich, Kerosin für Flugzeuge möglichst international zu besteuern, die Eigenheimzulage und die Pendlerpauschale abzuschaffen, sowie die Ausnahmen für die Industrie und Land- und Forstwirtschaft bei der Strom- und Mineralölsteuer weiter zu reduzieren. Um staatliche Ausgaben und Programme nachhaltig zu gestalten, sind darüber hinaus Umwelt- und Klimaschutzaspekte systematisch in das öffentliche Haushalts- und Beschaffungswesen zu integrieren.

Warum brauchen wir die Ökologische Finanzreform?

Die Ökologische Finanzreform setzt sektorübergreifend ökonomische Anreize zur Verminderung der Treibhausgasemissionen. Sie umfasst unterschiedliche Bausteine: die Weiterentwicklung der Ökologischen Steuerreform, eine umwelt- und klimaschutzgerechte Subventionspolitik sowie eine stärker umwelt- und klimaschutzorientierte Gestaltung staatlicher Ausgaben und Programme. Konsequenter Klimaschutz ist ohne die Ökologische Finanzreform nicht möglich.

Zur Eindämmung der Treibhausgasemissionen sind ökonomische Instrumente, wie zum Beispiel Steuern auf den Energieverbrauch, gut geeignet. Höhere Preise setzen Anreize für Unternehmen, private Haushalte und im Verkehr, Energie zu sparen und effizienter einzusetzen. Die Ökosteuer ist ein solches wirksames und kosteneffizientes Instrument. Im Gegensatz zu anderen Instrumenten ist sie in der Lage, Millionen von Entscheidungen von Verbraucherinnen und Verbrauchern sowie Produzenten zu beeinflussen und eine langfristig stabile Umorientierung des Verhaltens zu bewirken.

Die Erfolge sind belegbar: Jüngste Umfragen im Auftrag des Umweltbundesamts¹⁰⁴ zeigen, dass rund die Hälfte der Befragten wegen der Ökosteuer stärker auf ihren Energieverbrauch achtet. Obwohl der Fahrzeugbestand in Deutschland kontinuierlich steigt, ging der Kraftstoffverbrauch in den Jahren 2000-2003 zurück, während er in der Vergangenheit nahezu stetig angestiegen war. Strom wird immer effizienter mit energiesparenden Techniken und Geräten genutzt. Darüber hinaus begünstigt die Ökosteuer innovative, energiesparende Unternehmen und senkt deutschlandweit die Lohnnebenkosten der Arbeitgeber jährlich um rund acht Milliarden Euro. Dies stärkt die Unternehmen und schafft bis zu 250.000 zusätzliche Arbeitsplätze.

Welche Instrumente sind erforderlich?

Weiterentwicklung der Ökologischen Steuerreform¹⁰⁵

Die ökonomischen Anreize für Unternehmen, private Haushalte und den Verkehr zur Erhöhung der Energieeffizienz und zur sparsamen Energieverwendung sind zu erhalten und teilweise auf ein wirksames Niveau zu bringen.

Um die emissionsbezogene Lenkungseffizienz sowie die Akzeptanz in der Öffentlichkeit zu erhöhen, sollte sich die Ökosteuer stärker an klar nachvollziehbaren, umweltbezogenen Kriterien ausrichten und alle fossilen Energieträger einbeziehen. Heute gibt es hier weit reichende Ermäßigungen und Sonderregelungen für Unternehmen des Produzierenden Gewerbes sowie der Land- und Forstwirtschaft. Diese Ermäßigungen und Sonderregelungen sind möglichst bald abzubauen oder umzugestalten, da in den begünstigten Sektoren nur sehr geringe ökonomische Lenkungseffekte für eine rationelle und sparsame Energienutzung entstehen. Vorschläge hierzu legte das Umweltbundesamt kürzlich vor.¹⁰⁶ Sinnvoll ist es insbesondere, die Vergünstigungen für das Produzierende Gewerbe und die

¹⁰⁴ Umweltbundesamt, FKZ 204 41 194: „Quantifizierung der Effekte der Ökologischen Steuerreform“. Die Publikation ist im Internet unter www.umweltbundesamt.de kostenlos abrufbar.

¹⁰⁵ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 2004: Die Ökologische Steuerreform: Einstieg, Fortführung und Fortentwicklung zur Ökologischen Finanzreform, aktualisierte Fassung vom Oktober 2004.

¹⁰⁶ Umweltbundesamt, FKZ 203 14 106: „Ökologische Steuerreform: Energieintensive Prozesse / Energieaudit“.

Landwirtschaft nur noch unter der Bedingung zu gewähren, dass die betreffenden Unternehmen ein Energiemanagementsystem durchführen und zumindest jene Energiesparmaßnahmen durchführen, die sich aus einzelwirtschaftlicher Sicht in angemessener Zeit amortisieren.

Anders als der im Jahr 2005 gestartete EU-Emissionshandel ist die Ökosteuer in der Lage, die „diffusen“ CO₂-Emissionsquellen in Kleingewerbe, Dienstleistungen, Verkehr und privaten Haushalten zu erreichen. Solange es keinen umfassenden Zertifikatehandel für das Inverkehrbringen¹⁰⁷ fossiler Energieträger sowie der mit diesen verbundenen CO₂-Emissionen gibt¹⁰⁸ und das Mengenziel des nationalen Zuteilungsplans wenig anspruchsvoll ist (vgl. These 15), bleibt die Ökosteuer mit ihrer breiten Anreizwirkung auf absehbare Zeit ein unverzichtbares Instrument des Klimaschutzes. Nachdem erste Erfahrungen mit dem Emissionshandel vorliegen, sind beide Instrumente sachgerecht aufeinander abzustimmen. Um Doppelbelastungen zu vermeiden, schlägt das Umweltbundesamt vor: Falls ein Unternehmen standortbezogen – nach Abzug der verminderten Rentenversicherungsbeiträge – durch die Ökosteuer netto belastet ist, sollen die Anlagen, die am Emissionshandel teilnehmen, von der Ökosteuer befreit werden – allerdings nur, soweit sich für das gesamte Unternehmen dadurch keine Nettoentlastung ergibt.

Abbau klimaschädlicher Subventionen

Verschiedene, im Auftrag des Umweltbundesamts durchgeführte Studien belegen, dass es zahlreiche direkte und indirekte Subventionen gibt, die klimaschädliche

¹⁰⁷ Ein solches System könnte auf unterschiedlichen Ebenen ansetzen und muss noch genauer untersucht werden. Möglich wäre z. B. eine Zertifikatpflicht für alle Produzenten und Importeure fossiler Energieträger, wie Kohle, Öl und Gas: Wer diese Energieträger in den Handel bringt, muss eine Zertifikatmenge entsprechend ihres Kohlendioxidgehalts abgeben. Die Menge der ausgegebenen handelbaren Zertifikate wird so begrenzt, dass die Klimaschutzziele erreichbar sind. Die Kosten für die Zertifikate werden über die Preise weitergegeben und führen zu einem effizienteren und sparsameren Einsatz der fossilen Energieträger auf allen nachgelagerten Stufen der Wirtschaft.

¹⁰⁸ Vgl. Ausführungen hierzu in These 15 sowie Umweltgutachten 2002 des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen „Für eine Vorreiterrolle“, BT-Drucksache 14/8792, insbesondere Ziff. 473 auf S. 233.

Produktions- und Verhaltensweisen begünstigen.¹⁰⁹ Diese Subventionen betreffen unterschiedliche Sektoren, den Verkehrsbereich und die Energiewirtschaft ebenso, wie das Wohnungswesen, die Landwirtschaft und das Produzierende Gewerbe. Kurzfristig ist es aus Klimaschutzgründen – sowie zur Verringerung anderer Umweltbelastungen – unter anderem erforderlich, die Befreiung des Flugbenzins (Kerosin) von der Mineralölsteuer und die Eigenheimzulage sowie die Pendlerpauschale abzuschaffen und die Ausnahmen für die Industrie bei der Strom- und Mineralölsteuer zurückzuführen. Allein als Folge der Abschaffung der Eigenheimzulage würden mittelfristig, d. h. nach Abwicklung der „Altfälle“, Einsparungen für Bund, Länder und Gemeinden in Höhe von insgesamt rund 11 Mrd. Euro pro Jahr entstehen.

Die Erfassung und der Abbau klimaschädlicher Subventionen können nur ein erster Schritt im Rahmen einer umweltschutzorientierten Subventionspolitik sein. Generell müssen Umweltschutz- und Nachhaltigkeitsaspekte in der Subventionspolitik noch stärker als bisher berücksichtigt werden. Vor allem muss eine regelmäßige Wirkungs- und Erfolgskontrolle bei bestehenden Subventionen sowie eine Prüfung der Umweltwirkungen bei Einführung neuer Subventionen stattfinden. Langfristig sind alle klimaschädlichen Subventionen zu beseitigen oder so umzugestalten, dass von ihnen keine klimaschädlichen Wirkungen mehr ausgehen. Eine wesentliche Voraussetzung hierfür ist die systematische Erfassung und Überprüfung der Subventionstatbestände auf Bundes-, Landes- und kommunaler Ebene, die aus Klimaschutzsicht kontraproduktiv wirken.

Gelingt es, die Privilegien klimaschädlicher Energieträger und -verwender abzuschaffen, dann sollten die dabei frei werdenden Gelder zur Konsolidierung der öffentlichen Haushalte und zum Teil für Programme zur Förderung der sparsamen und rationellen Energienutzung verwendet werden, um die ökologische Lenkungswirkung des Subventionsabbaus zu unterstützen. In manchen Fällen kann es auch sinnvoll sein, für eine begrenzte Zeit soziale Härten auszugleichen, die unter Umständen als Folge des Abbaus klima- und umweltschädlicher Subventionen auftreten können.

¹⁰⁹ Umweltbundesamt 2003: Berücksichtigung von Umweltgesichtspunkten bei Subventionen, erschienen in der Reihe UBA-Texte, Nr. 30/03, 31/03 und 32/03 mit Hintergrundpapier vom Juni 2003.

Wichtig ist es auch, Begünstigungen und Regelungen, die die Wettbewerbsnachteile klimafreundlicher Alternativen ausgleichen und aus Klimaschutzsicht erwünschte Lenkungswirkungen hervorrufen oder verstärken, von einem allgemeinen Subventionsabbau nach der „Rasenmähermethode“ auszunehmen.

Nachhaltigkeit staatlicher Ausgaben und Programme ¹¹⁰

Der Staat kann die Forderung nach Schutz des Klimas und Schonung der natürlichen Ressourcen nur dann glaubhaft vertreten, wenn die öffentliche Hand in ihrem Bereich die sehr großen CO₂-Emissionsminderungspotenziale ausschöpft. Für die verstärkten Energiesparmaßnahmen spricht auch die Tatsache, dass sie häufig mit einer beträchtlichen Entlastung der öffentlichen Haushalte einhergehen.¹¹¹ Eine immer größere Rolle auf dem Weg zu mehr Umweltschutz in der öffentlichen Verwaltung spielen ökonomische Anreize – nicht zuletzt als Folge der Verwaltungsmodernisierung.¹¹² Mit großem Erfolg lassen sich bereits heute zum Beispiel so genannte fifty-fifty-Modelle einsetzen, bei denen Einzelne oder Gemeinschaften Erfolgsbeteiligungen erhalten, soweit sie der Verwaltung durch umweltbewussteres Verhalten Energieverbrauchskosten sparen. Um die Einsparpotenziale im Bereich der öffentlichen Hand systematisch erschließen zu können, bietet sich vor allem auch die Einführung eines Umweltmanagement- und -controllingsystems an.¹¹³ Daneben

¹¹⁰ Umweltbundesamt 2003: Ökonomische Anreize für den Umweltschutz im Bereich der öffentlichen Hand, erschienen in der Reihe UBA-Texte, Nr. 86/03.

¹¹¹ Eine Zusammenstellung vorliegender Schätzungen zu umweltschutzbezogenen Einsparpotenzialen der öffentlichen Hand findet sich in der Studie "Umweltcontrolling im Bereich der öffentlichen Hand", TEXTE 8/99.

¹¹² Eine umfangreiche Sammlung von Strategien und Beispielen für ökonomische Anreize zur Umsetzung von Umweltschutzvorhaben im öffentlichen Bereich haben Bundesumweltministerium und Umweltbundesamt 2003 als Broschüre "Umweltschutz lohnt sich für öffentliche Verwaltungen" herausgegeben.

¹¹³ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit/ Umweltbundesamt 2001: Handbuch Umweltcontrolling für die öffentliche Hand sowie Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit/ Umweltbundesamt 2003: "Umweltschutz lohnt sich für öffentliche Verwaltungen". Auch der Deutsche Bundestag geht davon aus, "dass ein systematisches und konsequentes Umweltengagement der öffentlichen Verwaltungen die Umwelt und die öffentlichen Kassen entlastet" (BT-Drucksache 14/2907, <http://dip.bundestag.de/btd/14/029/1402907.pdf>). Er fordert die Bundesregierung daher auf, in allen Bundesbehörden und Liegenschaften ein Umweltcon-

lassen sich durch die Nutzung externer Umweltschutzdienstleistungen – vor allem des Energiespar-Contractings – erhebliche Einsparungen erzielen.¹¹⁴ (vgl. These 11)

Darüber hinaus sind bei staatlichen Ausgabeentscheidungen Klimaschutzaspekte noch stärker zu berücksichtigen als bisher. Mittel- bis langfristig ist die planmäßige Integration dieser Gesichtspunkte in das öffentliche Haushaltswesen notwendig, zum Beispiel bei Verkehrsinvestitionen sowie Beschaffungsentscheidungen, etwa bei Strom, Fahrzeugen und im Bauwesen (vgl. These 21).¹¹⁵

Womit müssen wir bereits heute anfangen?

Der Abbau klimaschädlicher Subventionen kann bei der Kerosinsteuerbefreiung, der Eigenheimzulage und der Pendlerpauschale sofort beginnen. Die Vergünstigungen für Unternehmen des Produzierenden Gewerbes sowie der Land- und Forstwirtschaft bei der Strom- und Mineralölsteuer sind abzubauen oder so umzugestalten, dass sich die bisher nur geringen Anreize zum sparsamen und effizienten Energieverbrauch erhöhen. Sobald erste Erfahrungen mit dem Emissionshandel vorliegen, sind die ökonomischen Klimaschutzinstrumente sachgerecht aufeinander abzustimmen. Auch der staatliche Sektor kann bereits heute viel für den Klimaschutz tun. Bei der Modernisierung der öffentlichen Verwaltung sollten ökonomische Anreize vermehrt genutzt werden, zum Beispiel bei fifty-fifty-Modellen, beim Energiespar-Contracting und bei umweltfreundlicher Beschaffung.

trolling einzuführen und in allen größeren Liegenschaften und Organisationseinheiten ein Umweltmanagementsystem nach den Vorgaben der EG-Umweltaudit-Verordnung (EMAS) und/oder der internationalen Umweltmanagementnorm ISO 14001 einzurichten.

¹¹⁴ Umweltbundesamt 2000: Energiespar-Contracting als Beitrag zu Klimaschutz und Kostensenkung.

¹¹⁵ Umweltbundesamt 1999: Handbuch Umweltfreundliche Beschaffung.

15. Der Emissionshandel

Der Emissionshandel kann das zentrale Instrument für den Klimaschutz werden. Im Jahr 2005 hat der Emissionshandel auf EU-Ebene begonnen. Die Europäische Union sollte ihn weiterentwickeln, indem sie anspruchsvolle Ziele für die folgenden Handelsperioden festlegt, die nationalen Regelungen zur Realisierung des Emissionshandels harmonisiert, alle großen Emittenten in den Emissionshandel einbezieht, die Anlagen mit geringfügigen Emissionen aus dem Emissionshandel heraus nimmt sowie den administrativen und verfahrenstechnischen Aufwand weiter reduziert. Die Verknüpfung des europäischen Emissionshandelssystems mit den projektbezogenen Mechanismen des Kyoto-Protokolls muss in den Mitgliedstaaten klimaschutzpolitisch anspruchsvoll verwirklicht werden – so wie dies in Deutschland mit dem Projekt-Mechanismen-Gesetz (Pro-MechG) vorgesehen ist. Die Einführung eines Emissionshandels kommt auch für vom Kyoto-Regime bisher nicht erfasste Sektoren – wie den internationalen Flug- und Schiffsverkehr – in Betracht. Für den Flugverkehr liegen bereits Vorschläge aus einem Forschungsprojekt des Umweltbundesamts vor.

Der Emissionshandel in der ersten Handelsperiode 2005-2007

Seit dem 1. Januar 2005 kommt mit dem Emissionshandel ein neues Instrument zum Schutz des Klimas zum Einsatz. Ein Teil der Unternehmen in Europa – aus den Wirtschaftssektoren Energie und Industrie – darf eine jährliche absolute Grenze an CO₂-Emissionen nicht überschreiten und kann mit Berechtigungen zum Ausstoß des klimaschädlichen CO₂ handeln. Die Vermeidung einer Tonne CO₂ erhält einen Wert, der sich am Markt bestimmt. Der Handel soll die notwendigen Minderungen beim Treibhausgasausstoß dorthin lenken, wo sie am kostengünstigsten sind.¹¹⁶

¹¹⁶ Details zum EU-Emissionshandel und zur Umsetzung in Deutschland sind auf der Homepage der Deutschen Emissionshandelsstelle (DEHSt) im Umweltbundesamt zu finden: www.dehst.de und unter www.bmu.de/emissionshandel.

Das Treibhausgas-Emissionshandelsgesetz (TEHG) und dem Gesetz über den nationalen Zuteilungsplan 2005-2007 (ZuG 2007) machten den EU-Emissionshandel in Deutschland verbindlich. In der ersten Handelsperiode werden – einschließlich einer Reserve für Neuanlagen – jährlich 499 Mio. Emissionsberechtigungen an die betroffenen Anlagen aus den Sektoren Energie und Industrie unentgeltlich zugeteilt. Dies entspricht einer Emissionsminderung im Zeitraum 2005 bis 2007 von jährlich durchschnittlich 2 Mio. Tonnen oder 0,4 % gegenüber den CO₂-Emissionen im Zeitraum von 2000-2002, der als Basisperiode fungiert.

Konsolidierung des Emissionshandels mit Blick auf die Handelsperiode 2008-2012 und darüber hinaus

Die Entscheidung für die Einführung des EU-Emissionshandels war ein wichtiger und innovativer Schritt in der europäischen Umweltpolitik, der sich zudem mit einem bemerkenswerten Tempo – sowohl bezüglich des politischen Entscheidungsprozesses als auch der praktischen Verwirklichung in den Mitgliedstaaten – vollzog. Um die Wirkung des neuen Instruments im Klimaschutz hinreichend beurteilen zu können, benötigt der Emissionshandel in Europa eine Konsolidierungsphase. Viele Effekte – wie die Anreizwirkungen spezieller Zuteilungsregeln auf die Investitionsneigung oder die Analyse der Emissionsminderungspotenziale einzelner Branchen – bedürfen einer sorgfältigen Prüfung. Für alle Akteure in Wirtschaft, Politik und Gesellschaft gilt es, Erfahrungen mit dem Handel zu sammeln, um darauf Handlungsstrategien aufbauen zu können. In vielen Fällen lassen sich Marktbewegungen frühestens durch die Analyse der Daten nach dem ersten Handelsjahr 2005 beurteilen.

Insofern benötigt eine Weiterentwicklung des Emissionshandels Augenmaß. Gleichwohl haben die weitgehend abgeschlossenen Zuteilungsverfahren in den einzelnen Mitgliedstaaten und die hierfür entwickelten nationalen Allokationspläne¹¹⁷ bereits erste Erkenntnisse mit sich gebracht, dass in Europa Harmonisierungsbedarf bei der Fortentwicklung und Gestaltung der Pläne besteht.

¹¹⁷ In den nationalen Allokationsplänen (NAP) legen die Mitgliedstaaten fest, wie viele Emissionszertifikate für die jeweilige Handelsperiode insgesamt zugeteilt und wie diese Zertifikate auf die einzelnen Anlagen verteilt werden.

Die Weiterentwicklung des Emissionshandels erfordert in zahlreichen Fällen umfangreiche Einigungs- und Entscheidungsprozesse, insbesondere auf europäischer Ebene. Angesichts der nur noch knappen Frist von weniger als einem Jahr für die abschließende Fassung der Nationalen Allokationspläne für die zweite Handelsperiode 2008-2012 sollte man die Erwartungen an die Weiterentwicklung des Emissionshandels nicht überfrachten. Viele wichtige Fortentwicklungs- und Gestaltungsvorschläge müssen im Sinne einer Perspektive über 2012 hinaus verstanden und geprüft werden.

Folgende Ziele sollten für die Verhandlungen auf EU-Ebene für die Weiterentwicklung des Emissionshandels in den folgenden Handelsperioden maßgeblich sein:

- Vereinbarung anspruchsvoller Emissionsminderungsziele für die nationalen Allokationspläne und transparentes Prüfverfahren (möglichst ab 2008-2012),
- Vereinheitlichung des Anlagenbegriffs und Vereinfachungen für kleine Anlagen (de minimis Regel, möglichst ab 2008-2012),
- Prüfung des Harmonisierungsbedarfs bei einzelnen Zuteilungsregeln für Emissionsberechtigungen (möglichst ab 2008-2012),
- Prüfung der Ausweitung auf weitere Sektoren (z.B. Verkehr) und Treibhausgase (nach 2012),
- sachgerechte Einbindung projektbasierter Kyoto-Mechanismen.

Für die erste Handelsperiode 2005-2007 legten die EU-Mitgliedstaaten insgesamt eher wenig anspruchsvolle Emissionsminderungsziele in ihren nationalen Allokationsplänen fest. In der kommenden Handelsperiode sind in vielen EU-Mitgliedstaaten deutlich stärkere Emissionsminderungen zu erbringen, damit die im EU-Lastenteilungsabkommen festgelegten Verpflichtungen der einzelnen Mitgliedstaaten und damit die Gesamtverpflichtung der EU erreichbar wird.

In den danach folgenden Handelsperioden ab 2012 sind aus Sicht des Klimaschutzes im Emissionshandel wesentlich anspruchsvollere Zielvorgaben erforderlich, die über die Kyoto-Verpflichtungen hinausgehen. So ist zum Beispiel in Deutschland gegenüber dem nationalen Zuteilungsplan 2005-2007 eine weitere Verknappung der Zertifikatmenge in der Größenordnung von mindestens 30 % bis 2020 notwendig, um

das deutsche Klimaschutzziel gemäß der Koalitionsvereinbarung aus dem Jahr 2002 für das Jahr 2020 kosteneffizient zu erreichen. Dabei liegen sowohl für Deutschland als auch für viele andere Mitgliedstaaten besonders große und kostengünstige Emissionsminderungspotenziale im Energiesektor. Diese Emissionsminderungen sind nur durch langfristig orientierte Investitionen realisierbar. Die Gestaltung des Emissionshandels muss deshalb die Investitionszyklen der maßgeblichen Anlagentypen berücksichtigen (vgl. These 17).

Die EU-Mitgliedstaaten haben in der ersten Handelsperiode den Kreis der emissionshandelspflichtigen Anlagen unterschiedlich definiert. Die Ursache liegt vor allem darin, dass die EU-Mitgliedstaaten den für die Definition einschlägigen Anhang 1 der Emissionshandelsrichtlinie unterschiedlich interpretierten und im jeweiligen nationalen Recht verankerten. Die Harmonisierung des Anlagenbegriffs ist eine der vordringlichen Aufgaben, um Wettbewerbsverzerrungen zu vermeiden. Darüber hinaus lässt sich die Kosteneffizienz des Emissionshandelssystems ohne signifikante Einbußen bei der klimaschutzbezogenen Effektivität deutlich erhöhen, indem nur Anlagen am Emissionshandel teilnehmen, die eine gewisse Mindestgröße erreichen. Für kleine Anlagen, die am Emissionshandel teilnehmen, sollten Vereinfachungen vereinbart werden. Die Ausgestaltung dieser so genannten de-minimis Regel kann an unterschiedlichen Kriterien ansetzen. Wichtig für eine Entscheidung, die bereits für die zweite Handelsperiode Geltung haben sollte, ist jedoch vor allem, dass es möglichst rasch zu einer gemeinsamen Position aller Mitgliedstaaten kommt. Die EU-Mitgliedstaaten haben in der ersten Handelsperiode sehr verschiedene Zuteilungsregeln angewandt. Bei den Bestandsanlagen variierten die Zuteilungen zwischen verschiedenen Formen des „Grandfatherings“ und „Benchmarkings“.¹¹⁸ Generell besteht sowohl bei den Fachleuten in den EU-Mitgliedstaaten als auch bei den Vertretern der betroffenen Branchen die Auffassung, dass Benchmarking im Interesse vergleichbarer Wettbewerbsbedingungen in Zukunft eine stärkere Rolle bei

¹¹⁸ Beim Grandfathering werden die Zertifikate nach historischen Emissionen aus einer zurückliegenden Basisperiode zugeteilt, beim Benchmarking richtet sich die Zuteilung nach produktionstechnischen oder outputbezogenen Daten. Dabei sind unterschiedliche Ausgestaltungen denkbar, wie z. B. durchschnittliche Emissionsmenge pro Outputeinheit oder BVT (beste verfügbare Technik) pro Outputeinheit.

der Zuteilung der Berechtigungen für Bestandsanlagen spielen sollte. Eine Angleichung der nationalen Benchmarkingverfahren wäre ein wichtiger Schritt in Richtung Harmonisierung der Zuteilungsregeln.

Eine besonders große Varianz zwischen den EU-Mitgliedstaaten gibt es bei den Zuteilungsregeln, die die Dynamik des Wirtschaftsgeschehens berücksichtigen sollen. Dies sind die Regeln für Neuanlagen, Stilllegungen und die Regeln zur Übertragung der Berechtigungen von Alt- auf Neuanlagen. Diese Regeln sind von besonderer Bedeutung für die klimaschutzbezogene Effektivität des Systems, da sie festlegen, wie Zertifikate zugeteilt werden. Gleichzeitig bergen sie ein hohes Potenzial für Wettbewerbsverzerrungen. Deswegen muss ihre Wirkungsweise sorgfältig analysiert und – wo sinnvoll – eine europäische Harmonisierung angestrebt werden.

Die Einführung eines Emissionshandels kommt nicht zuletzt auch für die weder vom Kyoto-Regime noch vom EU-Emissionshandel erfassten Sektoren Flug- und Schiffsverkehr in Betracht, zumal hier mit einer weiteren deutlichen Zunahme der Emissionen zu rechnen ist. So werden sich nach Berechnungen des Umweltbundesamts allein die CO₂-Emissionen des deutschen Luftverkehrs einschließlich des von Deutschland ausgehenden internationalen Luftverkehrs bis 2020 mehr als verdoppeln.¹¹⁹ Für die Einbeziehung des Flugverkehrs in den Emissionshandel liegen bereits Vorschläge aus einem Forschungsprojekt des Umweltbundesamts vor.¹²⁰ Die Studie zeigt, dass sich ein mögliches Handelssystem nicht nur auf CO₂, sondern auf den gesamten Klimaeffekt des Flugverkehrs erstrecken sollte. Grundsätzlich ist ein offenes, d. h. mit dem anlagenbezogenen EU-System verbundenes Handelssystem zumindest für CO₂ zu bevorzugen, wobei die Emissionen den Fluggesellschaften proportional zu den geflogenen Routen zugeordnet werden sollten.

¹¹⁹ Umweltbundesamt 2002: Aktualisierung des Daten- und Rechenmodells: „Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1980-2020“, Endbericht, UFOPLAN Nr. 201 45 112, Berlin, unveröffentlicht.

¹²⁰ Studie des Öko-Instituts im Auftrag des Umweltbundesamts 2004: Cames, M. Deuber, O. „Emissionshandel im internationalen zivilen Luftverkehr“, Berlin, unveröffentlicht.

Die Einbeziehung weiterer Treibhausgase in den Emissionshandel kann sinnvoll sein, um über CO₂ hinausgehende Potenziale für Treibhausgasemissionsminderungen zu erschließen und um Synergien bei der gleichzeitigen Senkung mehrerer Treibhausgase zu nutzen. Voraussetzung hierfür ist, dass für die jeweiligen Gase anerkannte Erfassungsmethoden für das Monitoring bestehen.

Das Kyoto-Protokoll sieht – neben dem Emissionshandel – noch zwei weitere flexible Mechanismen vor, mit denen sich Länder Treibhausgaseminderungen aus Projekten in anderen Ländern auf ihre Verpflichtungen zur Emissionsminderung anrechnen lassen können: bei Joint Implementation (JI) finden die Projekte in anderen Ländern mit eigenen nationalen Emissionsminderungszielen statt, beim Clean Development Mechanism (CDM) werden Emissionsminderungen vorwiegend in Schwellen- und Entwicklungsländern erreicht, ohne dass diese über eigene Emissionsminderungsziele verfügen. Obwohl die erste Kyoto-Verpflichtungsperiode für diese Mechanismen erst 2008 beginnt, ist die Nutzung dieser projektbasierten Mechanismen bereits in der ersten Handelsperiode des EU-Systems sinnvoll, da sie einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz leisten können.¹²¹ Mit der Nutzung des CDM lässt sich zudem die spätere Ausweitung des Kyoto-Regimes auf Länder ohne eigene Emissionsminderungsverpflichtungen fördern. Vor allem in den am wenigsten entwickelten Ländern könnte CDM eine wichtige Hilfe bei der Umstellung auf eine nachhaltige Energienutzung (erneuerbare Energien und Energieeffizienz) sein.¹²² Bei der Nutzung des CDM – und ab 2008 auch des JI – im EU-Emissionshandel ist darauf zu achten, dass die projektbasierten Mechanismen nur ergänzend zu den Emissionsminderungen im eigenen Land angewendet werden, damit sich kein Industrieland aus der Notwendigkeit zu einem ökologischen Strukturwandel im eigenen Land „herauskaufen“ kann. Außerdem sind anspruchsvolle Kriterien für die Billigung der Projekte aufzustellen und anzuwenden, da sonst die ökologische Integrität des Kyoto-Regimes gefährdet werden könnte.

¹²¹ Das Umweltbundesamt untersucht im Forschungsprojekt „Langfristige Nutzung der Kyoto-Mechanismen“ (Abschluss ca. Januar 2006) u. a. das Potenzial der projektbasierten Mechanismen für das Erreichen langfristiger Klimaschutzziele.

¹²² Für 2005-2006 plant das Umweltbundesamt das Forschungsvorhaben „Förderung erneuerbarer Energien in Industrie- und Entwicklungsländern zur Umsetzung des Kyoto-Protokolls“, um die Möglichkeiten einer Nutzung des CDM für die Förderung erneuerbarer Energien zu untersuchen.

Ergänzungen des anlagenbezogenen Emissionshandels durch Inverkehrbringenszertifikate nach 2012

Der 2005 auf europäischer Ebene gestartete Emissionshandel erfasst CO₂-Emissionen dort, wo sie entstehen: Bestimmte größere Anlagen in Industrie und Energiewirtschaft sind verpflichtet, für ihre CO₂-Emissionen Zertifikate vorzuweisen, die sie auch untereinander handeln können (sog. Downstream-Ansatz). Im Zuge einer Erweiterung des Zertifikathandels nach 2012 auf bisher nicht erfasste Sektoren mit einer großen Zahl kleinerer Emittenten könnten Ansätze sinnvoll sein, die eine Zertifikatpflicht bei der Verteilung der fossilen Energieträger vorsehen. Fossile Energieträger würden dadurch bereits auf der Stufe des Inverkehrbringens verknappt werden.¹²³ Damit käme es zu Vermeidungsanreizen in allen Gliedern der Wertschöpfungskette (sog. Upstream-Ansatz).

Grundsätzlich ist die Einführung eines Handels mit Inverkehrbringenszertifikaten auf EU-Ebene rechtlich möglich. Dabei ist sicherzustellen, dass keine doppelten Regelungen und somit keine Doppelbelastungen durch den anlagenbezogenen Emissionshandel und die Inverkehrbringenszertifikate entstehen. Die Entscheidung über die Einführung eines solchen Instruments erfordert ein gründliches Abwägen der Kosten und Wirkungen anderer, bereits eingeführter Instrumente. Im Detail zu prüfen ist auch, wie ein Handel mit Inverkehrbringenszertifikaten am besten gestaltet werden kann.

Der Emissionshandel kann einen erheblichen Beitrag dazu leisten, die Klimaschutzziele zu erreichen. Die Erfahrungen mit diesem neuen Instrument sollten dazu genutzt werden, seine Effizienz zu verbessern und ggf. weitere Bereiche einzubeziehen.

¹²³ Vgl. dazu das Umweltgutachten 2002 des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen „Für eine Vorreiterrolle“, BT-Drucksache 14/8792, insbesondere Ziff. 473 auf S. 233.

16. Senkung des Energieverbrauchs

Unser Primärenergieverbrauch soll bis 2050 auf die Hälfte sinken. Dazu ist – neben Effizienzverbesserungen bei der Energieumwandlung – auch ein sinkender Endenergieverbrauch notwendig. Eine energetische Altbausanierung kann zum Beispiel allein 5-7 % der deutschen CO₂-Emissionen einsparen. Das Steigern der Energieeffizienz – einschließlich vermiedenen Leerlaufstromverbrauchs – kann den Stromverbrauch in Deutschland bis zum Jahr 2020 um mehr als 12 % gegenüber der Status Quo Entwicklung senken.

Was würde passieren, falls der Trend sich fortsetzte?

Der jährliche Primärenergieverbrauch¹²⁴ in Deutschland ist seit 1990 etwa gleich bleibend hoch und betrug im Jahr 2001 knapp 14.600 Petajoule. Die einzelnen Sektoren hatten daran folgenden Anteil:

- private Haushalte: 19,5 %
- Verkehrssektor: 18,6 %
- Industrie: 16,4 %
- Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD): 10,5 %
- Energieumwandlungssektor: 35,0 %

Seit 1990 sind die Anteile der Verbrauchssektoren Verkehr und Haushalte gestiegen und die der Sektoren Industrie, GHD und Umwandlung gesunken.

Nach dem Szenario der Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages („Referenzszenario“)¹²⁵ wird sich der Endenergieverbrauch¹²⁶ bis zum Jahr 2050 um

¹²⁴ Der Primärenergieverbrauch ergibt sich aus der Summe der im Land gewonnenen Primärenergieträger (Kohle, Mineralöl, Gase, Kernkraft und erneuerbare Energien), den Bestandsveränderungen und dem Saldo aus Bezügen und Lieferungen. Er umfasst die für die Umwandlung und den Endverbrauch benötigte Energie.

¹²⁵ Endbericht der Enquete-Kommission „Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und der Liberalisierung“, Bundestag Drucksache 14/9400, Juni 2002.

etwa 13 % (bezogen auf das Jahr 1998) verringern. Die deutlichste Minderung mit etwa 20 % findet dabei im Haushaltssektor statt, die vor allem im Bevölkerungsrückgang begründet liegt. Dieses Szenario schreibt die bisherige Politik sowie die Verhaltensweisen der Verbraucher fort, wobei alle Emissionsminderungsziele verfehlt werden würden.

Wie muss sich der Energieverbrauch unter Beachtung der Klimaschutzziele entwickeln?

Die vom Umweltbundesamt in Auftrag gegebene Studie „Langfristszenarien für den Klimaschutz“ zeigt, dass bis zum Jahr 2050 der Primärenergieverbrauch ohne Wohlstandseinbußen gegenüber dem Jahr 1998 um die Hälfte vermindert werden kann.¹²⁷ Im „Nachhaltigkeitsszenario“ wird der Endenergiebedarf um 46 % vermindert. Dieser Effekt wird durch zusätzliche Effizienzsteigerungen bei der Stromherstellung noch verstärkt, so dass der Primärenergiebedarf um 54 % sinken kann. Diese Zahl bestätigt die Feststellung der Enquete-Kommission „Nachhaltige Energieversorgung“, dass sich bis 2050 mehr als 50% des gegenwärtigen Primärenergiebedarfs einsparen lassen.

In der Studie des Umweltbundesamts „Klimaschutz in Deutschland bis 2030“¹²⁸ wurde ein Reduktionsszenario II entwickelt (vgl. These 13). Dieses Szenario beschreibt u. a. die Entwicklung des Endenergieverbrauchs einzelner Sektoren bis zum Jahr 2030, die nötig ist, um das CO₂-Emissionsminderungsziel der Bundesregierung (minus 40 % bis 2020 gegenüber 1990) zu erreichen. Darüber hinaus wurde eine Emissionsminderung um 50 % bis zum Jahr 2030 modelliert (vgl. Tabelle 3).

¹²⁶ Der Endenergieverbrauch beschreibt den Verbrauch von Primär- und Sekundärenergieträgern (z. B. Benzin) beim Endverbraucher (Industrie, Verkehr, Kleinverbraucher). Er ergibt sich aus dem Primärenergieverbrauch nach Abzug von Verbrauch und Verlusten im Energieumwandlungssektor und des nichtenergetischen Verbrauchs.

¹²⁷ Umweltbundesamt 2002: Langfristszenarien für eine nachhaltige Energienutzung in Deutschland.

¹²⁸ Umweltbundesamt 2005: Klimaschutz in Deutschland bis 2030 – Endbericht zum Forschungsvorhaben Politiksszenarien III.

Tabelle 3: Endenergieverbrauch nach Sektoren (in Petajoule)

	hist. Werte*	Reduktionsszenario II		
	2000	2010	2020	2030
Industrie	2459	2543	2427	2392
GHD	1610	1567	1492	1307
Haushalt	2961	2678	2266	2090
Verkehr**	2506	2790	2654	2426
Summe	9536	9577	8839	8216
Anmerkungen: * temperaturbereinigt ** ohne Auslandsluftverkehr				
Quelle: Klimaschutz in Deutschland bis 2030. Tabelle 4.4-5, S. 313				

Bereits heute sind zahlreiche technische und organisatorische Lösungen bekannt, die den Energieverbrauch – bei gleichem Nutzen und oft bei gleichen oder geringeren Kosten – erheblich senken können. Auch in Zukunft dürften beständig neue Verfahren zur Energieeinsparung entwickelt werden und dem Markt zur Verfügung stehen. Allerdings liegen zwischen Entwicklung und erfolgreicher Markteinführung einer neuen Technik mitunter große Zeitspannen. Diese Zeitspannen zu verkürzen, ist dringend erforderlich. Die Nutzung der Informationstechnik zur intelligenten und energieeffizienten Steuerung der energietechnischen Verfahren ist hierfür ein Erfolgsbeispiel.

Dieses Kapitel beschränkt sich auf Möglichkeiten, wie in den Sektoren Industrie, Handel, Dienstleistungen und private Haushalte in den nächsten 20 Jahren eine Energieersparnis von 1 % pro Jahr erreichbar ist. Einsparungen bei der Energieumwandlung (vgl. These 17) und im Verkehrsbereich (vgl. These 19) ergänzen diese Maßnahmen und Instrumente. Soweit nicht anders vermerkt, stammen die Daten aus der Studie „Klimaschutz in Deutschland bis 2030“.¹²⁹

Industrie

Allein für 38 energieintensive Industrieprozesse, die die Hälfte des gesamten industriellen Endenergieeinsatzes ausmachen, beträgt das technische Endenergie-Einsparpotenzial derzeit etwa 16 % und das wirtschaftliche Einsparpotenzial etwa 5 bis 7 %. Für die wirtschaftlichen Einsparpotenziale bilden Amortisationszeiten bis 5 Jahre die Grundlage.

¹²⁹ Vgl. ebd.

Strom

Bei den Querschnittstechniken¹³⁰ ergeben sich z. T. sehr große, auch wirtschaftliche Strom-Einsparpotenziale: bei Druckluftsystemen 48 %, Pumpen und Ventilatoren 25 %, elektrischen Antrieben 11 % und Beleuchtung 77 %.

Da über ein Drittel des gesamten deutschen Stromverbrauchs für industrielle und gewerbliche Querschnittstechniken mit elektrischen Antrieben verwendet wird, ist das Erschließen dieses größten Stromeinsparpotenzials besonders wichtig. Damit könnte der Stromverbrauch in der Industrie bis 2020 auf demselben Niveau, wie im Jahr 2000 gehalten werden. Demgegenüber steigt er im Referenzszenario bis 2020 noch um 11 %.

Wärme

Der Wärmeverbrauch (u. a. Raumwärme 10 %, Prozesswärme 66 %) bestimmt den Endenergieverbrauch in der Industrie. Die größten Energieeinsparpotenziale im Wärmebereich liegen mit 30 % bei den thermischen Querschnittstechniken (z.B. Dampferzeugung). Die Einsparmöglichkeiten bei prozessspezifischen Anwendungen sind erheblich schwieriger zu erschließen. Auf das Jahr 1998 bezogen, ergibt sich derzeit insgesamt ein technisches Einsparpotenzial von 20 % bis zum Jahr 2020. Das wirtschaftliche Einsparpotenzial liegt bei 7 bis 10 %.

Für den gesamten Endenergieeinsatz in der Industrie ergibt sich, dass in den nächsten beiden Jahrzehnten gegenüber einem Referenzszenario insgesamt etwa 40 % des industriellen Endenergieeinsatzes durch Ausschöpfung der heute unmittelbar verfügbaren technischen Lösungen eingespart werden könnten. Davon ist die Hälfte bis zwei Drittel als wirtschaftlich (mit Amortisationszeiten bis 5 Jahre) zu bezeichnen.

Gewerbe, Handel und Dienstleistungen

In den nächsten beiden Jahrzehnten lassen sich in den Sektoren Gewerbe, Handel und Dienstleistungen gegenüber dem Referenzszenario mehr als 30 % des Endenergieeinsatzes durch Ausschöpfen der heute unmittelbar verfügbaren

¹³⁰ Querschnittstechniken werden in verschiedenen Wirtschaftssektoren und Branchen eingesetzt. Beispiele sind Druckluftherzeugung, Pumpen, Antriebe usw.

technischen Lösungen einsparen. Davon sind etwa ein Fünftel (d.h. 6 % Endenergieeinsparung) auch wirtschaftlich (mit Amortisationszeiten < 5 Jahre).

Strom

Der Anteil des Stroms am Endenergieverbrauch liegt bei 30 %, mit steigender Tendenz. Teilweise sind große wirtschaftliche Stromeinsparpotenziale vorhanden (beispielsweise Beleuchtung: 77 %, Büro-Endgeräte und Infrastruktur: 25 %). Es kommen – wie auch im Industriebereich – Einsparpotenziale für Querschnittstechniken, wie elektrische Antriebe (Motoren) sowie Pumpen und Lüfter hinzu.

Wärme

Große Endenergie-Einsparpotenziale ergeben sich insbesondere beim Beheizen von Nicht-Wohngebäuden. Die Verbesserung der Gebäudehülle hat ein technisches Einsparpotenzial von 60 %, der Einsatz von Blockheizkraftwerken (BHKW) von 74 %. Hierbei handelt es sich um nicht addierbare Einzelpotenziale.

Private Haushalte

Strom

Der Stromverbrauch der Privaten Haushalte lässt sich bis zum Jahr 2020 um rund 15 % mit wirtschaftlichen Maßnahmen (d. h. mit Amortisationszeiten bis 5 Jahre) gegenüber der Status-Quo-Entwicklung vermindern.

Das technische Einsparpotenzial liegt um einiges höher: Der größte Einspareffekt mit über 70 % ist bei der Beleuchtung und den Leerlaufverlusten erzielbar. Bei Haushaltsgeräten, Warmwasserbereitung und Unterhaltungselektronik sind es 25 bis 50 %.

Wärme

Private Haushalte verwenden 76 % der Endenergie für das Beheizen von Gebäuden. Zusammen mit dem Endenergieverbrauch für die Warmwasserbereitung ergeben sich 87 %.

Erhebliche Einsparpotenziale sind im Gebäudebestand mit der Verbesserung des Wärmeschutzes vorhanden. Dabei liegt das größte Einsparpotenzial bei der großen Zahl an Gebäuden, die in den ersten 25 Nachkriegsjahren errichtet wurden.

Bei einer vollständigen energetischen Sanierung des heutigen Bestandes an Wohngebäuden ließen sich knapp 60 % des derzeitigen Raumwärmebedarfs einsparen. Unter Wirtschaftlichkeitsaspekten sollten wärmetechnische Sanierungen im Rahmen ohnehin anstehender Sanierungsmaßnahmen durchgeführt werden. So ließen sich zum Beispiel Kosten für doppeltes Gerüststellen einsparen.

Trotz der einfach erschließbaren Potenziale gibt es in Deutschland einen erheblichen Sanierungsstau für Energiesparmaßnahmen. Die allgemeine Sanierungsrate der Wohngebäude liegt zwar bei etwa 2,5 % pro Jahr, aber nur jede fünfte Maßnahme dient auch der Verbesserung der Wärmedämmung.

Welche Instrumente sind zur Minderung des Endenergieverbrauchs erforderlich?

Zentrales Instrument zur Erhöhung der Energieeffizienz ist die Ökologische Finanzreform, die durch die Verteuerung des Energieverbrauchs und gleichzeitiger finanzieller Entlastung an anderer Stelle sektorübergreifend ökonomische Anreize für mehr Energieeffizienz setzt (vgl. These 14).

Ein zweites übergreifendes Instrument ist das „Energieeinspar-Contracting“.¹³¹ Darunter versteht man das Erschließen von Energieeinsparpotenzialen durch einen externen Vertragspartner – den Contractor. Der Contractor ermittelt Energieeinsparpotenziale und erschließt diese in eigener wirtschaftlicher Verantwortung. Die hierfür notwendigen Investitionen und die Dienstleistung des Contractors finanzieren sich aus den eingesparten Energiekosten. Dies ist sowohl für öffentliche Einrichtungen als auch für Industrieunternehmen interessant, da sie so das Know-How der Contractoren hinzugewinnen und ihre eigenen Budgets nicht kurzfristig mit Investitionskosten belastet werden.

Industrie und Gewerbe

Wärme

Effizienzsteigerungen der vielfältigen industriellen Wärmeprozesse, einschließlich Abwärmenutzung, sind mittels neuer und verbesserter Selbstverpflichtungen der

¹³¹ Vgl. These 21.

Industrie sowie mit finanziell geförderten Energieberatungen für Unternehmen erreichbar.

Unternehmen und Kommunen sollten ihre Zusammenarbeit im Rahmen einer kooperativen Kraft-Wärme-Wirtschaft verbessern und vertiefen.

Insbesondere in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) ist die finanzielle Förderung der Energieberatung (Energie-Audits) wichtig. Damit lassen sich Energieeinsparpotenziale – vor allem bei den vielfältigen Wärmeprozessen in der Textil- und Nahrungsmittelindustrie sowie bei Trocknungsprozessen und industriellen Dampf- und Heizwassererzeugern in vielen Branchen – erschließen. Die Förderung sollte in Form direkter Zuschüsse zu Initialberatungen den KMU gewährt werden, wobei für die Beratungen Qualitätsstandards (z.B. Orientierung an der VDI-Richtlinie 3922 „Energieberatung für Industrie und Gewerbe“) zu setzen sind. Insgesamt wären gegenüber der Status-Quo-Entwicklung Emissionsminderungen von 8 Mio. Tonnen CO₂ bis 2020 und 10 Mio. Tonnen CO₂ bis 2030 möglich.

Strom

„Stromeffizienzprogramme“ können - als Teil eines EU-weiten koordinierten Stromeffizienzprogramms für die Strom-Querschnittstechniken (Druckluft, Pumpen, Ventilatoren, sonstige elektrische Antriebe und Beleuchtung) - zur Umkehr des Stromverbrauchsanstiegs und damit zur Verminderung der CO₂-Emissionen beitragen. Diese Programme sollten eine Reihe sich ergänzender Instrumente umfassen, um den Energieverbrauch bis 2050 sicher zu halbieren. Dazu gehören das Ordnungsrecht, ökonomische Anreize, Markttransformationsprogramme, Selbstverpflichtungen der Hersteller stromgetriebener Geräte, Energieverbrauchsvergleiche innerhalb der Branchen, Förderung der Energieberatung sowie die Förderung von Unternehmenskooperationen zur gemeinsamen Errichtung von Energieversorgungsanlagen¹³². Damit ließen sich gegenüber 1998 im Jahre 2020

¹³² Das Ordnungsrecht kann z. B. die Vorgabe von Mindesteffizienzstandards umfassen. Verbesserungen der Kreditbedingungen der KfW können für ökonomische Anreize sorgen. Eine Markttransformation ist unter anderem durch Nachfragebündelung zur Markteinführung (*englisch technology procurement*) wie auch zur Marktdurchdringung (*englisch market procurement*) erreichbar. Einzelne Betriebe können mittels entsprechender EDV-gestützter Angebote ihren Energieverbrauch mit

rund 22 TWh (Terawattstunden) Strom und 2030 rund 28 TWh einsparen. So verringerten sich die CO₂-Emissionen bei der Stromerzeugung (bei Annahme des gegenwärtigen Strommixes) im Jahre 2020 um rund 13 Mio. Tonnen pro Jahr und im Jahre 2030 um rund 17 Mio. Tonnen pro Jahr.

Private Haushalte

Wärme

Allein im Altbaubereich ist durch Effizienzsteigerungen und Energieeinsparungen für das Beheizen von Gebäuden und das Bereitstellen des Warmwassers sowie durch Verbessern des Wärmedämmstandards ein CO₂-Emissionsminderungspotenzial von 50 bis 70 Mio. Tonnen pro Jahr realisierbar.¹³³

Durch die Energieeinsparverordnung (EnEV) wurden die Anforderungen an den zulässigen Energiebedarf für neue Gebäude um ca. 30 % gegenüber dem bisherigen Standard verschärft. Eine wirksame Vollzugskontrolle und ergänzende wirtschaftliche Anreizprogramme für den Gebäudebestand sind darüber hinaus notwendig.

Die EnEV kann das im Gebäudebestand vorhandene große CO₂-Emissionsminderungspotenzial nicht in vollem Umfang erschließen, da eine generelle Nachrüstverpflichtung für den Gebäudebestand aus rechtlichen Gründen – vor allem wegen des Wirtschaftlichkeitsgebots des Energieeinsparungsgesetzes [§ 5 EnEG] – bisher nicht möglich ist. Das Energieeinsparungsgesetz ist dahingehend zu verbessern.

Ein weiterer Schwerpunkt ist daher auf andere effektive Maßnahmen zur energetischen Sanierung des Gebäudebestands zu legen, insbesondere auf Maßnahmen zur

anderen Betrieben derselben Branche oder gleichartigen Energieverbrauchsmustern vergleichen und dadurch besser einschätzen. Bei Bedarf könnten sie auch Handlungsempfehlungen erhalten.

¹³³ Nahezu 75 % der in Deutschland vorhandenen Gebäude sind vor 1985 gebaut worden. Bezogen auf die im Jahr 2002 vorhandenen ca. 4 Mrd. m² Gebäudefläche, wobei hiervon ca. 3 Mrd. m² auf die insgesamt 39 Mio. Wohnungen entfallen, ist durch Effizienzsteigerungen und Energieeinsparungen für die Beheizung von Gebäuden und die Bereitstellung von Warmwasser sowie die Verbesserung des Wärmedämmstandards von einem realistischen CO₂-Einsparpotenzial im Altbaubereich von 50 bis 70 Mio. Tonnen CO₂ auszugehen.

Milderung des so genannten Investor-Nutzer-Dilemmas. Einen Ansatzpunkt, Anreize für Investitionen in energiesparende Sanierungsmaßnahmen im Gebäudebestand zu schaffen, bietet das Mietrecht. Als Anreiz für ausschließliche Energieeinsparinvestitionen erscheint beispielsweise eine höhere Umlage der Investitionen für die energetische Gebäudemodernisierung als bisher mit maximal 11 % pro Jahr prüfenswert. Eine weitere Möglichkeit zur Schaffung von Investitionsanreizen bietet die Aufnahme der wärmetechnischen Beschaffenheit eines Gebäudes als Kriterium im Mietspiegel. Hierzu stellt die EU-Richtlinie „Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“¹³⁴ neue Anforderungen. Ab 2006 wird vermutlich ein „Energiepass“ für jede zu verkaufende oder neu zu vermietende Wohnung notwendig werden. Dieser stellt Markttransparenz her und gibt Anreize, energetisch zu sanieren.

Die Einführung einer so genannten „Warmmiete“ ist eine weitere Möglichkeit. Dabei werden die Heizkosten in "Grundheizkosten" und "nutzungsabhängige Heizkosten" aufgeteilt. Als "Grundheizkosten" wird der Teil der Heizkosten verstanden, der erforderlich ist, um das Gebäude auf eine gewisse Mindesttemperatur zu beheizen. Die darüber hinausgehenden Heizkosten sind überwiegend mieterabhängig und vom Mieter zu tragen. Der Charme einer solchen Regelung ist, dass sowohl Mieter als auch Vermieter ein Interesse an Maßnahmen zur Senkung der Heizkosten haben, weil beide direkt von Energieeinsparungen finanziell profitieren würden. Die Klärung aller heute noch offenen Fragen vorausgesetzt, scheint eine „Warmmieten“-Regelung geeignet, energetische Sanierungsmaßnahmen im Gebäudebestand in größerem Umfang anzustoßen.

¹³⁴ Die EU hat zur Verbesserung des Umweltschutzes durch Maßnahmen zur rationellen Verwendung natürlicher Ressourcen und zur Steigerung der Energieeffizienz eine Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden beschlossen und veröffentlicht (Richtlinie 2002/91/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2002 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden). Die Energieeinsparverordnung (EnEV) schreibt bereits einen Großteil der Anforderungen der EG-Richtlinie vor. Mit der vollständigen Umsetzung der Richtlinie bis zum Januar 2006 in deutsches Recht kommt für die Wohnungswirtschaft die obligatorische Pflicht zur Erstellung von Energiebedarfsausweisen für den Gebäudebestand hinzu. Die notwendige Transparenz, die mit den Energieausweisen hergestellt wird, stellt eine erhebliche Herausforderung im Bereich der Altbausanierung dar.

Strom

Der Stromverbrauch der Privathaushalte lässt sich deutlich vermindern. Ein wichtiges Instrument dafür ist die Einführung einer Verordnung, die für Neugeräte diejenigen Geräteeigenschaften reguliert, die den Energieverbrauch bestimmen (Leistungsaufnahme, Schaltzeiten, Steuerungsprogramme usw.). Die Anforderungen wären regelmäßig an die Entwicklung der Technik anzupassen. Diese Verordnung müsste deutlich weitergehen als zum Beispiel das in Japan zur Festlegung von Verbrauchshöchstwerten gewählte Verfahren (dort Top-Runner-Programm genannt), das nur einen Teil der Einflüsse auf den Energieverbrauch berücksichtigt¹³⁵. Analoge Anforderungen sind auch an Bürogeräte zu stellen.

Die effiziente Stromnutzung in Haushalten und in Büros wird teilweise wegen der ungeeigneten Gerätetechnik erschwert oder gar verhindert; zum Beispiel dadurch, dass die Zahl der Geräte ohne einen echten Aus-Schalter zunimmt. Bei Elektro- und Elektronikgeräten ist mit einem immer erforderlichen, einfach zugänglichen, gut sichtbaren und eindeutig gekennzeichneten Netzschalter, mit dem ein ausgeschaltetes Gerät auch wirklich keinen Strom mehr verbraucht, unnötiger und insgesamt großer Leerlaufverlust vermeidbar. Die zunehmende Ausstattung der Privathaushalte mit Elektro- und Elektronikgeräten, zum Beispiel EDV, erschwert die Bemühungen um eine Energieverbrauchsminderung. Beispielsweise erfordert die Digitalisierung des Fernsehens für viele Haushalte, ein zusätzliches Gerät (Satellitendekodierer) anzuschaffen, das weitere Leerlaufverluste verursacht.

Die EU sollte dafür sorgen, dass die Verbraucherinnen und Verbraucher beim Kauf energieeffiziente Elektrogeräte im Handel einfach identifizieren können. Bei der Kennzeichnungspflicht der EU zum Energieverbrauch für Haushaltsgroßgeräte entspricht die Klasseneinteilung vielfach dem Stand der Technik, der vor mehr als zehn Jahren gegolten hat. Sie sollte in kürzeren Abständen regelmäßig aktualisiert werden. Außerdem sollte die EU für Bürogeräte und Unterhaltungselektronik eine Pflicht zur Kennzeichnung energieverbrauchsrelevanter Gerätewerte schaffen.

¹³⁵ Vgl. „Neues zum Thema Leerlaufverluste“, Ausgabe 2004/1 (Nr. 22), Seite 5 und 18 ff., Pressestelle des Umweltbundesamtes.

Bei der freiwilligen Kennzeichnung für energiesparende Geräte sind das GEEA-Energiesparzeichen¹³⁶ für Bürogeräte und Unterhaltungselektronik und das Umweltzeichen „Blauer Engel“ in ihrer Verbreitung durch den Staat zu unterstützen, z. B. indem diese Zeichen bei der öffentlichen Beschaffung stärker berücksichtigt werden. Die Anforderungen des Energy Stars¹³⁷ für Bürogeräte sind derzeit häufig keine brauchbare Auswahlhilfe, da sie nicht weitgehend genug sind und ohnehin von vielen Geräten auf dem Markt bereits eingehalten werden.¹³⁸

Zur Verringerung des Stromverbrauches in den Privathaushalten kann darüber hinaus ein Energieeffizienzfonds beitragen. Dieser finanziert und organisiert Programme zur Förderung und Markteinführung energieeffizienter Techniken sowie zur Motivation der Verbraucherinnen und Verbraucher sowie Aus- und Weiterbildung im Handwerk. Beispielsweise kann dies durch die finanzielle Förderung des Einsatzes von hocheffizienten Heizungsumwälzpumpen geschehen.

Informationskampagnen, die auf Verhaltensänderungen zielen, können erst dann erfolgreich sein, wenn die Technik so weit entwickelt worden ist, dass sie ein energiesparendes Nutzerverhalten fördert¹³⁹.

¹³⁶ Die GEEA (Group for Energy Efficient Appliances) ist ein Zusammenschluss vor allem nationaler Energieagenturen in Europa. Sie vergibt ein Energiesparzeichen für Elektrogeräte mit geringen Leerlaufverlusten. In Deutschland wird das Zeichen von der Gemeinschaft Energielabel Deutschland (GED) vergeben. Siehe im Internet unter „<http://www.efficient-appliances.org>“ (GEEA) und „<http://www.energielabel.de>“ (GED).

¹³⁷ Der Energy-Star ist ein Energiesparzeichen, das von der US-EPA (U. S. Environmental Protection Agency, USA; US-amerikanische Umweltschutzbehörde) unter anderem für Elektrogeräte vergeben wird. Gemäß einem Abkommen mit der US-EPA wird der Energy Star auch in der Europäischen Union vergeben – dort allerdings nur für Bürogeräte.

¹³⁸ Vgl. „Neues zum Thema Leerlaufverluste“, Ausgabe 2003/1 (Nr. 17), Seite 7 ff., Pressestelle des Umweltbundesamtes.

¹³⁹ Das heißt zum Beispiel:

- wenn Elektrogeräte einen leicht zugänglichen und eindeutig gekennzeichneten Ausschalter haben, der das Gerät vollständig vom Netz trennt. Dann erst kann der Nutzer das Gerät bequem und sicher vom Netz trennen.

Womit müssen wir bereits heute anfangen?

Wie beschrieben, lässt sich im Gebäudebestand ein sehr großes Energieeinsparpotenzial erschließen. Maßnahmen zur Verbesserung des Wärmeschutzes sind dabei besonders wirksam. Aus wirtschaftlichen Gründen ist der Sanierungszyklus der Gebäude zu berücksichtigen. Das bedeutet, dass Maßnahmen zur energetischen Verbesserung der Gebäudehülle, die im Rahmen ohnehin anstehender Sanierungsmaßnahmen nicht ergriffen werden, wegen der Langlebigkeit vieler Bauteile in der Regel für mehrere Jahrzehnte nicht mehr durchgeführt werden dürften. Deshalb sind die einer energetischen Sanierung des Gebäudebestands entgegenstehenden Hemmnisse möglichst schnell durch geeignete Instrumente - wie z. B. einer Änderung des Mietrechts - abzubauen.

-
- wenn Kopiergeräte ohne hinderliche Wartezeit zwischen dem Kopierbetrieb und einem Energiesparbetrieb wechseln. Dann erst wird der Nutzer bereit sein, die (kaum noch spürbare) Wartezeit hinzunehmen und das Gerät (überhaupt) in den Energiesparbetrieb zu versetzen.

Solange keine geeignete Technik verbreitet ist, führt das Befolgen der bei Kampagnen üblicherweise verbreiteten Nutzungshinweise zu Unbequemlichkeiten für den Nutzer. Damit laufen Kampagnen ins Leere.

17. Erneuerung des Kraftwerksparks

Die anstehende Erneuerung des Kraftwerksparks bis 2020 sollte für Effizienzinvestitionen und die Verringerung der Kohleverstromung genutzt werden. Die durch energiesparende Technik und besseres Management in Industrie, Haushalten und in öffentlichen Verwaltungen zurückgehende Energienachfrage erspart Investitions- und Treibstoffkosten. Bei den darüber hinaus notwendigen Kapazitäten ist modernen Erdgaskraftwerken mit Kraft-Wärme-Kopplung sowie Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien Vorrang gegenüber Kohlekraftwerken zu geben. Kohle verursacht pro Energieeinheit etwa doppelt so hohe CO₂-Emissionen wie Erdgas. Wirtschaftlich vertretbare Techniken zum Abscheiden und Speichern des Kohlendioxids (CO₂-Sequestrierung) dürften zumindest in den nächsten 20 Jahren nicht im gewünschten Umfang zur Verfügung stehen.

Was würde passieren, falls der Trend sich fortsetzte?

Obwohl der Strombedarf insgesamt deutlich sinken dürfte, falls der in These 16 beschriebene Weg gegangen werden würde, dürften bis zum Jahr 2020 in Deutschland Kraftwerke mit einer elektrischen Leistung von etwa 40 GW (Gigawatt) ersetzt werden müssen. Diese Zahl enthält die Abschaltung eines Großteils der Kernkraftwerke sowie Ersatzinvestitionen – vor allem für alte Kohlekraftwerke – und entspricht etwa der Kapazität von 50 Großkraftwerken oder 5.000 dezentralen Kraftwerken (zum Beispiel kleine Verbrennungskraftwerke und Windrotoren) oder einer Million Kleinanlagen im Haushaltsbereich (zum Beispiel Blockheizkraftwerke und Fotovoltaikanlagen).¹⁴⁰

Derzeit befinden sich in Deutschland bereits fast 20 neue Großkraftwerke mit je 200-1.200 MW (Megawatt) in Planung. Obwohl nur wenige Anlagen zur Verwendung in

¹⁴⁰ Die hier genannten Zahlen dienen lediglich der Verdeutlichung der Dimension. In der Realität sind von den genannten Anlagentypen Modelle sehr unterschiedlicher Größe auf dem Markt. Zudem muss bei Wind- und Fotovoltaikanlagen neben ihrer Nennleistung auch die witterungsbedingt eingeschränkte und die nur sehr bedingt planbare Verfügbarkeit berücksichtigt werden.

Kraft-Wärme-Kopplung vorgesehen sind, wird der Wirkungsgrad dieser Anlagen – verglichen mit dem heutigen Kraftwerkspark – erheblich höher liegen. Dies bringt spürbare Verminderungen der spezifischen CO₂-Emissionen mit sich. Hinzu kommen die Planungen zum Ausbau der erneuerbaren Energien (vgl. These 18).

Werden die Effekte aus dem Ersatz der Kernkraftwerke durch Kraftwerke auf Basis fossiler Energieträger mit den oben genannten Wirkungsgradverbesserungen verrechnet, so ergibt sich ein Rückgang der CO₂-Emissionen aus dem Kraftwerkspark von 2000 bis 2010 um 7 %, um dann in den Jahren bis 2020 wieder um 5 % anzusteigen.¹⁴¹

Wie sollte der Kraftwerkspark unter Beachtung der Klimaschutzziele in Zukunft aussehen?

Der Energiesektor spielt die Schlüsselrolle, um das Klimaschutzziel einer 40 %-igen Treibhausgasemissionsminderung im Jahr 2020 gegenüber 1990 zu erreichen. Der CO₂-Ausstoß lässt sich in diesem Sektor gegenüber dem heutigen Niveau halbieren, das bedeutet eine Verminderung um 180 Mio. Tonnen CO₂ pro Jahr. Um dieses Ziel zu erreichen, muss der Stromverbrauch um 12 % (vgl. These 16) zurückgehen und der Anteil erneuerbarer Energien von heute 9 % auf 20 % der Stromerzeugung (vgl. These 18) steigen. Diese beiden Entwicklungen würden dann bereits zu einer Emissionsminderung von etwa 22 % gegenüber dem heutigen Niveau führen.

Darüber hinaus sind erhebliche Verbesserungen im Kraftwerkspark notwendig. Im Bereich der fossil befeuerten Kraftwerke können die CO₂-Emissionen grundsätzlich auf zwei Wegen vermindert werden:

- Erstens muss der Wirkungsgrad der Kraftwerke verbessert werden. Die Potenziale hierfür gehen aus Tabelle 4 hervor. So kann man bei heute in Betrieb befindlichen Kohlekraftwerken von einem mittleren Wirkungsgrad von 35 %

¹⁴¹ Diese Angaben beziehen sich auf das "Referenzszenario", das im Rahmen der Studie „Klimaschutz in Deutschland bis 2030“ erstellt wurde (vgl. Umweltbundesamt 2005: Klimaschutz in Deutschland bis 2030 – Endbericht zum Forschungsvorhaben Politiksszenarien III, S. 305). Bezogen auf den Zeitraum 1990 bis 2020 vermindern sich die CO₂-Emissionen um knapp 80 Mio. Tonnen.

ausgehen. Der heutige Stand der Technik ermöglicht allerdings Wirkungsgrade von 43 % für Braunkohle-Kraftwerke und 44 % für Steinkohle-Kraftwerke. So wird beispielsweise das Steinkohle-Kraftwerk in Rostock mit einem Wirkungsgrad von über 43 % betrieben. Der heutige Stand der Forschung geht sogar noch deutlich über diese Werte hinaus. So sind bei IGCC-Kraftwerken (Integrated Gasification Combined Cycle) Wirkungsgrade von 55 % denkbar. Im Bereich der Steinkohle-Kraftwerke sollen zukünftig Wirkungsgrade von 50 % realisierbar sein. Auch bei den Gas-Kraftwerken, die derzeit im Mittel bei einem Wirkungsgrad von 50 % liegen, sind mehrere Projekte in der Realisierungsphase (Lubmin und Hürth), die einen Wirkungsgrad von knapp 58 % haben werden. Unter experimentellen Bedingungen sind Wirkungsgrade von 60 % erreichbar.

- Zweitens muss ein Wechsel zum kohlenstoffärmeren Brennstoff Erdgas stattfinden. Beim Erdgas trägt der hohe Wasserstoff-Anteil im Methan zu geringeren CO₂-Emissionen bei der Verbrennung bei. So entstehen bei Importerdgas bei Betrachtung nur der Verbrennung (also ohne Vorketten) im Lebenszyklus 0,20 kg CO₂ / kWh (Kilowattstunde) Brennstoff. Bei Steinkohle liegt dieser Wert bei 0,33 kg CO₂ / kWh, bei Rohbraunkohle sogar bei 0,40 kg CO₂ / kWh.

Um bei einem Ausbau der Windenergie ein sicheres Netzmanagement sicherstellen zu können, sind zukünftig flexibel einsetzbare Gasturbinen zuzubauen. Gleichzeitig kann die Kapazität des konventionellen Kraftwerksparks bei einem weiteren Ausbau der Windenergie im Zeitraum bis 2020 um knapp 6% der installierten Windkraftleistung verringert werden.¹⁴²

¹⁴² Vgl. Bundesregierung 2005: Wegweiser Nachhaltigkeit 2005, Kabinettsbeschluss vom 10.8.2005

Tabelle 4: Wirkungsgrade und spezifische äquivalente CO₂-Emission pro Kilowattstunde (kWh) verschiedener Kraftwerkstypen.¹⁴³

Fossiler Brennstoff	Derzeitiger Kraftwerkspark	Heutiger Stand der Technik	Heutiger Stand der Forschung
	Wirkungsgrad (%) g CO ₂ -Äq/kWh	Wirkungsgrad (%) g CO ₂ -Äq/kWh	Wirkungsgrad (%) g CO ₂ -Äq/kWh
Braunkohle	35 % 1.183	43 % 963	55 % 753
Steinkohle	35 % 1.114	44 % 886	50 % 780
Erdgas	50 % 492	58 % 424	60 % 410

Mit der Kombination beider Effekte können hocheffiziente erdgasbetriebene Gas- und Dampf-Anlagen bis zu 65 % weniger CO₂ ausstoßen als heutige Kohlekraftwerke mit derselben Leistung. Bei der Kalkulation der CO₂-Entlastung ist zu bedenken, dass Kohlekraftwerke heute einen Anteil von etwa 50 % an der Stromversorgung haben. Würden die auslaufenden Kernkraftwerke sowie 70 % heutiger Kohlekraftwerke durch Erdgaskraftwerke ersetzt, so ließen sich in der Summe immer noch Emissionsminderungen um über 30 % erreichen.

Ein vollständiger Wechsel zu Erdgas würde allerdings verhindern, dass man das Risiko steigender Primärenergiepreise im Brennstoffmix streuen kann. Sowohl die Erdgasvorkommen als auch die Vorkommen anderer fossiler Energieträger sind nur aus bestimmten Regionen – hauptsächlich aus Russland und dem arabischen Raum – verfügbar und auch in ihrer Summe endlich. Daher ist es vor dem Hintergrund einer langfristigen Versorgungsstrategie nicht sinnvoll, auf nur eine dieser begrenzten Ressourcen zu fokussieren. Vielmehr sollten der Erdgasanteil an der Stromerzeugung deutlich wachsen und zudem auch einige effiziente Kohlekraftwerke in Betrieb bleiben.

¹⁴³ Vgl. Umweltbundesamt 2003: Anforderungen an die zukünftige Energieversorgung - Analyse des Bedarfs zukünftiger Kraftwerkskapazitäten und Strategie für eine nachhaltige Stromnutzung in Deutschland, S. 28, Berlin.

Diese Werte schließen den gesamten Lebenszyklus – also auch die Erstellung der Kraftwerke und die Gewinnung der Rohstoffe – ein.

Zusammengerechnet lässt sich bis zum Jahr 2020 mit den bisher beschriebenen Schritten bei der Stromproduktion eine CO₂-Emissionsentlastung von etwa 50 % gegenüber heutigem Niveau erreichen. Hinzu kommt die Energiewandlung zur Wärmeerzeugung, die heute jedoch nur zu dem kleinen Anteil der Fernwärme dem Energiesektor zugerechnet und daher in diesem Kapitel rechnerisch nicht erfasst ist. Der Kraftwerkspark der Zukunft könnte die im Übergang benötigten fossilen Energieträger jedoch noch effizienter nutzen, falls die Wärme in die Betrachtung einbezogen würde. Hier liegt eine besondere Chance im Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung. Mit Hilfe dieser Technik wird der Brennstoff in Kraftwerken nicht nur zur Stromerzeugung, sondern gleichzeitig auch zur Erzeugung von Wärme oder Kälte verwendet, die sich für Heizung oder Kühlung von Gebäuden oder in industriellen Prozessen nutzen lässt.¹⁴⁴ Bisher trägt die Kraft-Wärme-Kopplung jedoch nur etwa 10 % zur installierten elektrischen Leistung der deutschen Stromversorgung bei. In Dänemark und Holland liegt ihr Anteil hingegen bei bis zu 50 %. Eine signifikante Steigerung des Anteils an Kraft-Wärme-Kopplung kann daher nennenswert dazu beitragen, die Klimaschutzziele in Deutschland zu erreichen.

Dabei erfordern dezentral einsetzbare Energieumwandlungstechniken ein wesentlich geringeres Investitionsvolumen pro installierte Gesamtleistung als herkömmliche

¹⁴⁴ Kraft-Wärme-Kopplung ist heute in den meisten Verbrennungskraftwerken möglich. Bei zentralen Großanlagen sind allerdings häufig nicht ausreichend Wärmeabnehmer im Umkreis der Anlage zu finden. Daher spielen kleinere dezentrale Kraftwerke und kleine Blockheizkraftwerke, die wenige Haushalte mit Strom und Wärme beliefern, für eine zukünftige, klimaschonende Energieversorgung eine große Rolle. Neben Verbrennungstechniken sind stationäre Brennstoffzellen von steigender Bedeutung. Die Brennstoffzelle wandelt die chemische Energie von Brennstoffen – wie Erdgas, Biogas, Bioethanol oder Wasserstoff – direkt in elektrische Energie um. Brennstoffzellen können somit wesentlich höhere elektrische Wirkungsgrade als konventionelle Verbrennungsmaschinen erreichen. Zudem kann die beim Betrieb der Zelle entstehende Wärme für die Wärmeversorgung des angeschlossenen Verbrauchers genutzt werden. Die dominierende Technik zur dezentralen Kraft-Wärme-Kopplung sind heute allerdings Verbrennungsmotoren mit Otto- oder Dieselpsprozess, die gasförmige oder flüssige Brennstoffe nutzen (Blockheizkraftwerke oder BHKW). Der elektrische Wirkungsgrad liegt bei 30 bis 40%, der Brennstoffausnutzungsgrad erreicht Werte bis 90%, wobei diese Werte im Jahresmittel (wegen Restriktionen bei der Wärmenutzung) in der Regel darunter liegen. Jahresbrennstoffausnutzungsgrade von über 75% können als gut angesehen werden.

Kraftwerke und bieten sich damit als Aktionsfeld für kleinere und mittlere Energieversorgungsunternehmen an.

Welche Instrumente sind notwendig, um die mittelfristigen Klimaschutzziele zu erreichen?

Der Emissionshandel ist ein zentrales Klimaschutzinstrument für den Energie- und Industriesektor. Damit das Ziel erreicht wird, die gegenwärtigen CO₂-Emissionen in dem hier behandelten Energiesektor bis 2020 zu halbieren, ist die Zertifikatmenge des aktuellen Zuteilungsplans in Deutschland über beide Sektoren hinweg um mindestens 30 % zu reduzieren.¹⁴⁵ So wären die – wegen der ohnehin anstehenden Investitionen in den Kraftwerkspark – in diesem Sektor vorhandenen preisgünstigen Emissionsminderungspotenziale nutzbar und das Klimaschutzziel insgesamt mit den geringsten Kosten erreichbar (vgl. These 15).

Problematisch ist hierbei allerdings, dass die Emissionshandelsperioden und die zugrunde liegenden Emissionsminderungsziele eine wesentlich kürzere Zeitspanne umfassen als die Investitionsperioden der Kraftwerke. Daher sind anspruchsvolle, langfristige Emissionsminderungsziele für diesen Sektor bereits jetzt festzulegen. Ansonsten bestünde die Gefahr, dass als Ersatz für heutige Kraftwerke weiterhin Großkraftwerke geplant würden, die keine gekoppelte Nutzung – etwa der Abwärme – erlauben. Eine weitere Gefahr besteht darin, dass in den nächsten Jahren umfangreiche Kapazitäten als Großkraftwerke entstehen, die künftig aber nicht mehr gebraucht werden.

Für eine klimaschutzgerechte Gestaltung der anstehenden Entscheidungen über Kraftwerksinvestitionen müssen folgende Instrumente entwickelt oder weiterentwickelt werden:

¹⁴⁵ Der Emissionshandel umfasst heute nicht nur den größten Teil des Energiesektors, sondern auch Industrieanlagen mit hohem Energieverbrauch. Insgesamt wurden für die aktuelle Handelsperiode für die Jahre 2005 bis 2007 Zertifikate für knapp 500 Mio. Tonnen CO₂ vorgesehen. Diese Summe muss allein für den Beitrag der Energieversorgung zur CO₂-Minderung um 180 Mio. Tonnen sinken, also mehr als 30%.

- Erstens wird ein Instrument gebraucht, das die schnelle Ausbreitung der Kraft-Wärme-Kopplung fördert (Kraft-Wärme-Kopplungs-Fördermaßnahme). Mit dem Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz¹⁴⁶ soll bis zum Jahr 2005 im Vergleich zum Basisjahr 1998 eine Minderung der jährlichen CO₂-Emissionen um mindestens 10 Millionen Tonnen und bis zum Jahr 2010 um 23 Millionen Tonnen erreicht werden.¹⁴⁷ Im Jahr 2005 überprüfen das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit und das Bundesumweltministerium den Erfolg des Gesetzes im Rahmen eines gemeinsamen Monitorings. Die derzeit öffentlich verfügbaren Daten zeigen, dass der bisherige Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung nicht ausreicht. Die angestrebten Emissionsminderungen werden auf diesem Weg nicht erreicht werden.¹⁴⁸ Daher prüft das Umweltbundesamt derzeit weitere Instrumente zur Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung.¹⁴⁹
- Zweitens ist bei jeder Kraftwerksplanung der Brennstoffausnutzungsgrad¹⁵⁰ zu optimieren und zu prüfen, inwieweit die bestehenden Instrumente bereits ausreichen und auch im Vollzug wirksam umgesetzt wurden.¹⁵¹ Bei der Erneue-

¹⁴⁶ Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung, vom 11. März 2002, BGBl I 2002, 1092.

¹⁴⁷ Dieses Ziel soll durch den befristeten Schutz und die Modernisierung bestehender Heizkraftwerke, durch den Ausbau der Stromerzeugung in kleinen Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (Blockheizkraftwerken) und die Markteinführung der Brennstoffzelle erreicht werden. Mit dem Gesetz werden die Netzbetreiber verpflichtet, die benannten Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen an ihr Netz anzuschließen und den dort erzeugten Kraft-Wärme-Kopplungs-Strom abzunehmen. Dafür ist der Preis, den der Betreiber der Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen und der Netzbetreiber vereinbaren, sowie ein im Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz in Abhängigkeit vom Anlagentypus bezifferter Zuschlag zu entrichten.

¹⁴⁸ Die Studie „Klimaschutz in Deutschland bis 2030“ geht davon aus, dass allenfalls eine Verminderung um 5 Mio. Tonnen CO₂ bis 2010 erreicht wird (vgl. Umweltbundesamt 2005: Klimaschutz in Deutschland bis 2030 – Endbericht zum Forschungsvorhaben Politikszenerarien III, S. 182 ff).

¹⁴⁹ Das Umweltbundesamt hat parallel zum Kraft-Wärme-Kopplungs-Monitoring eine Studie in Auftrag gegeben, die einerseits die wirtschaftlichen Potentiale der Kraft-Wärme-Kopplung vor dem Hintergrund der aktuellen Preisentwicklungen auf dem Energiemarkt untersucht und andererseits Instrumente prüft, die Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung weiter zu verbessern.

¹⁵⁰ Der Brennstoffausnutzungsgrad beschreibt den Gesamtwirkungsgrad einer KWK-Anlage bei der Umsetzung des Brennstoffes in Strom und Wärme.

¹⁵¹ Dies sind auf EU-Ebene die IVU-RL ("Richtlinie 96/61/EG des Rates vom 24. September 1996 über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung"); auf nationaler Ebene das

rung des Kraftwerksparks sollen die elektrischen Blockwirkungsgrade¹⁵² und die Brennstoffausnutzungsgrade gemäß der besten verfügbaren Techniken erreicht werden.¹⁵³ Großkraftwerke sind vornehmlich nur dort zu genehmigen, wo die Wärmeabnahme auch sichergestellt ist. Von diesen Regeln sollen nur begründete Ausnahmen möglich sein, etwa für Spitzenlastkraftwerke, die keine Wärmeauskopplung betreiben können und räumlich an bestimmten Knoten des Netzes erforderlich sind.

Womit müssen wir bereits heute anfangen?

Der dringendste Handlungsbedarf besteht aus Sicht des Umweltbundesamtes darin, die Kraft-Wärme-Kopplung wirkungsvoller zu fördern. Die bisherigen Förderinstrumente führten nicht zu ausreichenden Neuinvestitionen.

Im Rahmen der Mittelstandsinitiative der Koalitionsvereinbarung der Regierungsfractionen im Deutschen Bundestag (2002) sollte ein gesondertes Aktionsprogramm für die Existenzgründung in diesem Bereich entwickelt werden. Hierfür lässt sich auf Erfahrungen und bestehende Instrumente zur Förderung mittelständischer Unternehmen zurückgreifen. Dies betrifft besonders das Beratungs- und Informationsangebot, die Übernahme von Bürgschaften und die Gewährung von Liquiditätskrediten durch die Förderbank des Bundes, der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW).¹⁵⁴

Der technische Fortschritt in den Bereichen erneuerbare Energien, Nutzung der Kraft-Wärme-Kopplung, Erhöhung der Wirkungsgrade und Brennstoffzellentechnik ist

Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) (insbes. §5 Abs. 1 Nr. 4), sowie seine Durchführungsvorschriften, dort insb. §4d der das Genehmigungsverfahren regelnden 9. BImSchV sowie der neue § 7 (Durchführung von Maßnahmen der Kraft-Wärme-Kopplung) der neuen Großfeuerungsanlagenverordnung (13. BImSchV).

¹⁵² Bei der Definition des Blockwirkungsgrades betrachtet man den gesamten Kraftwerksblock. Der Blockwirkungsgrad ist dann das Verhältnis der elektrischen Nettoleistung zu der mit den Brennstoffen zugeführten Energie.

¹⁵³ Vgl. Merkblatt zur Besten Verfügbaren Technik Großkraftwerke (BREF LCP: Best available Reference Large Combustion Plants).

¹⁵⁴ Vgl. Umweltbundesamt 2003: Anforderungen an die zukünftige Energieversorgung – Analyse des Bedarfs zukünftiger Kraftwerkskapazitäten und Strategie für eine nachhaltige Stromnutzung in Deutschland, Berlin.

mit Hilfe gezielter Forschung weiter voranzubringen. Das neue Energieforschungsprogramm der Bundesregierung ist aus Sicht des Umweltbundesamtes eine hierfür gut geeignete Maßnahme.¹⁵⁵ Das Programm sieht vor, die Forschungsbudgets für erneuerbare Energien sowohl absolut als auch anteilig bis 2008 zu erhöhen. Die Brennstoffzellentechnik ist im Energieforschungsprogramm ein eigener Forschungsschwerpunkt. Das verbesserte Nutzen der Kraft-Wärme-Kopplung – vor allem die grundlegenden und organisatorischen Aspekte der Wärmenutzung – sollten in Zukunft stärker gefördert werden.

¹⁵⁵ BMWA 2005: Innovation und neue Energietechnologien – Das 5. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung.

18. Beitrag der erneuerbaren Energien zur Energieversorgung

Im Jahr 2050 sollen erneuerbare Energien 50 % der Energieversorgung leisten. Alle erneuerbaren Energiequellen sind auszubauen. Wind (an Land durch größere Anlagen an bestehenden Standorten und auf See mit neuen Standorten), Biomasse und Solarthermie sollten bis 2020 die Schwerpunkte des Ausbaus bilden. Um Geothermie und solare Stromerzeugung nach 2020 kostengünstig zu ihrem vollen Potenzial ausbauen zu können, ist bereits heute die Markteinführung erforderlich.

Verstärktes Nutzen erneuerbarer Energien vermeidet, dass klimarelevante Gase freigesetzt werden, die bei der Verbrennung fossiler Energieträger entstehen. Zudem erhöhen erneuerbare Energien die Versorgungssicherheit, indem sie die Importabhängigkeit verringern und die Öl-, Gas- und Kohlevorräte schonen. International kann die Nutzung der regional verfügbaren erneuerbaren Energiequellen zur Verringerung politischer Konflikte und Minderung der Armut in weniger entwickelten Ländern durch die Verringerung der Importe fossiler Energieträger beitragen.

Was würde passieren, falls der Trend sich fortsetzte?

Die vom Umweltbundesamt in Auftrag gegebene Studie „Langfristszenarien für eine nachhaltige Energienutzung in Deutschland“¹⁵⁶ zeigt, dass bis zum Jahr 2050 die erneuerbaren Energien einen Beitrag von 50 % an der Energieversorgung – bei einem gleichzeitigen deutlichen Rückgang des Primär- und Endenergiebedarfs – leisten können.

Dieses Ziel ist jedoch nur erreichbar, falls rechtzeitig die erforderlichen Weichenstellungen getroffen würden. Allein die derzeit beschlossenen Maßnahmen – wie das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) und das Marktanreizprogramm zur Förderung erneuerbarer Energien – umzusetzen, wäre nicht hinreichend. Das Referenzszenario der Enquete-Kommission „Nachhaltige Energieversorgung“ beschreibt diese

¹⁵⁶ Umweltbundesamt 2002: Langfristszenarien für eine nachhaltige Energienutzung in Deutschland.

Entwicklung unter den Bedingungen der Globalisierung und der Liberalisierung“.¹⁵⁷ Der Anteil der erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch würde danach im Jahr 2020 lediglich 4,4 % betragen. Weiterführende Instrumente sind einzusetzen und Maßnahmen an die technischen Entwicklungen anzupassen. Das Nachhaltigkeitsszenario der Studie „Langfristszenarien für eine nachhaltige Energienutzung in Deutschland“ sieht für das Etappenziel 2020 bereits einen Anteil von 10,5 %, für 2030 von 16,7 % und für 2050 von 37,1 % vor.¹⁵⁸

Mit welchen Zielen sollten die einzelnen Energieträger ausgebaut werden?

Das Erschließen der Strom- und Wärmeerzeugungspotenziale auf der Basis regenerativer Energien sollte in einer ökonomisch begründeten Reihenfolge stattfinden. Wegen ihrer technischen Reife stehen zunächst die Biomasse, die Solarthermie und die Windenergie im Mittelpunkt des Ausbaus. Gleichzeitig ist die Technikentwicklung in den Bereichen Fotovoltaik und Geothermie so weit voranzutreiben, so dass diese ab 2020 nennenswert zur Energieversorgung beitragen können. Im Jahr 2004 hatten die erneuerbaren Energien insgesamt einen Anteil am Endenergieverbrauch von 9,3 % beim Strom und von 4,2 % bei der Wärme. Der Gesamtendenergieverbrauch lag 2004 in Deutschland bei 2.600 TWh.¹⁵⁹

Biomasse:

Energie aus Biomasse lieferte bisher den größten Anteil bei der Nutzung erneuerbarer Energieträger in Deutschland, wozu insbesondere die Wärmenutzung beitrug. 2004 wurden über 67 TWh Energie aus Biomasse erzeugt, 9,4 TWh hiervon in Form von Strom bei einer installierten Leistung zur Stromerzeugung von 2.061 MW (Ende 2004).¹⁶⁰ Biomasse böte die größten Potenziale, falls die Nutzung konsequent ausgebaut würde. So ließen sich 2020 bereits 320 TWh und 2030 schon 415 TWh pro Jahr aus Biomasse erzeugen. Die in Biomasse gespeicherte Energie ist in

¹⁵⁷ Bericht der Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages „Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und der Liberalisierung“. Drucksache 14/9400. Berlin 2002.

¹⁵⁸ In der Aktualisierung dieser Studie (BMU 2004: Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland) werden für 2020 12,7%, für 2030 22,2% und für 2050 43,6% errechnet (Wirkungsgradmethode).

¹⁵⁹ Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Erneuerbare Energien in Zahlen, Stand Juni 2005. Veröffentlicht unter www.erneuerbare-energien.de.

verschiedenen Formen nutzbar; sie lässt sich – je nach Bedarf – den Bereichen Stromerzeugung, Wärme-/Kälteerzeugung und Kraftstoffe zuführen.

Wegen des direkten Bezugs zum Bodenschutz, zum Landschafts- und Naturschutz sowie zum Anbau von Lebensmitteln spielen Anforderungen dieser Sektoren für das energetische Nutzungspotenzial der Biomasse eine limitierende Rolle. Selbst falls der Bodenschutz sowie der Natur- und Landschaftsschutz hohe Anforderungen – z. B. beim Anbau – an die Biomassenutzung stellen sollten, kann für 2050 immer noch von einem technischen Gesamtpotenzial der Biomasse von 276 TWh ausgegangen werden – das sind über vier Mal mehr als im Jahr 2004.

Wichtige Schritte zum Erschließen des Potenzials der Biomasse sind:

- Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung und Investitionen in Wärmenetze zum Aufbau von Biomasseheizkraftwerken als dezentrale Energieversorgung,
- konsequentes Nutzen aller biogenen Reststoffe als Energieträger,
- Aufbau einer Biomasse-Versorgung, die möglichst regional und umweltschonend das Versorgen mit Biomasse gewährleistet,
- verbesserte Effizienz der Energieumwandlung in Biomasseanlagen durch gezielt geförderte Forschung und Entwicklung,
- Vermeiden negativer Wirkungen des Ausbaus der Biomassenutzung, vor allem im Anbau (Bodenqualität, Artenvielfalt, Nährstoffkreisläufe, Wasserhaushalt, etc.),
- Weiterentwickeln der Biomasseförderung im Rahmen des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes,
- Weiterentwickeln der Biomasseförderung im Rahmen des Marktanreizprogramm zur Förderung erneuerbarer Energien,
- Entwickeln weiterer Instrumente und Maßnahmen zur Förderung der Biomasse im Wärmemarkt – z.B. Vergütungs- oder Bonusregelungen, Quotenregelung, ordnungsrechtliche Instrumente.

¹⁶⁰ Vgl. ebd.

Windenergie:

Ende 2004 waren Anlagen mit einer installierten Leistung von 16.629 MW in Betrieb, die etwa 25 TWh Strom erzeugten.¹⁶¹ Damit wurde nur ein Teil des zur Verfügung stehenden Potenzials genutzt. Forscher schätzen das technische Potenzial der Windenergienutzung auf dem deutschen Festland für jährliche mittlere Windgeschwindigkeiten über 5,5 Meter pro Sekunde (in 50 m Höhe) auf 237 TWh pro Jahr.¹⁶² Nach weiteren Analysen besteht im Bereich der Windstärken unter 5 m/s (in 10 m Höhe) ein zusätzliches Erzeugungspotenzial von 60 TWh. Darüber hinaus wird das technische Potenzial viel größer sein, dessen Erschließung aber heute nicht wirtschaftlich ist. Das Bundesumweltministerium geht bei Erreichen der Wirtschaftlichkeit von einem Potenzial von 80 TWh pro Jahr im Bereich Nord- und Ostsee aus.¹⁶³

Wichtige Schritte zum Erschließen des Potenzials der Windenergie sind:

- Weiterentwickeln des technischen Standards der Windenergieanlagen, vor allem hinsichtlich der Betriebssicherheit (geringere Ausfallzeiten, frühzeitige Fehlerwarnung),
- Ersetzen zahlreicher Kleinanlagen durch wenige moderne Großanlagen bei gleichzeitiger Erhöhung der installierten Gesamtleistung (Repowering),
- Erschließen des Potenzials in Regionen mit einer Windgeschwindigkeit unter 5 Meter pro Sekunde (in 10 m Höhe),
- Nutzen des Windenergiepotenzials auf See,
- verbesserte Integration der Windenergie durch die Anwendung von bereits verfügbarer Technik (u.a. Temperaturleitermonitoring, Last- und Erzeugungsmanagement, Druckluftspeicher, kurzfristige Windprognosen) und mittelfristig weiter zu entwickelnder Techniken (u. a. Speicherlösungen, Weiterentwicklung der Anlagentechnik),

¹⁶¹ Vgl. ebd.

¹⁶² Vgl. Kaltschmitt, M. u.a. (Hrsg.) 2003: Erneuerbare Energien, Heidelberg, S.327.

¹⁶³ Vgl. hierzu Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) 2004: Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien, Berlin, S.31.

- (Aus-)Bau der Stromnetze an Land und auf See für den Transport des Stroms aus dem Offshore-Bereich und großräumiger Ausgleich unterschiedlicher Windenergieangebote.

Wasserkraft:

Die Wasserkraft spielt – nach der Windenergie – derzeit die größte Rolle bei der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland. Mit einer installierten Leistung von 4.660 MW wurden im Jahr 2004 21 TWh Strom erzeugt.¹⁶⁴ Das technische Potenzial der Wasserkraftnutzung gilt in Deutschland als weitgehend ausgeschöpft. Allerdings können zusätzliche Potenziale mit der Modernisierung bestehender Anlagen erschlossen werden.

Fotovoltaik:

Ende 2004 waren netzgekoppelte Anlagen mit einer Leistung von 708 MW in Deutschland installiert, die 0,5 TWh Strom erzeugen.¹⁶⁵ Die Fotovoltaik ist im Vergleich zu anderen Techniken, mit denen erneuerbare Energien nutzbar sind, als langfristige Option anzusehen. Sie verfügt über große technische und ökonomische Entwicklungsmöglichkeiten.

Das technische Potenzial der Fotovoltaik wird vom Strahlungsangebot je Modulfläche, von den verfügbaren Flächen zum Aufstellen der Anlagen und deren Jahresnutzungsgrad bestimmt.

Die Autoren der Studie „Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland“ schätzen, dass 700 km² Flächen für fotovoltaische Module verfügbar sind.¹⁶⁶ Hierbei wurde ein sinnvolles Einbinden der Fotovoltaikanlagen in bestehende Siedlungen unterstellt, d.h. u. a. Nutzen von Dachflächen, Fassaden, Lärmschutzwänden, und die Flächenkonkurrenz mit Solarkollektoren wurde berücksichtigt. Aus der verfügbaren Fläche im Umfang von ca. 700 km² leitet sich ein

¹⁶⁴ Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Erneuerbare Energien in Zahlen, Stand Juni 2005. Veröffentlicht unter www.erneuerbare-energien.de.

¹⁶⁵ Vgl. ebd.

¹⁶⁶ Vgl. hierzu Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) 2004: Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien, Berlin, S.34.

Stromerzeugungspotenzial von 105 TWh pro Jahr ab. Durch das zusätzliche Nutzen geeigneter Freiflächen – wie z.B. Brachflächen – lässt sich das technische Potenzial noch erheblich steigern.

Wichtige Maßnahmen für das weitere Erschließen des Potenzials sind:

- Weiterentwickeln des technischen Standards von photovoltaischen Anlagen, insbesondere Weiterentwicklung der Dünnschichtzellen und Zellen auf organischer Basis, Erhöhen des Wirkungsgrads,
- Abbau administrativer Hemmnisse bei der Installation photovoltaischer Anlagen an Gebäuden¹⁶⁷,
- Sichern der weiterhin starken Förderung der Photovoltaik durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz mit einer langfristigen Perspektive.

Solarthermie:

Ende 2004 waren insgesamt etwa 6,2 Mio. m² Kollektorfläche in Deutschland installiert. Auf dieser Fläche sind in Deutschland solarthermische Anlagen mit einer Leistung von 4.365 MW installiert, die 2,6 TWh Endenergie bereitstellen.¹⁶⁸

Die Warmwasserversorgung steht bei der derzeitigen Solarthermienutzung im Vordergrund. Etwa 80 % der Anlagen dienen diesem Zweck. Die restlichen 20 % dienen der kombinierten Unterstützung der Heizungsanlagen und der Warmwasserversorgung. Die meisten Anlagen befinden sich auf Dächern von Ein- oder Zweifamilienhäusern. Die Mehrfamilienhäuser sind zurzeit noch unterrepräsentiert, obwohl größere Anlagen auf Mehrfamilienhäusern zu günstigeren spezifischen Wärmekosten führen.

Das technische Potenzial der solarthermischen Anlagen hängt von der Weiterentwicklung des technischen Standards der Anlagen und der zur Verfügung stehenden Fläche ab. Als nutzbare Flächen kommen vor allem Dächer sowie Lärmschutzwälle oder Parkplatzüberdachungen in Betracht. Die Autoren der Studie „Ökologisch

¹⁶⁷ Z. B. Genehmigungspflichten im Rahmen von Landesbauordnungen oder im Rahmen von kommunalen Vorschriften für die bauliche Gestaltung denkmalgeschützter Bauten.

¹⁶⁸ Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Erneuerbare Energien in Zahlen, Stand Juni 2005. Veröffentlicht unter www.erneuerbare-energien.de.

optimierter Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland“ schätzen die potenziell zur Verfügung stehende Gesamtfläche auf 970 km².¹⁶⁹ Sollte bis 2050 ein Zuwachs von 273 km² Solarkollektorfläche erreichbar sein, wäre dies mit einem solaren Ertrag von 78 TWh pro Jahr verbunden.

Wichtige Schritte zur Erschließung des solarthermischen Potenzials sind:

- Verbessern des technischen Standards von solarthermischen Anlagen, sowohl der technischen Einzelteile (Kollektoren, Pumpen, Regelung, Speicher) als auch der Anlage insgesamt (Optimierung der Regelung und des solaren Deckungsgrades),
- (Aus)Bau der Nahwärmenetze, um die Wärmeerzeugung der Großanlagen einer größeren Zahl von Verbrauchern zugänglich zu machen,
- Ausbau der Nutzung solar getriebener Kälteanlagen,
- Entwicklung weiterer, mit dem Marktanreizprogramm harmonisierter Förderinstrumente für den Einsatz erneuerbarer Energien im Wärmemarkt,

Geothermie:

In Deutschland wurde die Geothermie bis zum Jahr 2003 ausschließlich zur Wärmeerzeugung genutzt. Seit November 2003 wird als Pilotprojekt ein Erdwärme-Heizkraftwerk mit einer installierten Leistung von 210 kW_{el} in Neustadt-Glewe betrieben. Weitere Pilotprojekte werden vorbereitet.

Das technische Potenzial der geothermischen Stromerzeugung wird auf 300 TWh pro Jahr geschätzt.¹⁷⁰ Nimmt man den Stromverbrauch des Jahres 2004 (527,7 TWh) als Grundlage, bedeutete das einen Anteil von fast 57 %. Das zusätzliche Potenzial an thermischer Energie (Wärme bei der Nutzung von Kraft-Wärme-Kopplung) beträgt etwa das 1,5-fache des Strompotenzials, falls keine Wärmepumpen eingesetzt würden. Sofern Wärmepumpen verwendet werden würden, läge das Potenzial beim 2,5-fachen.

¹⁶⁹ Vgl. hierzu Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) 2004: Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien, Berlin, S.54.

¹⁷⁰ Vgl. Jung, R. u. a. 2003: Wie groß ist das Potential geothermischer Stromerzeugung? In: Paschen, H. u. a.: Möglichkeiten der geothermischen Stromerzeugung in Deutschland. TAB Arbeitsbericht Nr.84, Berlin, S. 56.

Wichtige Schritte zur Erschließung des geothermischen Potenzials sind:

- Verbesserung der Datenlage für die Suche geeigneter Standorte,
- Verbesserung der Effizienz der Bohr- und Stimulationsverfahren,
- Verbesserung der Wirkungsgrade der Stromerzeugungsanlagen und der Wärmepumpen,
- Ausbau des Nahwärmenetzes zur Nutzung der geothermischen Energie durch Kraft-Wärme/Kälte-Kopplungs-Anlagen,
- Förderung der geothermischen Stromerzeugung im Rahmen des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes mit einer langfristigen Perspektive,
- Entwicklung weiterer, mit dem Marktanreizprogramm harmonisierter Förderinstrumente für den Einsatz erneuerbarer Energien im Wärmemarkt.

Die Ziele der Bundesregierung sind wichtige Meilensteine auf dem Weg zur nachhaltigen Energienutzung: Bis zum Jahr 2010 soll sich der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung auf mindestens 12,5 % (Verdoppelung gegenüber 2000 mit 6,25 %) und bis zum Jahr 2020 auf mindestens 20 % erhöhen. Bezogen auf den Primärenergieverbrauch soll sich der Anteil der erneuerbaren Energien von 2,1 % im Jahr 2000 auf 4,2 % im Jahr 2010 verdoppeln.

Womit müssen wir bereits heute anfangen?

Um sicherzustellen, dass bis zum Jahr 2050 die erneuerbaren Energien einen Beitrag von 50 % an der Energieversorgung leisten, müssen erneuerbare Energien mit geeigneten Instrumenten und Maßnahmen im Strom- und Wärmemarkt etabliert werden.

Mit dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) steht ein Instrument zur Verfügung, das die Rahmenbedingungen für erneuerbare Energien im Strommarkt deutlich verbessert und bereits ein erhebliches Wachstum bei der Installation von Anlagen zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien bewirkte und bewirkt. Die in Deutschland Anfang der neunziger Jahre im Stromeinspeisungsgesetz verankerte Förderung durch eine Abnahmegarantie und mit einer Mindestpreisregelung hat sich bewährt. Sie wurde für das EEG im Jahr 2000 als Prinzip übernommen. Im Jahr 2004 erfolgte eine umfassende Novellierung des EEG. Nach wie vor sind die

tragenden Säulen dieses Gesetzes die Abnahmegarantie und die Mindestpreisregelung. Die langfristige Wirksamkeit des EEG ist sicherzustellen.

Während das EEG in erster Linie erneuerbare Energien im Strommarkt fördert, fehlt für den Wärmemarkt ein vergleichbares Instrument. Um den Anteil der erneuerbaren Energien auch hier zu erhöhen, sind Instrumente erforderlich, die kosteneffizient und marktkonform die für den Markteintritt erforderlichen Gelder verfügbar machen und die Kosten auf die Energieverbraucher gerecht verteilen.

Diesen Kriterien genügen grundsätzlich die folgenden Instrumententypen:

- eine Vergütungs- oder Bonusregelung je erzeugter Kilowattstunde Wärme,
- eine Quotenregelung mit handelbaren Zertifikaten,
- ordnungsrechtliche Instrumente, die für den Neubau und die Altbausanierung vorgeben, dass ein verbindlicher Anteil der Wärmeversorgung aus erneuerbaren Energien stammen muss.

Um den Anteil der erneuerbaren Energien an der Energieversorgung bis zum Jahr 2050 auf 50 % zu steigern, muss auch der Primärenergieverbrauch durch verbesserte Energieeffizienz und verhaltensbedingte Energiesparmaßnahmen gesenkt werden (vgl. Thesen 16 und 17).

19. CO₂-Emissionen des Verkehrssektors dauerhaft senken

Im Vergleich zu den vergangenen 60 Jahren sanken seit der Jahrtausendwende erstmals die CO₂-Emissionen des Straßenverkehrs. Dennoch steigen die Treibhausgasemissionen des Verkehrs aufgrund des steigenden Verkehrsaufwands insgesamt weiter. Vielfältige Maßnahmen und Instrumente könnten die CO₂-Emissionen des Verkehrssektors deutlich vermindern. Um dieses Ziel zu erreichen, sind unter anderem der Kraftstoffverbrauch der Fahrzeuge zu senken, klimaschonendes Fahrverhalten zu unterstützen, umweltverträglichere Verkehrsträger zu stärken, der Einsatz klima- und umweltschonender Treibstoffe zu fördern sowie das Verkehrswachstum und die Klimawirkungen des Flugverkehrs zu begrenzen.

Was würde passieren, falls der Trend sich fortsetzte?

Anders als in anderen Sektoren sind die vom Verkehr ausgehenden CO₂-Emissionen in Deutschland zwischen 1990 und 2002 insgesamt um ca. 9 % gestiegen. Damit vergrößerte sich der Anteil des Verkehrs an den gesamten deutschen CO₂-Emissionen in diesem Zeitraum von 16 auf etwa 21 %.¹⁷¹

Die Ursache dafür liegt in erster Linie im Anstieg des Verkehrsaufwands,¹⁷² der zwischen 1991 und 2002 allein im Güterverkehr etwa 27 % betrug.¹⁷³ Der Zuwachs im Personenverkehr lag im selben Zeitraum bei 4 % (gemessen in Personenkilometern). Erst in den Jahren seit 2000 kommt es zu einer leichten Abnahme der verkehrsbedingten CO₂-Emissionen. Diese ist allerdings noch keine Trendwende.

¹⁷¹ Sofern nicht anders gekennzeichnet, stammen die Verkehrsdaten in diesem Kapitel aus den Veröffentlichungen Klimaschutz in Deutschland bis 2030 – Politiksznarien III und die Emissionsdaten aus TREMOD (Transport Emission Estimation Model).

Quellen: Umweltbundesamt 2005: Klimaschutz in Deutschland bis 2030 – Endbericht zum Forschungsvorhaben Politiksznarien III. Die Daten aus TREMOD sind teilweise auch in: Umweltbundesamt 2003: CO₂-Minderung im Verkehr, Berlin wiedergegeben

¹⁷² Der Begriff „Verkehrsaufwand“ wird hier anstelle der in anderen Veröffentlichungen erwähnten „Verkehrsleistung“ verwendet, da die Bezeichnung „Aufwand“ eher dem Sachverhalt gerecht wird.

Vielmehr erwartet das Umweltbundesamt, dass mit der Wiederbelebung der Konjunktur ein erneuter Anstieg der Fahrleistung und damit der CO₂-Emissionen im Verkehr verbunden sein dürfte. Der Flugverkehr erzielt derzeit von allen Verkehrsträgern die mit Abstand höchsten Zuwachsraten beim Verkehrsaufwand und ist bereits heute hinter dem Straßenverkehr der zweitwichtigste Emittent. Zwischen 1990 und 2000 hat sich der Flugverkehrsaufwand in Deutschland mehr als verdoppelt.¹⁷⁴

Die von Kälte- und Klimaanlage in Fahrzeugen ausgehenden Emissionen halogener Fluorkohlenwasserstoffe (HFKW) sind zwischen 1995 und 2003 von 0,2 auf 2,6 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente gestiegen. Dies liegt vor allem am erhöhten Ausstattungsgrad der Fahrzeuge mit Klimaanlage, gerade bei Pkw. Ohne weitere Maßnahmen ist in Deutschland bis 2010 von einem weiteren Emissionsanstieg auf 5 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente auszugehen.¹⁷⁵

Bis 2020 ist mit deutlichen Zuwächsen des Verkehrsaufwandes zu rechnen. Unter den bestehenden Rahmenbedingungen und ohne zusätzliche Instrumente, um das Verkehrswachstum zu dämpfen, dürfte der Personenverkehr gegenüber 1997 um ca. 28 % steigen.¹⁷⁶ Im Güterverkehr zeigt der Trend sogar deutlich höhere Zuwächse, die hier 2020 rund 73 % mehr Tonnenkilometer ergeben als 1997. Die für 2020 prognostizierten Wachstumsraten teilen sich sehr unterschiedlich auf die verschiedenen Verkehrsträger auf. Im Personenverkehr werden die mit Abstand höchsten

¹⁷³ Für 1990 sind keine gesamtdeutschen Daten zum Verkehrsaufwand in der offiziellen Verkehrsstatistik verfügbar, da diese in den neuen Bundesländern nicht erhoben wurden.

¹⁷⁴ gemessen in Personenkilometer nach dem Standortprinzip (Flugkilometer von Deutschland bis zur ersten Landung), BMVBW 2003: Verkehr in Zahlen 2003/2004, Hamburg.

¹⁷⁵ Schwarz, Winfried: Emissionen und Emissionsprognose von H-FKW, FKW und SF₆ in Deutschland. Aktueller Stand und Entwicklung eines Systems zur jährlichen Ermittlung. Emissionsdaten bis zum Jahr 2003 und Emissionsprognosen für die Jahre 2010 und 2020. 4. Zwischenbericht zum Forschungsvorhaben, erstellt im Auftrag des Umweltbundesamtes, Förderkennzeichen 202 41 356, Berlin.

¹⁷⁶ Die Prognose aus der Studie „Klimaschutz in Deutschland bis 2030“ geht von einem leichten Bevölkerungsrückgang bis 2020 und von 1,9% auf 1,3% abnehmenden jährlichen Wachstumsraten beim BIP aus. Für den Erdölpreis wurde allerdings nur eine Preissteigerungen von 16 \$/Barrel im Jahr 2000 auf 22 \$/Barrel im Jahr 2020 vorgegeben. Vor dem Hintergrund heutiger Preisentwicklungen sind die Prognosen daher unter Vorbehalt zu stellen.

Steigerungsraten im Flugverkehr liegen, dessen Personenkilometer sich zwischen 1997 und 2020 voraussichtlich mehr als verdreifachen dürften. Der motorisierte Individualverkehr wird in diesem Zeitraum um 28 % und der Eisenbahnverkehr um 22 % steigen. Demgegenüber werden sowohl der nichtmotorisierte Verkehr als auch der öffentliche Straßenpersonenverkehr sogar leicht abnehmen. Im Güterverkehr erwartet das Umweltbundesamt bis 2020 mit über 90 % die höchsten Zuwächse im Straßengüterfernverkehr, während die Binnenschifffahrt um 49 % und der Eisenbahnverkehr um etwa 30 % wachsen werden. Der Gütertransport per Flugzeug wird 2020 sogar fast sechsmal so hoch sein als 1990. Hatte der Flugverkehr 1990 noch einen Anteil von 9 % an den verkehrsbedingten CO₂-Emissionen, so wird dieser Anteil - ohne Gegenmaßnahmen – im Jahr 2020 bis auf 18 % gewachsen sein. Dabei liegt der Beitrag des Flugverkehrs zum Treibhauseffekt wegen der Emissionen von NO_x, Wasserdampf und anderer Faktoren (zum Beispiel Kondensstreifen) um das Zwei- bis Vierfache höher als derjenige seiner CO₂-Emissionen. Die Tabelle 5 gibt die genannten Prognosen zusammengefasst wieder.

Tabelle 5: Entwicklung des Verkehrsaufwandes von 1997 bis 2020

	Entwicklung bis 2020 (Basis: 1997)
Güterfernverkehr	+ 73 %
LKW	+ 90 %
Binnenschiff	+ 49 %
Eisenbahn	+ 30 %
Flugzeug	+ 600 %
Personenverkehr	+ 28 %
Flugzeug	+ 300 %
Motorisierter Individualverkehr	+ 28 %
Eisenbahn	+ 22 %
Nicht motorisierter Verkehr	leichter Rückgang
Öffentlicher Straßenpersonenverkehr	leichter Rückgang

Quellen: Umweltbundesamt 2005: Klimaschutz in Deutschland bis 2030; TREMOD

Bis 2020 ist daher bei Anhalten der derzeitigen Entwicklungen mit einem Anstieg der verkehrsbedingten CO₂-Emissionen zu rechnen, der allerdings wegen technischer

Verbesserungen an Fahrzeugen mit etwa 13 % gegenüber 1997 nicht so stark wie das Verkehrswachstum ausfällt.¹⁷⁷ Den größten Anteil an diesem Anstieg haben der Straßengüterverkehr sowie der Flugverkehr. Zu dem Klimaschutzziel, die Treibhausgasemissionen in Deutschland bis 2020 um 40 % zu verringern (vgl. Thesen 6, 8, 12, 13), könnte der Verkehr demnach nur beitragen, falls zusätzliche Maßnahmen ergriffen und Instrumente eingesetzt würden, welche die technische Effizienz erhöhen, das Verkehrswachstum bremsen und auf umweltverträglichere Verkehrsträger verlagern.

Wie sollte eine nachhaltige Mobilität unter Beachtung der Klimaschutzziele in Zukunft aussehen?

Auf lange Sicht und angesichts der prognostizierten Steigerungsraten sowie der langfristig wachsenden Emissionsminderungserfordernisse muss der Verkehr überproportional zur CO₂-Emissionsminderung beitragen. Das Umweltbundesamt hält es für angebracht, als Minimalziel für 2020 auch im Verkehrssektor eine CO₂-Emissionsminderung von 40 % gegenüber 1990 festzulegen. Dieses Ziel ist zu erreichen, falls sich die Effizienz der Fahrzeuge – gemessen in CO₂-Ausstoß pro Fahrzeugkilometer – gegenüber dem Trend deutlich verbesserte, die Effizienz des Verkehrs, gemessen in CO₂-Ausstoß pro Personen- oder Tonnenkilometer, durch Verlagerung zu den effizientesten Verkehrsmitteln erhöhte und das Verkehrswachstum gestoppt würde.¹⁷⁸

Ein realistisches Szenario sieht wie folgt aus: Mit technischen Maßnahmen und mit kraftstoffsparender Fahrweise lassen sich bis 2020 – verglichen mit 2000 – bei Pkw mindestens 40 % der spezifischen CO₂-Emissionen einsparen. Bei Nutzfahrzeugen, Bussen, Diesellokomotiven und Schiffen sind es knapp 20 %. Für Flugzeugturbinen halten wir ein Kraftstoffverbrauchsminderungspotenzial von knapp 20 %, für elektrisch betriebene Bahnen von 25 % für möglich. Würden alle diese spezifischen Potenziale ausgeschöpft, verminderte sich der verkehrsbedingte CO₂-Ausstoß gegenüber 1990 um knapp 20 %, ohne dass auf die Verkehrsaufteilung oder das Verkehrswachstum Einfluss genommen würde.

¹⁷⁷ ebd.

¹⁷⁸ Szenario nach Umweltbundesamt 2002: Nachhaltige Entwicklung in Deutschland, Berlin.

Eine weitergehende Emissionsminderung macht darüber hinaus die Begrenzung des Verkehrswachstums und die Verlagerung zu energieeffizienteren Verkehrsträgern notwendig. Der Verkehrsaufwand mit Pkw, gemessen in Personenkilometern, ist auf dem Niveau des Jahres 2000 zu stabilisieren. Zuwachs im Personenverkehr darf es nur bei Bus und Bahn sowie im Fahrrad- und Fußgängerverkehr geben. Auch beim Flugverkehr ist eine Stabilisierung anzustreben. Der zu erwartende Zuwachs beim Straßengüterverkehr ist auf die Bahn und das Binnenschiff zu verlagern. Unter der Voraussetzung, dass der Verkehrsaufwand im Straßen- und im Luftverkehr das im Jahr 2000 erreichte Niveau nicht überschreite und dass das oben beschriebene Energieverbrauchsminderungspotenzial der Fahrzeuge vollständig realisiert würde, würden die verkehrlichen CO₂-Emissionen bis 2020 um 40 % unter das Niveau von 1990 sinken.

Bis zum Jahr 2030 sollte eine Minderung der CO₂-Emissionen des Verkehrs um 50 % angestrebt werden.

Um dies zu erreichen, ist die Fortschreibung der Effizienzverbesserung der Fahrzeuge über das oben beschriebene Maß hinaus und eine Trendumkehr beim Verkehrswachstum notwendig. Auch die Bundesregierung fordert bei der Umsetzung der Nachhaltigkeitsstrategie, die Mobilitätsbedürfnisse mit einer geringeren Transportintensität zu erfüllen und mit Hilfe der optimalen Verknüpfung der Verkehrsträger die Effizienz und die Umweltleistung des Verkehrssystems zu verbessern.¹⁷⁹ Der spezifische Kraftstoffverbrauch der Pkw ist gegenüber rund 8 l/100 km im Jahr 2000 bis zum Jahr 2020 auf rund 4 l/100 km zu halbieren, bei Nutzfahrzeugen, Bussen, Schiffen und Dieselloks um 26 % zu reduzieren, im Flugverkehr um 40 % und bei Elektroloks um 36 % zu mindern. Des Weiteren ist die Effizienz der Gütertransporte – durch bessere Auslastung und die Wahl des am Besten geeigneten Transportmittels – um 20 % zu erhöhen. Der Aufwand im Pkw- und im Flugverkehr muss um 20 % abnehmen.¹⁸⁰

¹⁷⁹ Bundesregierung: Wegweiser Nachhaltigkeit 2005 - Bilanz und Perspektiven. Kabinettsbeschluss vom 10. August 2005

¹⁸⁰ Umweltbundesamt 2002: Nachhaltige Entwicklung in Deutschland, Berlin.

Dazu sind die eingeleiteten Maßnahmen fortzuführen und zu forcieren, besonders die Maßnahmen, die zur Verlagerung und Dämpfung des Verkehrswachstums beitragen.

Welche Maßnahmen und Instrumente sind notwendig, um die mittelfristigen Klimaschutzziele zu erreichen?

Wegen der Komplexität des Verkehrssystems ist eine Vielzahl ineinander greifender Maßnahmen und Instrumente notwendig, um den Ausstoß an Klimagasen zu senken.

Die beschriebenen Maßnahmen und Instrumente wirken auf das Mobilitätsverhalten, müssen aber keine Mobilitätseinschränkungen zur Folge haben. Mobilität muss jedoch durch ein verbessertes Angebot umweltverträglicher Verkehrsmittel und kürzere Wege in Folge kompakter, gemischter Siedlungsstrukturen effizienter gestaltet werden. Begleitend sind Aufklärungsmaßnahmen zu den notwendigen Veränderungen, deren Wirkungen und deren Nutzen für die Allgemeinheit und den Einzelnen sowie eine umfassende Akzeptanzförderung erforderlich (vgl. These 21). In der Summe ist eine effizientere Mobilität nicht nur für das Mindern der CO₂-Emissionen erforderlich, sondern stärkt auch den Wirtschaftsstandort Deutschland. Denn eine effizientere Mobilität schlägt sich in niedrigeren Kosten – sowohl für Unternehmen als auch für Verbraucherinnen und Verbraucher – nieder.

Unterstützung der Einführung technischer Maßnahmen, Fahrverhalten

Bisher gibt es für CO₂-Emissionen von Kraftfahrzeugen keine Grenzwerte. Ausgehend von einem Erfolg der Selbstverpflichtung der Automobilindustrie in der EU, Japans und Koreas¹⁸¹ – 2008/2009 sind verschärfte Emissionszielwerte gemäß der EU-Strategie zu vereinbaren: Rat, Europäisches Parlament und Kommission haben sich auf den Zielwert von für 2010 von 120 g CO₂ pro Kilometer für neue Pkw geeinigt.¹⁸² Falls das Ziel der Selbstverpflichtung 2008/2009 jedoch nicht erreicht

¹⁸¹ Verpflichtungen wurden mit der europäischen (Dachverband der europäischen Automobilhersteller - ACEA), der japanischen (Japan Automobile Manufacturers Association - JAMA) und der koreanischen (Korean Automobile Manufacturers Association - KAMA) Automobilindustrie ausgehandelt.

¹⁸² KOM (1995) 689 endg.

würde, müsste gemäß der Ratsbeschlüsse die EU-Kommission umgehend einen Gesetzesvorschlag vorlegen, der das Erreichen des Zielwertes sicherstellt. Ferner muss die Kommission weitergehende Maßnahmen vorschlagen, damit das Gemeinschaftsziel von 120 g CO₂ pro Kilometer erreichbar wird.

Neben der Selbstverpflichtung der Automobilindustrie zur Minderung der spezifischen CO₂-Emissionen der Pkw sind ergänzende Maßnahmen für eine kraftstoffsparende Fahrweise notwendig und verbrauchsarme Kraftfahrzeuge zu entwickeln sowie zu nutzen. Beispielsweise vermindern Leichtlauföle und Leichtlaufreifen die innere Reibung des Motors sowie den Rollwiderstand und führen somit zur Kraftstoffersparnis. Mit der Definition eines Qualitätsstandards (zum Beispiel Blauer Engel) lässt sich die breite Verwendung der Leichtlauföle fördern. Neufahrzeuge sollen serienmäßig mit Leichtlaufreifen ausgestattet und deren Motoren mit Leichtlaufölen befüllt sein. Das hierdurch erzielbare Kraftstoffverbrauchminderungspotenzial schätzt das Umweltbundesamt im Jahr 2020 auf 10,2 Mio. Tonnen CO₂.¹⁸³

Mit einer kraftstoffsparende Fahrweise lässt sich der Kraftstoffverbrauch um bis zu 25 % reduzieren. Seit 1999 ist ihre Vermittlung für die Fahrausbildung und Führerscheinprüfung verbindlich vorgeschrieben. Zusammen mit einer standardmäßigen Ausstattung der Fahrzeuge mit Verbrauchs- und Schaltanzeigen ließen sich 2020 etwa 6,5 Mio. Tonnen CO₂ einsparen.¹⁸⁴

Mit einer CO₂-bezogenen Kfz-Steuer lässt sich die Markteinführung kraftstoffsparender Fahrzeuge beschleunigen. Die derzeitige Kfz-Steuer ist noch bis zum Jahr 2005 festgeschrieben, so dass die Einführung eines CO₂-bezogenen Elementes ab dem Jahre 2006 möglich ist. Damit wäre eine CO₂-Emissionsminderung von etwa 6,5 Mio. Tonnen 2013 für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge erreichbar.¹⁸⁵ Die Kosten dieses Instruments sind – im Vergleich zu den erzielbaren Emissionsminderungen – sehr gering, da sich bei einer aufkommensneutralen Gestaltung nur die Berechnungsgrundlage für die Kfz-Steuer ändert.

¹⁸³ Umweltbundesamt 2003: CO₂-Minderung im Verkehr, Berlin.

¹⁸⁴ ebd.

¹⁸⁵ ebd.

Bei der Ausschreibung und Vergabe öffentlicher Verkehrsleistungen sind Energieeffizienz und CO₂-Emissionsminderungen bei Bussen und Bahnen zu berücksichtigen. Die Deutsche Bahn AG ist durch gerechtere Wettbewerbsbedingungen¹⁸⁶ zwischen den Verkehrsträgern in ihrem weitergehenden Ziel zu unterstützen, ihre spezifischen CO₂-Emissionen um 25 % bis 2020 zu verringern, was einer Einsparung von 2,2 Mio. Tonnen pro Jahr entspricht.

Mit einer Einführung von Tempolimits (Landstraße Tempo 80, Autobahn Tempo 120) würden bei einem Befolgungsgrad von 80 % etwa 5,2 Mio. Tonnen CO₂ im Vergleich zur derzeitigen Emissionsmenge eingespart.

Um die HFKW-Emissionen aus Kälte- und Klimaanlage in Fahrzeugen zu begrenzen, müssen die in der EG-Richtlinie über Emissionen aus Klimaanlage in Kraftfahrzeugen vorgeschlagenen Maßnahmen¹⁸⁷ auch auf andere Fahrzeuge (Busse, Bahn, etc.) ausgeweitet werden.

Mit dem Einsatz von Biokraftstoffen im Verkehr ließen sich etwa 3,0 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente einsparen.¹⁸⁸ Diese Einsparung gilt allerdings nur gegenüber einem Referenzszenario, in dem die landwirtschaftlichen Ressourcen zur Energiepflanzenproduktion brach liegen. Dieses Szenario erscheint aber unrealistisch, da bereits heute eine zunehmende Flächenkonkurrenz zwischen dem Lebensmittel- und dem Biomasseanbau zur energetischen Nutzung zu beobachten ist. Hierbei ist insbesondere die stationäre energetische Biomassenutzung im Kraft- und Wärmebereich gegenüber der Nutzung als Biokraftstoff im Verkehrsbereich zu sehen. Die aktuelle Forschung behandelt dieses Thema unter dem Begriff der „Nutzungskonkurrenz“.

¹⁸⁶ Beispielsweise genießt das Flugzeug durch Mineralölsteuerbefreiung und Mehrwertsteuerbefreiung im Auslandsflugverkehr derzeit deutliche Wettbewerbsvorteile gegenüber der Bahn.

¹⁸⁷ Der Entwurf der EG-Richtlinie über Emissionen von Klimaanlage in Kraftfahrzeugen sieht für Klimaanlage in bestimmten Fahrzeugen (M1, N1) ab 2007 max. zulässige Leckagemengen und ab 2011 (neue Fahrzeugtypen)/2017 (Neufahrzeuge) das Verbot von HFKW-Kältemitteln mit einem GWP (Greenhouse Warming Potential) > 150 vor.

¹⁸⁸ Umweltbundesamt 2005: Klimaschutz in Deutschland bis 2030 – Endbericht zum Forschungsvorhaben Politiksszenarien III.

Aus Klimaschutzsicht stellt sich nach Einschätzung des Umweltbundesamtes dabei die stationäre energetische Biomassenutzung auf absehbare Zeit als erheblich günstiger heraus.

Verkehrswachstum dämpfen

Da die technischen Maßnahmen und die für ihre Umsetzung erforderlichen Instrumente allein nicht reichen, um das Klimaschutzziel zu erfüllen, ist das Verkehrswachstum zu dämpfen. Zusätzlicher Verkehrsaufwand ist zu vermeiden und mehr Mobilität¹⁸⁹ mit weniger Verkehr zu ermöglichen. Dazu sind die wesentlichen Determinanten des Verkehrswachstums – die Siedlungsstruktur, die Handelsverflechtungen, die veränderten Lebensstile sowie das Angebot an Verkehrsinfrastruktur – zu beeinflussen. Allerdings lassen sich konkrete CO₂-Emissionsminderungspotenziale hierfür wegen der Vielzahl der Randbedingungen nicht angeben.

Multifunktionale Städte, in denen nicht nur gearbeitet und eingekauft wird, sondern die auch zum Wohnen und Erholen attraktiv sind, tragen zu kompakteren baulichen und damit verkehrsarmen Siedlungsstrukturen bei. Mit steuerlichen Anreizen lassen sich die Neuinanspruchnahme von Flächen für Siedlungszwecke vermindern, die Wiedernutzung der Brachflächen fördern und die bauliche Dichte erhöhen. So gehört beispielsweise die – das Wohnen in großer Entfernung zum Arbeitsplatz fördernde – Entfernungspauschale schrittweise abgeschafft (vgl. These 14). Daneben bedarf es einer verkehrsvermeidenden Siedlungspolitik und einer gemeindeübergreifenden Planung, um Gewerbe- und Wohnungsbauflächen zu konzentrieren sowie Gewerbeunternehmen anzusiedeln, die als Zulieferer oder Abnehmer für bereits vorhandene Betriebe Lieferwege verkürzen helfen (vgl. These 12).

¹⁸⁹ Räumliche Mobilität bezeichnet die Möglichkeit, Aktivitäten an anderen Orten durchführen zu können. Die Mobilität eines Menschen wird um so größer, je mehr räumlich voneinander entfernte Ziele er erreichen kann. Mobilität ist nicht gleich Verkehr. Die Mobilität wird nicht größer, je länger die Wege werden, sonst wäre jeder Umweg mobilitätsfördernd. Mit derselben Mobilität kann viel oder wenig Verkehr verbunden sein. Je näher Ausgangsort und Ziel beieinander liegen, umso weniger Verkehr entsteht bei gleicher Mobilität.

Ein relativ großes Verkehrsvermeidungspotential beim Güterverkehr liegt darin, intraindustriellen Handel dadurch zu verringern, dass gleichartige Produkte von regionalen Anbietern bezogen werden. Ein Teil dieses Potenzials lässt sich über die Erhöhung der Transportkosten durch stärkere Internalisierung der externen Kosten (zum Beispiel Mineralölsteuer, Lkw-Maut) erschließen. Die Unterstützung der Regionalvermarktung und die Einführung eines Transportlabels¹⁹⁰ können ebenso zur Verminderung der Transportentfernungen beitragen. Auch die Möglichkeiten zur Verbesserung der Effizienz durch moderne Logistik sind bisher noch nicht ausgeschöpft. Der Verzicht auf exportfördernde und verkehrserzeugende Subventionen im Rahmen der Regional- und so genannten Strukturförderung und die Unterstützung dezentraler Distributionsformen der Unternehmen tragen zur Entkopplung von Wirtschafts- und Verkehrswachstum bei.

Etwa 15 bis 20 % des Verkehrswachstums sind auf den Ausbau der Verkehrsinfrastruktur zurückzuführen. Im Güterverkehr sinken wegen des Ausbaus die Transportkosten mit der Folge, dass sich z. B. die räumliche Trennung der Betriebseinheiten und die „rollende Lagerhaltung“ eher lohnen. Im Personenverkehr wird – als Folge der verbesserten Infrastruktur – gesparte Reisezeit wieder in Verkehr investiert. Zudem kommt es wegen des Infrastrukturausbaus zu erheblichen Verlagerungen zwischen den Verkehrsträgern. Ein wesentliches Motiv für den Infrastrukturausbau ist in der Regel die Verbesserung der regionalen Entwicklung. Empirische Untersuchungen¹⁹¹ zeigen allerdings, dass die Verbesserung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit einer Region als Folge neuer Verkehrswege häufig überschätzt wird. Auch die EU-Kommission¹⁹² hat durch den so genannten Strukturfonds geförderte Infrastrukturprojekte bewertet und festgestellt, dass ein Zusammenhang zwischen der verbesserten Infrastruktur und einer hierdurch gestärkten Wirtschaftskraft der zu fördernden Region statistisch nicht nachzuweisen ist. Auf den weiteren Ausbau der Verkehrsinfrastruktur ist daher weitgehend zu verzichten und stattdessen dem Erhalt

¹⁹⁰ Ein Transportlabel kann z. B. angeben, über welche Entfernungen oder mit welchem Verkehrsmittel ein Produkt im Laufe seiner Verarbeitung und Vermarktung transportiert wurde.

¹⁹¹ Verron, Hedwig: Determinanten des Verkehrswachstums, Entwicklungen, Ursachen und Gestaltungsmöglichkeiten; bisher unveröffentlichter Bericht des Umweltbundesamtes vom 30.08.2004.

¹⁹² EU-Kommission, 2000, zitiert nach Ifo – Institut für Wirtschaftsforschung 2002: Entlastung der Umwelt und des Verkehrs durch regionale Wirtschaftskreisläufe, UBA-Texte 67/02. Berlin.

und dem Ausbau der vorhandenen Verkehrswege der Vorzug zu geben. In den Bewertungsverfahren zur Beurteilung von Infrastrukturmaßnahmen muss in Zukunft sowohl die Problematik des induzierten Verkehrs als auch die Frage der regionalen Entwicklung sachgerechter berücksichtigt werden.

Umfragen des Forschungsinstituts Ecologic und des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung (DIW) im Auftrag des Umweltbundesamtes im September 2004 ergaben, dass für etwa die Hälfte der Befragten die Ökosteuer eine starke oder sehr starke Motivation sei, ihren Energieverbrauch – zum Beispiel durch weniger Fahrten oder auch mit dem Umstieg auf öffentliche Verkehrsmittel – zu verringern.¹⁹³ Modellrechnungen zeigen, dass allein wegen der Ökosteuer auf Kraftstoffe im Jahr 2010 rund 9,44 Mio. Tonnen CO₂ weniger emittiert werden dürften, als es ohne die Steuer der Fall wäre.¹⁹⁴ Bei einer Fortführung der Ökosteuer für weitere 5 Jahre ist nach Schätzungen ein zusätzliches Emissionsminderungspotenzial von rund 4 Mio. Tonnen CO₂ pro Jahr zu erwarten (vgl. These 14).

Umweltverträglichere Verkehrsträger stärken

Auch Verkehrsnachfrage auf Verkehrsträger zu verlagern, die spezifisch weniger oder kein CO₂ emittieren, kann einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz darstellen. Dabei sind alle Lebens- und Wirtschaftsbereiche einzubeziehen.

Zu Fuß gehen und Rad fahren sind die mit Abstand umweltverträglichsten Formen des Verkehrs und dazu CO₂-frei. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse verschiedener Studien und internationaler Vergleichswerte erscheint es möglich, bis 2020 den Anteil des Fahrradverkehrs am gesamten Personenverkehrsaufwand von derzeit etwa 2,4 % auf ca. 7 % zu erhöhen. Würden allein in Ballungsgebieten 30 % der Pkw-Fahrten unter 6 km mit dem Rad durchgeführt, ließen sich dadurch etwa 5,8 Mio. Tonnen CO₂-Emissionen pro Jahr mindern. Diese CO₂-Emissionsminderungen ließen sich auf nahezu 10,5 Mio. Tonnen pro Jahr erhöhen, falls 30 % der Pkw-Fahrten unter 10 km durch Radfahrten ersetzt werden würden, was ein ehrgeiziges,

¹⁹³ DIW 2004: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, ecologic: Quantifizierung der Effekte der Ökologischen Steuerreform auf Umwelt, Beschäftigung und Innovation.

¹⁹⁴ Frohn, J.; Meyer, B.; Hillebrand, B. 2002: Ökonometrische Modellierung der Wirkungen umweltpolitischer Instrumente. Bielefeld, Bonn, Essen.

gleichwohl auf lange Sicht durchaus erreichbares Ziel darstellt. Dazu sind die im Nationalen Radverkehrsplan vorgeschlagenen Maßnahmen auf allen Ebenen konsequent und zügig zu verwirklichen und mit Investitionsprogrammen und Maßnahmen im Rahmen des Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetzes zu fördern. Vorrangig sind der zügigere Ausbau der Infrastruktur, die verstärkte Förderung von Begleitmaßnahmen – insbesondere Öffentlichkeitsarbeit – und eine umfassendere Integration des Rad- und Fußgängerverkehrs in Verkehrs- und Siedlungskonzepte.

Ein gut ausgebautes Streckennetz des öffentlichen Verkehrs, moderne und effiziente Fahrzeuge sowie ein hochwertiges und kundenorientiertes Angebot an Verkehrsdienstleistungen sind notwendig, um Anteile des motorisierten Individualverkehrs auf den öffentlichen Verkehr zu verlagern und CO₂-Emissionen einzusparen.

Der öffentliche Personennahverkehr (ÖPNV) verursacht pro Personenkilometer und bei einem durchschnittlichen Auslastungsgrad von 20-25 % im Durchschnitt nur rund ein Drittel der CO₂-Emissionen eines Pkw. Der Bund fördert den ÖPNV jährlich mit erheblichen Milliardenbeträgen. Die anstehende Reform der intransparenten und ineffizienten ÖPNV-Finanzierung muss auch dazu führen, mehr Verkehrsnachfrage auf den öffentlichen Verkehr zu verlagern. Mit jedem Prozent, das vom innerörtlichen Pkw-Verkehr auf den ÖPNV verlagert würde, ließen sich die CO₂-Emissionen um etwa 230.000 Tonnen gegenüber dem derzeitigen Trend – bezogen auf das Jahr 2020 – reduzieren.¹⁹⁵

Personenverkehr mit der Bahn verursacht im Mittel pro Personenkilometer weniger als halb so viele CO₂-Emissionen wie bei Pkw-Verkehr oder Flugverkehr anfallen. Effizientere Bahnen sowie höhere Auslastungen (die Auslastung liegt im Fernverkehr zwischen 37 und 45 %) erhöhen die Umweltvorteile der Bahn. Neben der Bahnreform und dem Einführen eines verstärkten Wettbewerbs im Schienenpersonennahverkehr (SPNV) müssen die Rahmenbedingungen für den Eisenbahnverkehr weiter verbessert werden. Hierzu gehört ein niedrigerer Mehrwertsteuersatz auf Fahrkarten im Schienenfernverkehr ebenso, wie das gleichgewichtige Berücksichtigen der Schiene bei den Verkehrsinfrastrukturinvestitionen des Bundes. Das Einsparpotenzi-

¹⁹⁵ Umweltbundesamt 2003: CO₂-Minderung im Verkehr, Berlin.

al durch Verlagern auf die Bahn wird auf 7,7 Mio. Tonnen CO₂ im Jahr 2020 geschätzt.

Zusätzlich zur Dämpfung des Freizeitverkehrs durch gute und vielfältige Freizeitangebote in Siedlungsgebieten, ist dessen Anteil am nichtmotorisierten und am öffentlichen Verkehr zu halten und auszubauen. Die Bahn muss wieder mehr Urlauber gewinnen, indem sie die Anreise ohne Auto durchgängig ermöglicht, kombiniert mit einem flexiblen Mobilitätsangebot vor Ort. Mit attraktiven Urlaubsangeboten in Deutschland und Europa sowie mit einem besseren Vermarkten umweltfreundlicher Angebote lässt sich der Trend zu mehr Fernreisen – vor allem auch Flugreisen – umkehren. Um umweltverträglichen Urlaubsverkehr zu verwirklichen, müssen auch die gesamten volkswirtschaftlichen Kosten des Flugverkehrs verursachergerecht angelastet werden (siehe unten).

Der Güterverkehr auf der Straße verursacht im Durchschnitt pro Tonnenkilometer fast sechsmal so hohe CO₂-Emissionen wie der auf der Schiene und knapp doppelt so hohe wie der mit dem Binnenschiff. Die Lkw-Maut unterstützt das Ziel, Güter verstärkt auf die Bahn und die Binnenschifffahrt zu verlagern, besonders, falls die Mauteinnahmen auch zur Verbesserung des Schienennetzes und der Wasserstraßen verwendet werden würden. Als Folge der seit 01.01.2005 erhobenen Lkw-Maut dürften voraussichtlich 0,05 Mio. Tonnen CO₂-Emissionen pro Jahr weniger anfallen. Dieser relativ geringe Beitrag zur CO₂-Minderung ließe sich deutlich erhöhen, falls die Lkw-Maut auf das gesamte Straßennetz ausgedehnt und auf 20 Cent pro km (ab 18 Tonnen auf 30 Cent) erhöht würde. Bei gleichzeitiger Verbesserung der Transportangebote der Bahn könnten hierdurch die CO₂-Emissionen jährlich um etwa 1 Mio. Tonnen gegenüber dem Referenzszenario verringert werden. Bei einer Lkw-Maut in Höhe und Zusammensetzung der in der Schweiz seit 2001 erhobenen leistungsbezogenen Schwerverkehrsabgabe, lassen sich – je nach Entwicklung des Transportangebotes im Schienengüterverkehr – jährlich sogar zwischen 1,5 und 3,2 Mio. Tonnen CO₂ einsparen.¹⁹⁶ Weitere Verlagerungen von der Straße auf die Schiene ließen sich erreichen, falls die Schnittstellen zwischen Straße und Schiene

¹⁹⁶ Rothengatter, W.; Doll, C. 2001: Anforderungen an eine umweltorientierte Schwerverkehrsabgabe für den Straßengüterverkehr, Texte des Umweltbundesamt es 57/01, Berlin.

mit einer intensiveren Kooperation und Verknüpfung der Verkehrsträger weiterentwickelt und gefördert würden, zum Beispiel durch Ausdehnen des kombinierten Ladungsverkehrs – also der Verbindung verschiedener Transportmittel auf einer Strecke. Insgesamt liegen die Emissionsminderungspotenziale einer Verlagerung vom Lkw auf die Bahn bei etwa 7,5 Mio. Tonnen CO₂ im Jahr 2020.¹⁹⁷

Klimawirkungen des Flugverkehrs begrenzen

Die Treibhausgasemissionen des internationalen Flugverkehrs sind in den Emissionsminderungsverpflichtungen des Kyoto-Protokolls nicht berücksichtigt. Aus diesem Grund setzt sich die Bundesregierung für ergänzende internationale Regelungen ein, die die Treibhausgasemissionen der Flugzeuge begrenzen. Die EU sollte den innereuropäischen Flugverkehr künftig wie nationalen Verkehr behandeln und in ihre Emissionsminderungsverpflichtungen nach dem Kyoto-Protokoll einbeziehen.

Maßnahmen, welche die Kosten des Flugverkehrs verursachergerecht anlasten und die Vergünstigungen und Subventionen im Flugverkehr abbauen, tragen sowohl zum Klimaschutz als auch zur Wettbewerbsgleichheit zwischen den Verkehrsträgern bei. Der Flugverkehr wird derzeit steuerlich begünstigt und profitiert zusätzlich auch von den öffentlich finanzierten Anbindungen der Flughäfen an das Straßen- und Schienenverkehrsnetz. Aus Gründen gleicher Wettbewerbsbedingungen für Verkehrsträger darf Kerosin nicht länger von der Mineralölsteuer befreit bleiben, und es muss auf Flüge ins Ausland Mehrwertsteuer anfallen. Um die klimapolitisch nicht zu rechtfertigenden Wettbewerbsvorteile wegen der Steuervergünstigungen für den Flugverkehr zu verringern, hatte die Bundesregierung beschlossen, Flüge in andere EU-Länder nicht länger von der Mehrwertsteuer zu befreien und sich auf europäischer Ebene weiter für die Besteuerung des Kerosins einzusetzen. Eine gesamteuropäische Lösung ist anzustreben, da das Einführen einer Kerosinsteuer für Flüge zwischen einzelnen europäischen Staaten durch Ändern der jeweiligen bilateralen Abkommen nur gebietsansässige Fluggesellschaften einbezieht und damit rechtlich problematisch ist. Deswegen sollte in einem ersten Schritt eine Kerosinsteuer für Inlandsflüge eingeführt werden. Dies könnten verschiedene europäische Staaten mit ihrem Inlandsflugverkehr gleichzeitig machen. Um die Emission an Treibhausgasen

¹⁹⁷ Umweltbundesamt 2003: CO₂-Minderung im Verkehr, Berlin.

zu mindern, unterstützt das Umweltbundesamt die Einführung einer europäischen flugstreckenbezogenen Emissionsabgabe, die Anreize zur Verringerung von Treibhausgasemissionen schafft und eine klimapolitisch erwünschte Modernisierung der Flugzeugflotte beschleunigt. Das gilt auch für die derzeit auf europäischer Ebene diskutierte Einführung einer Flugticketabgabe, soweit diese unter Klimaschutzkriterien wirkungsvoll ausgestaltet würde. Alternativ ließen sich die Treibhausgasemissionen des Flugverkehrs in das EU-Emissionshandelsystem einbeziehen, sofern dies eine wirksame Begrenzung der Emissionen erwarten lässt. Eine Emissionsabgabe in Höhe von 30 € je Tonne CO₂ und von 3,6 € je kg NO_x könnte die Emissionen um insgesamt 9 % mindern.¹⁹⁸

Auch mit einer besseren Organisation des Flugverkehrs, zum Beispiel mit Hilfe einer Zusammenführung der Flugsicherungseinrichtungen auf europäischer Ebene („single european sky“), sowie weiterer betrieblicher Maßnahmen (Anflugsteuerung, Flügelmodifizierungen) ließe sich der spezifische Treibstoffverbrauch des Flugverkehrs mittelfristig um bis zu 10 % reduzieren, was auch den Beitrag des Flugverkehrs zum Treibhauseffekt verringerte. Darüber hinaus lassen sich die Klimawirkungen mit der Flugroutenoptimierung und durch niedrigere Flughöhen weiter mindern.

Womit müssen wir bereits heute anfangen?

Grundsätzlich sind alle Maßnahmen so schnell wie möglich zu realisieren, da bis zum Eintreten der Wirkung in den meisten Fällen einige Jahre vergehen. So muss eine neue Technik beispielsweise erst den Fahrzeugbestand in nennenswertem Umfang durchdringen.

Ein besonders dringender Handlungsbedarf besteht bei jenen Maßnahmen, die die Haupteinflüsse betreffen, welche sich auf das Mobilitätsverhalten – also auf die Häufigkeit, die Wegelänge und die Verkehrsmittelwahl – auswirken. Dazu zählt vor allem die Förderung kompakter Siedlungsstrukturen, regionaler Wirtschaftskreisläufe,

¹⁹⁸ Wit, R.C.N., Dings, J.M.W. (CE Delft) 2002: Economic Incentives to mitigate greenhouse gas emissions from air transport in Europe. Delft.

Umweltbundesamt (Hrsg.) 2001: Maßnahmen zur verursacherbezogenen Schadstoffreduzierung des zivilen Flugverkehrs. Texte des Umweltbundesamtes 17/01, Berlin.

der Bahn und des ÖPNV. Würden hier nicht umgehend die richtigen Signale gesetzt, verfestigten sich verkehrsinduzierende Faktoren, die den Verkehr weiter anwachsen ließen und die Straße bevorzugten. Diese Entwicklungen ließen sich später gar nicht mehr oder nur noch mit sehr hohem Aufwand umkehren. CO₂-Emissionen könnten dann in den Maßnahmebereichen „Vermeidung von Verkehrsbedürfnissen“ und „Verkehrsverlagerung“ nicht gemindert werden.

20. Beitrag der Landwirtschaft zum Klimaschutz

Ökologischer Landbau und Verbesserungen in der konventionellen Landwirtschaft leisten wichtige Klimaschutzbeiträge. Hierzu können unter anderem das verstärkte Verwenden von Biogas, das Optimieren von Düngungsverfahren für höhere Nährstoffeffizienz zum Verringern der Lachgasemissionen (N_2O) und ein stärkeres Nutzen des großen Potenzials der Land- und Forstwirtschaft zum Anbau von Energiepflanzen beitragen.

Die Landwirtschaft trägt mit etwa 7 % zu den gesamten Treibhausgasemissionen in Deutschland bei.¹⁹⁹ Zu den global klimawirksamen Gasen Kohlendioxid (CO_2), Methan (CH_4) und Distickstoffoxid (=Lachgas, N_2O) kommt das indirekt wirkende Ammoniak (NH_3) hinzu.²⁰⁰

Der Düngemiteleinsatz und der Viehbestand sind die wichtigsten Quellen in der Landwirtschaft für die Emission der klimarelevanten Gase Methan und Lachgas. Methan trug im Jahr 2000 etwa 8 %, Lachgas etwa 5 % zu den gesamten Treibhausgasemissionen Deutschlands bei. Die landwirtschaftsbedingten Methanemissionen mit einem Anteil von ca. 40 % an der Gesamtemission stammen hauptsächlich aus der Rinderhaltung (Fermentationsvorgänge im Pansen) sowie zu einem geringen Anteil aus der Wirtschaftsdüngerlagerung.

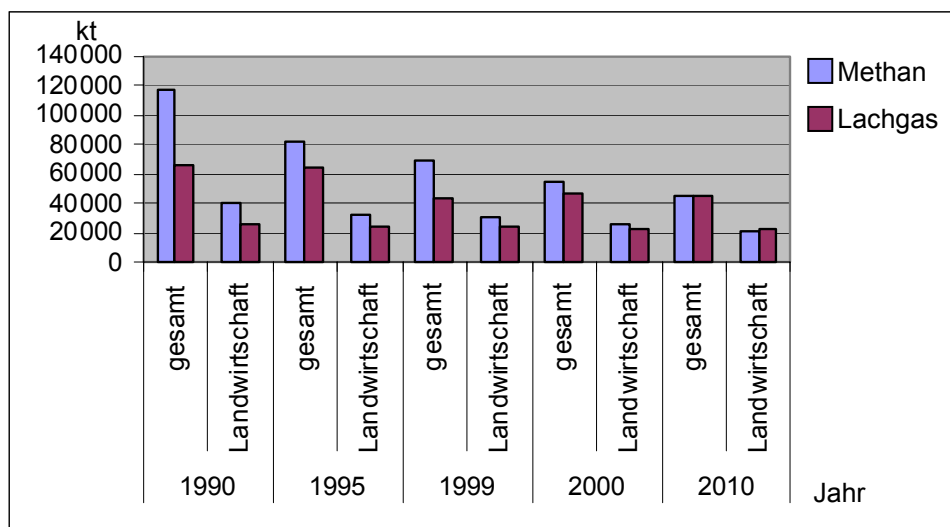
Die Lachgasemissionen aus der Landwirtschaft tragen mit etwa 50 % zu den Gesamtemissionen an Lachgas bei (s. Abbildung 17). Sie sind im Wesentlichen durch Stickstoffumsätze im Boden (Nitrifikation und Denitrifikation) bedingt, die beide über Lachgas als Zwischenstufe verlaufen, wobei vor allem anaerobe Verhältnisse

¹⁹⁹ BMU Juli 2002: Dritter Bericht der Regierung der Bundesrepublik Deutschland nach dem Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen. Erhältlich unter <http://unfccc.int>.

²⁰⁰ Ammoniak ist eine Vorläufersubstanz für Lachgas (N_2O), das im Boden aus Ammoniumverbindungen im Zuge der Nitrifikation freigesetzt wird. Ammoniakemissionen werden zurzeit nicht bei den Lachgasemissionen erfasst. Daher ist eine gesonderte Betrachtung der Ammoniakemissionen notwendig, obwohl Ammoniak selbst keine Treibhauswirkung entfaltet.

die Lachgas-Freisetzung begünstigen. Etwa 90 % des emittierten Lachgases werden in Böden auf diese Weise gebildet. Somit besteht ein direkter Zusammenhang zwischen Intensität der Bewirtschaftung (Stickstoffzufuhr über die Düngung) der genutzten Böden und Emissionshöhe.

Abbildung 17: Anteil der Landwirtschaft an den Gesamtemissionen von Methan und Lachgas in CO₂-Äquivalenten (in Kilotonnen) in Deutschland



Quelle: BMU 2002, 3. Nationalbericht Klimaschutz

Die CO₂-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden tragen mit einem Anteil von 4,5 %²⁰¹ zu den Gesamtemissionen an CO₂ in Deutschland bei und spielen damit eine kleinere Rolle als andere Wirtschaftssektoren. Zusätzlich sind jedoch landwirtschaftsbedingte CO₂-Emissionen auf den Energieverbrauch der Vorleistungen (Synthese von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln) und des landwirtschaftlichen Betriebes (zum Beispiel maschinelle Feldarbeit) sowie auf Transporte zurückzuführen. Diese werden an anderer Stelle erfasst und bewertet.

An den Ammoniakemissionen ist die Landwirtschaft mit über 90 % beteiligt, diese sind zu 10 % auf die Düngung, der überwiegende Anteil aber auf die Tierhaltung und das Wirtschaftsdüngermanagement (Art der Lagerung, Ausbringungsmethode sowie Zeitpunkt der Ausbringung) zurückzuführen.

²⁰¹ Umweltbundesamt 2004: Nationaler Inventarbericht 2004 – Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen, Umweltbundesamt, Berlin.

Der Ökologische Landbau ist nicht nur ein ökologisches Wirtschaftsmodell, sondern er unterwirft darüber hinaus das Streben nach ökonomischer Effizienz und Gewinnmaximierung ethischen Grenzen, die einen ausgewogenen Umgang mit den natürlichen Lebensgrundlagen sicherstellen sollen. Wegen eines niedrigeren Stickstoffeinsatzes pro Flächeneinheit sinken – neben der Nitratauswaschung – auch die Emissionen des klimarelevanten N_2O . Zudem kommt die ökologische Landwirtschaft mit deutlich weniger Energieeinsatz aus als konventionelle Landwirtschaft.²⁰²

Der Anteil der ökologisch bewirtschafteten Fläche (nach EG-Öko-Verordnung)²⁰³ in Deutschland hat sich seit 1994 von ca. 272 000 Hektar auf ca. 734 000 Hektar im Jahr 2004 erhöht. Dies sind etwa 4 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche. Deutschland nimmt damit nur einen mittleren Platz innerhalb der EU ein, da die Zuwächse in anderen Ländern (zum Beispiel Italien) größer waren.

Über den Ökologischen Landbau hinaus versuchen auch viele konventionell oder integriert wirtschaftende Landwirte, Gesichtspunkte, Erkenntnisse und Elemente aus diesem stärker für ihre Praxis zu nutzen. So fordert etwa das Pflanzenschutzgesetz als gute fachliche Praxis den integrierten Pflanzenschutz mit vorrangiger Berücksichtigung biologischer, biotechnischer, pflanzenzüchterischer sowie anbau- und kulturtechnischer Maßnahmen, um die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel auf das notwendige Maß zu beschränken. Das Reduktionsprogramm Pflanzenschutz der Bundesregierung versucht, diese Ansätze weiter zu konkretisieren und in der Praxis zu verbreiten. Der Ökolandbau strahlt also auch auf die konventionelle

²⁰² Zu beachten sind jedoch die Systemgrenzen bei derartigen ökobilanziellen Vergleichen: Im Rahmen des Kyoto-Prozesses werden gemäß internationaler Vereinbarungen beispielsweise die CO_2 -Emissionen aus der Mineraldüngerproduktion nicht der konventionellen Landwirtschaft angerechnet, sondern der chemischen Industrie (Quellenbezug).

²⁰³ Verordnung (EWG) NR. 2092/91 des Rates vom 24. Juni 1991 über den ökologischen Landbau und die Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel (ABl. Nr. L 198 vom 22.07.1991, S. 1). In Deutschland regelt das Öko-Landbau-Gesetz (Gesetz zur Durchführung der Rechtsakte der Europäischen Gemeinschaft auf dem Gebiet des ökologischen Landbaus (Öko-Landbau-Gesetz vom 10. Juli 2002) Verwaltungsdetails und Zuständigkeiten für die Umsetzung der EU-Öko-Verordnung und Straf- und Bußgeldvorschriften bei Verstößen.

Landwirtschaft aus und erhöht damit seinen Beitrag zu den Nachhaltigkeitszielen der Bundesregierung²⁰⁴ und der EU. Fortschritte in der konventionellen Landwirtschaft in Richtung auf mehr Umweltschutz sind wegen des hohen Flächenanteils, den diese Nutzungsform einnimmt, besonders wichtig.

Was würde passieren, falls der Trend sich fortsetzte?

Die aktuelle Reform der europäischen Agrarpolitik verfolgt langfristig das Ziel, die landwirtschaftliche Produktion von einer rein produktionsorientierten Landwirtschaft auf eine ökologisch verträglichere, nachhaltige Landwirtschaft zu wandeln. Mit der politischen Zielsetzung, den Anteil des Ökologischen Landbaus an der landwirtschaftlich genutzten Fläche in Deutschland auf 20 % bis zum Jahr 2010 auszuweiten, sollen das Wirtschaften in natürlichen Kreisläufen und der Ressourcenschutz stärkeres Gewicht in der landwirtschaftlichen Produktion erhalten.

Die Reform der europäischen Agrarpolitik, so zum Beispiel die Instrumente zur Entkopplung und die Cross Compliance (Verpflichtung zur Einhaltung ökologischer Mindeststandards als Voraussetzung für den Erhalt von Direktzahlungen) werden sich vor allem auf die konventionelle tierische Produktion auswirken. Ökologische Betriebe gehören längerfristig voraussichtlich eher zu den Begünstigten der Reform. Wenn ab 2010 die Umstellung der Direktzahlungen auf die regional einheitliche Flächenprämie beginnt, ist damit zu rechnen, dass die bisherige, hauptsächlich durch die (dann abgeschafften und auch nicht mehr in der Betriebsprämie versteckten) Silomais- und Bullenmastprämien begründete relative Besserstellung konventioneller Betriebe zurückgeht.²⁰⁵ Insgesamt wird der Wandel weg von der kleinbäuerlichen Landwirtschaft und hin zu größeren Einheiten anhalten. Die Wirkungen der Reform der Agrarpolitik und der agrarstrukturellen Entwicklung auf die Emissionssituation lassen sich derzeit noch nicht abschließend beurteilen.²⁰⁶

²⁰⁴ Die Bundesregierung (2002): "Perspektiven für Deutschland - Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung." (Kurztitel: Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung)

²⁰⁵ Häring, A., Offermann, F. und Dabbert, S. 2005: „Auswirkungen von Maßnahmen der 1. und 2. Säule der EU-Agrarpolitik auf ökologische und konventionelle Betriebe.“ Ländlicher Raum, März/April 2005, S. 16-18.

²⁰⁶ Osterburg, B., Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, pers. Mitteilung im Februar 2005.

Nach Schätzungen der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) wird die konventionelle Rinderhaltung von diesen Änderungen am stärksten betroffen sein.²⁰⁷ Die FAL geht in ihren Prognosen davon aus, dass die Mutterkuhhaltung um ein Drittel und die Bullenhaltung um 17 % bis zum Jahr 2010 rückläufig sein dürfte. Dies könnte Minderungen der Ammoniakemissionen zur Folge haben und dazu führen, die nationalen Emissionen beim Ammoniak für Deutschland von derzeit etwa 650 Kilotonnen bis zum Jahr 2010 auf 550 Kilotonnen jährlich zu senken. Die Verpflichtung dazu ergibt sich aus dem Multikomponenten-Protokoll im Rahmen des UN-ECE-Luftreinhalteabkommens²⁰⁸ sowie der EU-Richtlinie über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe.²⁰⁹ Ebenso ist zu erwarten, dass in der Milchviehhaltung der Trend zu größeren Beständen anhalten wird. Der Anteil der Stallhaltung mit Flüssigmistverfahren dürfte zunehmen – der für Ammoniakemissionen günstige Anteil der Weidehaltung abnehmen.

Prognosen des 3. Nationalberichtes Klimaschutz²¹⁰ weisen darauf hin, dass die Landwirtschaft 2010 noch mit 49 % an der Lachgasemission und mit 48 % an der Methanemission beteiligt sein wird. Die größte Methanquelle der Landwirtschaft ist die Rinderhaltung. Die Methanemissionen werden direkt durch das Lebendgewicht und die Leistung der Tiere beeinflusst. Eine geringere Tierleistung²¹¹ (zum Beispiel im Ökologischen Landbau) bedingt eine höhere spezifische Methanproduktion, bezogen auf das selbe Produktionsniveau. Hier ist also aus Klimaschutzsicht nicht die Umstellung auf weniger intensive Wirtschaftsweisen, sondern eine Verringerung

²⁰⁷ Kleinhanß, W., Bertelsmeier, M., Manegold, D., Offermann, F., Osterburg, B. und Salomon, P. 2003: „Folgenabschätzung der Legislativvorschläge zur Halbzeitbewertung der Agenda 2000.“ Gemeinsamer Arbeitsbericht 02/2003 des Instituts für Betriebswirtschaft, Agrarstruktur und ländliche Räume und des Instituts für Marktanalyse und Agrarhandelspolitik der FAL.

²⁰⁸ Multikomponenten-Protokoll (Göteborg, 1999) im Rahmen der UN-ECE-Luftreinhaltekonvention (Convention on Long Range Transboundary Air Pollution, LRTAP).

²⁰⁹ Richtlinie 2001/81/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2001 über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe (NEC-Richtlinie).

²¹⁰ BMU Juli 2002: Dritter Bericht der Regierung der Bundesrepublik Deutschland nach dem Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen. Erhältlich unter <http://unfccc.int>.

²¹¹ Mit Tierleistung ist hier die Produktion von Fleisch, Milch u. a. gewünschten tierischen Erzeugnissen gemeint.

des Konsums tierischer Produkte notwendig. Dass dies ohne Verlust an Lebensqualität geht, beweist etwa Italien. Der dortige Fleischanteil an der täglichen Kalorienaufnahme liegt bei 25 % (Deutschland 39 %), dennoch erfreut sich die mediterrane Küche auch bei deutschen Verbraucherinnen und Verbrauchern zunehmender Beliebtheit.

Wie soll die Landwirtschaft unter Beachtung der Klimaschutzziele in Zukunft aussehen?

Der Ökologische Landbau ist energie- und ressourcenschonend, das Umweltbundesamt sieht ihn daher als eine zunehmend wichtige Option zur Minderung des Energiebedarfs und der Schadgasemissionen. Von größerer Bedeutung für den Umweltschutz sind – wegen des hohen Flächenanteils – auf absehbare Zeit jedoch weitere umweltrelevante Fortschritte in der konventionellen Landwirtschaft und der integrierten Produktion.

Die Überlegenheit des Ökolandbaus unter Umweltschutzgesichtspunkten ist hinsichtlich des Boden- und Gewässerschutzes unstrittig.²¹² Der Ökolandbau liefert auch gute Argumente für den Klimaschutz. So wird der Harnstoff im Flüssigmist (bei konventioneller Tierhaltung verbreitet) schneller zu Ammoniak und CO₂ umgewandelt, eine Ausweitung der Festmisthaltung (Einstreuverfahren; typisch für die Öko-Tierhaltung) könnte Emissionsminderungen in Bezug auf Ammoniak bringen. Zudem herrschen geringere Viehdichten, und es werden weniger energieintensive Betriebsmittel (keine synthetischen Dünge- und Pflanzenschutzmittel) eingesetzt. Ökologischer Landbau verbraucht – unter Anrechnung der Düngemittelherstellung – flächenbezogen über 60 % weniger fossile Energie als der konventionelle Landbau. Dies ist auch auf deutliche geringere Futtermitteltransporte zurückzuführen, da im Ökologischen Landbau 50 % der Futtermittel aus eigenem Anbau stammen müssen. Allerdings weisen erste Messergebnisse darauf hin, dass zumindest Tiefstreuverfahren bezüglich ihrer Lachgasemissionen negativ wirken.

²¹² Haas, G. und Köpke, U. 1994: Vergleich der Klimarelevanz Ökologischer und Konventioneller Landbewirtschaftung. Bonn.

Auch der Ertrag, also die landwirtschaftliche Produktion pro Flächeneinheit, kann für den Klimaschutz relevant sein. Er liegt beim ökologischen Landbau insgesamt etwa 30 % unter dem der konventionellen Landwirtschaft. Dies trifft insbesondere auf tierische Produkte zu, da hier die Leistungen des Einzeltiers geringer und die Mastzeiten länger sind. Allerdings ist nicht belegt, dass dadurch höhere klimarelevante Emissionen je Produkteinheit entstehen. Eine umfassende Literaturlauswertung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)²¹³ der Studien aus den letzten 30 Jahren konnte nicht eindeutig belegen, ob ökologische oder konventionelle Anbauverfahren schädlichere Wirkungen auf das Klima haben.²¹⁴

Das Umweltbundesamt sieht die Förderung des Ökolandbaus als eine Strategie, die in Zukunft nicht negativ bewertet werden wird („No Regret-Strategie“). Diese hat viele positive Effekte, die auch Klimaentlastungspotenziale haben. Daher setzt sich das Umweltbundesamt nachdrücklich für die weitere Förderung des Ökolandbaus im Rahmen der Agrar-Umweltprogramme ein, auch aus Klimaschutzgründen.

Um das in Deutschland verfolgte Ziel, 20 % Ökolandbau bis 2010 zu erreichen, müssen im Jahr 2010 ca. 3,4 Mio. Hektar ökologisch bewirtschaftet werden. Um einen jährlichen Flächenanstieg um 2 - 3 % bis 2020 zu erreichen und damit die ökologisch bewirtschaftete Fläche zu verdoppeln, sind heute die nötigen Anreize zu schaffen. Dies ist vor allem ein Steigern der Produktnachfrage, um inländischen Erzeugern einen attraktiven Markt zu bieten. Ein flächendeckender Ökologischer Landbau wäre in Deutschland theoretisch möglich. Die Versorgung der Bevölkerung mit Nahrungsmitteln wäre mit relativ geringen Ernährungsumstellungen trotzdem sichergestellt. Ausgehend von den derzeitigen Zuwachsraten und ohne zusätzliche Maßnahmen wäre dies jedoch nicht bis 2020 realisierbar.

²¹³ Landbauforschung Völknerode, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) 2000: Bewertung der Verfahren der ökologischen und konventionellen landwirtschaftlichen Produktion im Hinblick auf den Energieeinsatz und bestimmten Schadgasemissionen. Sonderheft 11. Studie als Sondergutachten im Auftrag des BMVEL.

²¹⁴ Die Förderungswürdigkeit des ökologischen Landbaus als Agrar-Umweltmaßnahme steht aber wegen seiner bereits erwähnten, wissenschaftlich und praktisch gut belegten Vorteile für den Boden- und Gewässerschutz außer Frage. Die Bundesregierung hat deswegen auch in ihrer Nachhaltigkeitsstrategie das Ziel 20% Ökolandbau in Deutschland bis zum Jahr 2010 formuliert.

Das Umweltbundesamt erkennt auch die möglichen Beiträge der konventionellen Landwirtschaft zum Klimaschutz an, zumal sie auf absehbare Zeit der quantitativ bei weitem bedeutendere Teil der deutschen Landwirtschaft bleiben wird. Daher wird sie zunächst die größeren Beiträge zum Umwelt- und Klimaschutz leisten müssen, zum Beispiel Energieeinsparungen durch betriebseigene Kraftfutterproduktion, Erhöhung der Nährstoffeffizienz durch Präzisionslandwirtschaft und an den Eiweißbedarf der Tiere angepasste Fütterung. Zur weiteren Minderung der Ammoniak-Emissionen ist das Ammoniak-Minderungsprogramm der Bundesregierung²¹⁵ zu verwirklichen. Die Forschung beschäftigt sich derzeit mit den Einsatzmöglichkeiten sog. Ureasehemmer, die die Freisetzung von Ammoniak aus Harnstoff verzögern sollen.

Im konventionellen Landbau diskutiert man darüber hinaus eine Reihe technischer Maßnahmen zur Emissionsminderung. Die Bundesregierung hat das bereits erwähnte Ammoniak-Minderungsprogramm verabschiedet, das in den nächsten Jahren zu realisieren ist. Bis 2010 müssen gemäß internationalen Verpflichtungen (Multikomponentenprotokoll, NEC-Richtlinie) die jährlichen Ammoniak-Emissionen in Deutschland von derzeit ca. 650.000 Tonnen auf 550.000 Tonnen sinken, um den Schutz empfindlicher Ökosysteme gegen Versauerung und Eutrophierung sowie vor bodennahem Ozon substanziell zu verbessern. Zu bedenken ist dabei aber, dass einige Maßnahmen zur Minderung der NH₃ (Ammoniak)-Emissionen zu einer vermehrten Produktion von N₂O führen können.

Die Landwirtschaft kann durch Erzeugen fester Biomasse (nachwachsende Rohstoffe) und Biogas zur Bereitstellung elektrischer Energie, Wärme und Biokraftstoffen²¹⁶ zu den Klimaschutzzielen der Bundesregierung beitragen. Es gilt, mit allen verfügbaren und ausbaufähigen Ressourcen die von der Bundesregierung und der EU-Kommission vorgegebenen Ziele der Energieversorgung zu erreichen (Anteil der erneuerbaren Energien an der gesamten Stromversorgung mindestens 12,5 % bis

²¹⁵ Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, 2003: Senkung von Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft – Programm der Bundesregierung

²¹⁶ Wie in These 19 ausgeführt, sieht das Umweltbundesamt aus Klimaschutzsicht wegen der Knappheit von fester Biomasse die derzeitige Einführungsförderung von Biokraftstoffen gegenüber einer stationären Biomassenutzung als nicht zielführend.

zum Jahr 2010 und mindestens 20 % bis zum Jahr 2020 in Deutschland, Anteil an biogenen Kraftstoffen 5,75 % bis Ende 2010 EU-weit). Land- und Forstwirtschaft können durch den Anbau von nachwachsenden Rohstoffen entscheidend dazu beitragen, diese Ziele zu erreichen und wirtschaftlich gleichermaßen davon profitieren.

Der Ersatz klimaschädigender und endlicher fossiler Energieträger in erforderlichem Umfang ist nicht ohne Kompromisse zu haben, bei anderen natürlichen Lebensgrundlagen entstehende Nachteile zugunsten des Klimaschutzes müssen jedoch gerechtfertigt und nachvollziehbar sein. Die Ernährungssicherheit ist zu gewährleisten. Nachwachsende Rohstoffe sollten daher vorrangig auf Flächen angebaut werden, die für die Nahrungs- und Futtermittelproduktion entweder nicht geeignet sind (Altlasten) oder nicht benötigt werden (Brachflächen).

Der Anbau muss – auch im Interesse der Landwirte – nach guter fachlicher Praxis und schutzgutorientiert erfolgen. Dabei sind vorsorgende Anforderungen des Schutzes der einzelnen Umweltmedien (u. a. Bodenschutz, Gewässerschutz, Luftreinhaltung) über die gesamte Nutzungskette zu beachten. Dies gilt auch für Transport, Weiterverarbeitung und Nutzung. Ziele sind:

- regionale Wertschöpfung sichern (Arbeitsplätze),
- den Verarbeitungsgrad möglichst gering halten,
- effiziente Energiegewinnung und bestmögliche energetische Verwertung sicherstellen (Kraft-Wärme-Kopplung),
- Emissionen durch Einsatz geeigneter Techniken mindern (auch Feinstaub aus Anlagen nach der 1. Bundesimmissionsschutzverordnung (BImSchV)),
- Reststoffe möglichst in den land-/forstwirtschaftlichen Kreislauf zurückbringen,
- und eine Kontamination der Umwelt durch Schadstoffe und/oder Schaderreger (z. B. Pilze, Viren) vermeiden.

Die landwirtschaftliche Biomasseerzeugung kann erheblich auf die Landnutzung und das Landschaftsbild wirken, daher ist der Ausbau der landwirtschaftlichen Biomasseproduktion ökologisch und ökonomisch zu optimieren. Produktionsanreize für den Anbau von „Energiepflanzen“ sollten nur für solche Anbaupraktiken gewährt werden,

die einer dauerhaft umweltgerechten Produktion verpflichtet sind. Dazu gehört, dass sich der Anbau von Mais und Zuckerrüben nicht weiter ausdehnt und vermehrt solche Kulturen Boden gewinnen, die aus Umweltschutzsicht unproblematischer sind, wie Weizen oder Triticale²¹⁷. Schließlich sind Leitlinien im Sinne einer „guten fachlichen Praxis“ für den Anbau der Energiepflanzen zu entwickeln und konsequent anzuwenden. Für den Einsatz der Gentechnik sollten im Bereich der nachwachsenden Rohstoffe dieselben strengen Maßstäbe gelten wie für die Nahrungsmittelproduktion. Hinsichtlich der Wirkungen auf die Umwelt spielt es keine Rolle, ob bestimmte Pflanzen als Nahrungs- oder Futtermittel angebaut werden oder für andere Zwecke; außerdem sind Verwechslungen im Handel und bei der weiteren Verarbeitung nie ganz auszuschließen. Mit dem Gesetz über den Vorrang erneuerbarer Energien (EEG 2004) wurde in Deutschland die rechtliche Grundlage geschaffen, Biomasse und damit auch nachwachsende Rohstoffe für den Anbieter rentabel und mit hoher Planungssicherheit zu nutzen. Mit der neu geregelten Abnahme-, Übertragungs- und Vergütungspflicht der Netzbetreiber für Strom aus erneuerbaren Energien und für die Verwertung nachwachsender Rohstoffe ist es gelungen, vor allem in der Land- und Forstwirtschaft die Biomassenutzung voranzubringen und Landwirten ein sicheres Einkommen zu bieten.

Welche Maßnahmen und Instrumente sind notwendig, um die mittelfristigen Klimaschutzziele zu erreichen?

Die wichtigsten Maßnahmen, die zur Minderung der landwirtschaftsbedingten klimaschädlichen Emissionen beitragen, sind

- das Mindern der Stickstoffeinträge der Landwirtschaft in die Umwelt durch Realisierung des Stickstoffminderungsprogramms der Umweltministerkonferenz²¹⁸ und darauf aufbauender Folgeprogramme (wie das Ammoniakminderungsprogramm der Bundesregierung),
- das Ausweiten der Fläche des Ökologischen Landbaus und

²¹⁷ Triticale ist ein Getreide, hervorgegangen aus einer züchterischen und sprachlichen Kreuzung von Weizen (*Triticum aestivum*) mit Roggen (*Secale cereale*).

²¹⁸ NNA 1997: Stickstoffminderungsprogramm, Bericht der Arbeitsgruppe aus Vertretern der Umwelt- und Agrarministerkonferenz. NNA-Bericht Band 10 (1997), Heft 4. Alfred Töpfer Akademie für Naturschutz.

- das Optimieren des landwirtschaftlichen Biomasseanbaus und der Biomassenutzung.

Die wichtigste Maßnahme ist das längst überfällige Verwirklichen des Stickstoffminderungsprogramms der Umweltministerkonferenz, welches konkrete Maßnahmen und deren Emissionsminderungspotenzial ausweist. Wesentliche Schritte sind eine optimierte Düngermanagement hinsichtlich der Düngungszeitpunkte und Düngermengen. Das schließt Instrumente zur Effizienzverbesserung im konventionellen Landbau ein – ergänzend zu der derzeit in Novellierung befindlichen Düngeverordnung. Hierzu zählen auch Maßnahmen aus dem Bereich der Tierhaltung sowie der Güllelagerung und -ausbringung, die wesentlichen Bestandteil des Ammoniakminderungsprogramms der Bundesregierung bilden. Eine an den Eiweißbedarf angepasste Fütterung verringert den Harnstoffgehalt der Ausscheidungen und somit den Stickstoffgehalt der auszubringenden oder in einer Biogasanlage zu vergärenden Gülle. Der mögliche Einsatz von Ureasehemmern, die die Freisetzung von Ammoniak aus Harnstoff verzögern sollen, ist derzeit Gegenstand wissenschaftlicher Forschung.

Das Ausweiten der Fläche des Ökologischen Landbaus trägt insgesamt zum Umweltschutz bei. Hierzu ist insbesondere das „Bundesprogramm Ökologischer Landbau“²¹⁹ fortzuführen. Auf EU-Ebene ist zu prüfen, inwieweit Geld der so genannten zweiten Säule der Agrarpolitik dazu verfügbar ist, um den bisher lediglich inhaltlich, aber ohne zugewiesene Budgets existierenden EU-Aktionsplan Ökologischer Landbau²²⁰ effizienter zu verwirklichen.

Der Ökolandbau kann in Verbindung mit geringen Umstellungen im Ernährungsverhalten (zum Beispiel Reduzierung des Fleischkonsums) möglicherweise auch substanziell dazu beitragen, die Klimaschutzziele zu erreichen. Konkrete Instrumente zum Stimulieren der Nachfrageseite sind Bildungsmaßnahmen und Kampagnen zur

²¹⁹ Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft 2001: Bundesprogramm Ökologischer Landbau. Weitere Informationen unter <http://www.bundesprogramm-oekolandbau.de>

²²⁰ Europäische Kommission, 2004: Europäischen Aktionsplan für ökologisch erzeugte Lebensmittel und den ökologischen Landbau

Förderung des nachhaltigen Konsumverhaltens (zum Beispiel Ernährungserziehung in Schulen und Kindergärten). Vorrangig sollte der Absatz von Bioprodukten beispielsweise in öffentlichen Kantinen, Krankenhäusern, Schulspeisungen steigen.

Die landwirtschaftliche Biomasseerzeugung und -nutzung sollten vorrangig mit Hilfe der Strategien zur nachhaltigen Biomasseproduktion optimiert werden. Vor einer starken Ausweitung des Energiepflanzenanbaus sollte eine – vom Umweltbundesamt stets im Zusammenhang mit nachwachsenden Rohstoffen geforderte – Folgenprüfung im Sinne einer Umweltverträglichkeitsprüfung erfolgen.

Verschiedene Einsatzzwecke sind für verschiedene Biomassen unterschiedlich gut geeignet, Generallösungen sind kaum zu erwarten. Dennoch gilt es, die „günstigsten“ Nutzungspfade für unterschiedliche Biomassen und Technikanwendungen zu ermitteln sowie den stationären mit dem mobilen Einsatz (Biokraftstoffe) zu vergleichen. Die zentralen Fragen in diesem Zusammenhang sind: Wie sieht ein Gesamtkonzept zur nachhaltigen Versorgung mit Energie, Rohstoffen und Nahrungsmitteln für Deutschland und die EU aus, und welche Flächennutzung kann in Mitteleuropa langfristig als nachhaltig angesehen werden? Forschungs- und Entwicklungsbedarf zu Qualitätsverbesserungen, Effizienzsteigerungen und Einsparpotenzialen müssen in diesem Kontext ebenso Berücksichtigung finden, wie die Formulierung geeigneter Indikatoren zur Klassifizierung der Umweltwirkungen. Das Umweltbundesamt arbeitet an diesen Themen.

21. Leitgedanken für klimaschonendes Verhalten am Beispiel der Öffentlichen Hand

Das Kommunizieren erfolgreicher Vorbilder hilft, Möglichkeiten zu zeigen, wie man gut leben und dabei das Klima schützen kann. Das Umweltbundesamt will insbesondere Meinungsbildnern Leitgedanken für attraktive und klimaschonende Lebensstile liefern. Die Selbstverpflichtung der Bundesregierung zur Senkung der CO₂-Emissionen in ihrem Geschäftsbereich erfüllt eine Vorbildfunktion, die im Gebäude- und Fahrzeugflottenmanagement sowie bei der Beschaffung schnellstmöglich zu verwirklichen ist. Das Umweltbundesamt versteht sich hier als beispielgebend.

Umwelt- und klimaschutzpolitisch vertretbare Lebensstile müssen attraktiver werden, damit die Bürgerinnen und Bürger diese in ihrem alltäglichen Handeln verankern. Aus Sicht des Klimaschutzes vertretbare Lebensstile sind Elemente einer umweltverträglichen Lebensweise.

Was bedeuten der heutige Lebensstil einer Mehrheit der Deutschen für das Klima?

Die heutigen Lebensstile sollten zukünftig – in allen ihren Ausprägungen – nachhaltig werden. Betrachtet man zum Beispiel den Anstieg der Wohnfläche sowie das Nutzen der einzelnen Verkehrsmittel, so wird klar, dass hier Verhaltensänderungen notwendig sind, um Langzeitschäden für das Klima vermeiden oder mindern zu helfen. So wird sich nach Angaben des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung der Trend zu Eigenheimen bis 2010 verstärkt fortsetzen, später ist aus demografischen Gründen eine Stabilisierung zu erwarten.²²¹ Mehr Einfamilienhäuser außerhalb der bisher besiedelten Bereiche haben einen wachsenden Energieverbrauch – insbesondere für Heizungen – und eine größere Abhängigkeit vom Pkw zur Folge. Im Verkehrsbereich ist der Trend zur Nutzung des Privat-Pkw ungebrochen. Alternativen, zum Beispiel im Öffentlichen Personenverkehr, werden nicht stark genug angenommen. Ein Indikator für die fehlende Nachhaltigkeit unserer Lebenssti-

²²¹ Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung 2001: Wohnungsprognose 2015.

le sind die Pro-Kopf-CO₂-Emissionen. Diese liegen in Deutschland bei etwa 10 Tonnen pro Jahr.²²² Blickt man über die Grenzen Europas hinweg, so wird deutlich, dass andere Industrienationen in diesem Bereich noch viel größere Aufgaben zu schultern haben, so liegen die Pro-Kopf-Emissionen in den USA etwa doppelt so hoch.²²³

Wie sollten sich unsere Lebensstile ändern?

Im Rahmen einer wirksamen Klimaschutzstrategie sollen die CO₂-Emissionen pro Kopf um 40 Prozent bis zum Jahr 2020 sinken.²²⁴ Um dieses ambitionierte Ziel im Klimaschutz zu erreichen, ist es nötig, das Thema sowohl der breiten Öffentlichkeit als auch Verantwortlichen in Wirtschaft, Verbänden und Politik zu kommunizieren. Klimaschutz und Nachhaltigkeit sind im alltäglichen Leben zu verankern. Nur so besteht die Chance zu zeigen, dass sich klimafreundliches Wirtschaften und Verhalten mit einem hohen Lebensstandard vertragen. Dabei geht es erstens darum, umweltwissenschaftliche Informationen über die Treibhausgasrelevanz des Alltagsverhaltens anschaulich zu vermitteln. Zweitens sind konkrete Vorbilder gefragt, was Nachhaltigkeit im Alltag heißen kann, unabhängig davon, ob die Motivation für das Verhalten im Klimaschutz, in allgemeinem Umweltbewusstsein, in finanzieller Sparsamkeit, im technischen Interesse oder in der Selbstdarstellung des Betroffenen liegt.

Modellprojekte, wie zum Beispiel die Nutzung des ehemaligen Soldatenwohnviertels Vauban in Freiburg zeigen, wie nachhaltige Lebensstile konkret verwirklicht sind. In Vauban wurde ein innerstädtisches Quartier – vorher als Kaserne genutzt – in einen neuen Stadtteil umgewandelt. Ein wichtiger Teilaspekt des Projektes war die Möglichkeit „autofreien Wohnens“, dieses wurde auf 35 % der Gesamtfläche (36 ha)

²²² BMU Juli 2002: Dritter Bericht der Regierung der Bundesrepublik Deutschland nach dem Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen. Erhältlich unter <http://unfccc.int>.

²²³ World Resources Institute, CAIT, <http://cait.wri.org>, Stand Juli 2005.

²²⁴ Rat für Nachhaltige Entwicklung 2004: Ziele zur Nachhaltigen Entwicklung in Deutschland – Schwerpunktthemen – Dialogpapier des Nachhaltigkeitsrates.

realisiert.²²⁵ Das Projekt zeigt, dass ein Verzicht auf private Pkw auch stadtteilweit möglich ist. Mobilität wird hier durch den Umweltverbund (Fuß, Fahrrad, ÖPNV) und ergänzend über Car-Sharing ermöglicht.

Am Beispiel der Schweiz wird deutlich, dass Car-Sharing eine ernstzunehmende Alternative im Bereich des motorisierten Individualverkehrs ist. Während in Deutschland die Wachstumsraten beim Car-Sharing abflachen, weist die Schweiz als „Mutterland“ des Car-Sharing Wachstumsraten in Höhe von 50 % pro Jahr auf. Das gegenwärtige Potenzial der Car-Sharing-Nutzung liegt bei 8,1 Mio. Personen, das sind fast 21 % der Führerscheininhaber. Würde man dieses Potenzials in Deutschland ausschöpfen, ließen sich bis zu 1,3 Mio. Tonnen CO₂ pro Jahr einsparen. Dazu tragen die Verlagerung der Verkehrsmittelwahl vom Auto weg und – bei Benutzung des Car-Sharing-Fahrzeugs – eine zweckmäßige Fahrzeugauswahl bei. Außerdem werden die Fahrzeuge selbst durch eine bessere Auslastung effizienter genutzt.²²⁶

Auch im Bereich des Tourismus ist die breite Etablierung nachhaltiger Lebensstile notwendig. Mit dem verstärkten Nutzen der Urlaubsangebote in der Region, die auch noch selbst Nachhaltigkeitsmerkmale erfüllen, sind hier große Effekte im Klimaschutz erzielbar. Das vom Umweltbundesamt unterstützte Projekt Viabono hat sich in diesem Bereich das Ziel gesetzt, eine Dachmarke zu etablieren, unter der sich nachhaltig orientierte Reiseanbieter zusammen finden können. So wird u. a. klimaschützendes Reiseverhalten gefördert und CO₂-Emissionen wegen kürzerer Reisewege der Reisenden zu den Zielorten und klimaschonende Angebote vor Ort gesenkt.

Sowohl „Nachhaltige Stadtteile“ als auch „Nachhaltiger Tourismus“ können als Leitbilder dienen, an denen sich die Akteure – also Politik, Dienstleistungsunternehmen, Handel und Verbraucher – bei der Verwirklichung einer klimapolitisch nachhaltigen Lebens- und Wirtschaftsweise orientieren sollten.

²²⁵ Öko-Institut 2002: Nachhaltige Stadtteile auf innerstädtischen Konversionsflächen – Stoffstromanalyse als Bewertungsinstrument.

²²⁶ IZT - Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung: Car-Sharing Nachhaltige Mobilität durch eigentumslose Pkw-Nutzung?, 2000.

Welche Maßnahmen und Instrumente sind notwendig, um die mittelfristigen Klimaschutzziele zu erreichen?

Um die Vorbilder zu kommunizieren und damit eine Änderung der Lebensstile zu bewirken, müssen Bevölkerung und Verantwortliche in Politik und Wirtschaft umdenken. Für private Haushalte sind oben schon zwei Möglichkeiten skizziert worden, wie klimaschutzpolitisch nachhaltige Lebensstile aussehen können.

Folgende Maßnahmen helfen, diese Ziele zu erreichen:

Im Rahmen von Modellprojekten für den Klimaschutz lassen sich verschiedene Vorteile für den Klimaschutz verbinden. Hier realisieren die Akteure Vorhaben, die vorher oft nur als theoretisches Konzept existierten und sich nun in der Praxis bewähren können. Gleichzeitig erfüllen die Projekte eine Vorbildfunktion, sowohl für die Nutzer (zum Beispiel Bewohner, Reisende) als auch für Externe, die Anregungen für eigene Projekte bekommen. Das Nationale Klimaschutzprogramm 2005 verweist auf eine Reihe von Maßnahmen in den verschiedenen Wirtschaftssektoren. Ein wichtiger Aspekt sind dabei Maßnahmen der Bundesregierung zur Information und Aufklärung, wie die ingenieurmäßige Vor-Ort-Beratung an bestehenden Gebäuden im Rahmen eines aus Geldern des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit finanzierten Programms, die die Erschließung des Energieeinsparpotenzials zum Ziel hat. Im Jahr 2004 gab es 7.000 Beratungen, das Programm läuft noch bis zum Jahr 2006. Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit richtete 2004 seine Klimaschutzkampagne neu aus und nutzt – neben bestehenden Kommunikationswegen – verstärkt das Internet zur Vermittlung der Inhalte.²²⁷

Insbesondere die verschiedenen staatlichen Ebenen sollten – neben Beispielen – auch konkrete Handlungsempfehlungen für den Behördenalltag geben. Im „Leitfaden Nachhaltiges Bauen“ beispielsweise sind die ganzheitlichen Grundsätze zum Klimaschutz beim Bauen, Betreiben und Unterhalten der Liegenschaften und Gebäude des Bundes erläutert.²²⁸

²²⁷ Bundesregierung 2005: Nationales Klimaschutzprogramm – Beschluss der Bundesregierung vom 13.7.2005

²²⁸ Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (Hrsg.): Leitfaden Nachhaltiges Bauen, 2001.

Der Leitfaden sieht als qualitatives bauökologisches Bewertungsverfahren die so genannte „Ökologische Erstbewertung“ vor. Die Anwendbarkeit wurde an dem Neubau des Dienstgebäudes des Umweltbundesamts in Dessau erprobt. Begleitend führte das Umweltbundesamt – in Zusammenarbeit mit der Fakultät Bauingenieurwesen der TU Dresden – eine Untersuchung durch, die die allgemeine Anwendbarkeit der Prüf-, Bewertungs- und Steuerungsinstrumenten zum nachhaltigen Bauen analysiert.²²⁹ Das Ergebnis ist eine Neuuzuordnung der vorgegebenen Kriterien der „Ökologischen Erstbewertung“ zu den jeweiligen Planungsphasen der Objektplanung nach § 15 der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI), sowie ein Vorschlag zur Gewichtung der Kriterien.

Der Leitfaden Nachhaltiges Bauen beschränkt sich allerdings auf den Bereich der Neubauten und bleibt damit unter Klimaschutzgesichtspunkten in seiner Bedeutung gegenüber den Potenzialen mit der Sanierung des Gebäudebestands weit zurück. Deshalb sollte das Vorhaben forciert werden, einen „Leitfaden Nachhaltige Instandhaltung und Instandsetzung“ abzufassen. Alle Gebäude des Bundes sind systematisch auf Einsparpotenziale zu untersuchen und ein Vorgehensvorschlag zur Erfassung und Sanierung ist zu entwickeln. Ziel der Maßnahmen sollte ein vorab festgelegter Energieverbrauchskennwert sein. Darüber hinaus sollte der Gesamtenergiebedarf zu mindestens 15 % aus regenerativen Energiequellen stammen. Die Umsetzung dieser Selbstverpflichtung in die Praxis ist mit Fortbildungsmaßnahmen für die Bauverwaltungen und der die Bauten nutzenden Behörden zu begleiten. Diese Initiativen dürften auch auf das allgemeine Bauwesen ausstrahlen.

Die Liegenschaften im Geschäftsbereich des Bundesumweltministeriums werden auf den energetischen Zustand und Maßnahmen zur rationellen Energieumwandlung, Energieeinsparung und zum Einsatz erneuerbarer Energien und Kraftwärmekopp-

Bei dem ressortübergreifend erarbeiteten „Leitfaden Nachhaltiges Bauen“ handelt es sich um eine Anlage zur „Richtlinie für die Durchführung von Bauaufgaben des Bundes im Zuständigkeitsbereich der Finanzverwaltungen (RBBau)“.

²²⁹ TU Dresden: Öko-Design – Analyse von Bewertungsinstrumenten des nachhaltigen Bauens, 2001.

lung untersucht.²³⁰ Im Rahmen der Studie wurden Energiekonzepte erstellt und in 13 Liegenschaften ein Energiecontrolling eingeführt. Diese Ergebnisse können – neben den Erfolgen, die sie idealerweise erzielen – eine wichtige Vorbildfunktion erfüllen.

Eine weitere Möglichkeit, beispielhafte Vorhaben zu initiieren und umzusetzen besteht in der Einbindung verschiedener Akteure, die ihre jeweiligen Stärken nutzen und so zu einem schnelleren Erfolg führen können. So lassen sich Energieeinsparpotenziale in den Liegenschaften der Kommunen über Public Private Partnership - Modelle (PPP) stärker als bisher nutzen.²³¹ Diese Modelle bieten im Spannungsfeld zwischen Kosteneffizienz, Klimaschutz und knappen Budgets einen Lösungsansatz. Ein Beispiel für die erfolgreiche Zusammenarbeit zwischen Öffentlicher Hand und Privatwirtschaft ist das Outsourcing des Technischen Gebäude-Managements (TGM) der hochtechnisierten Berliner Bundesliegenschaften sowie das Energieeinspar-Contracting.²³² Energetische Vorteile sind auch zu erwarten, falls Gebäude der öffentlichen Hand im Wege einer Public-Private-Partnership (PPP) komplett von Privatunternehmen finanziert, geplant und betrieben würden. Die Unternehmen halten die Betriebskosten, die zu einem erheblichen Teil vom Energieverbrauch verursacht sind, aus wirtschaftlichem Eigeninteresse möglichst gering. Das Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesens bereitet – zur Unterstützung von Verwaltungen und Unternehmen – so genannte PPP-Leitlinien sowie die Einrichtung eines Kompetenzzentrums vor.

Im Bereich der öffentlichen Verwaltung ermöglicht die systematische Etablierung verschiedener Umweltcontrolling- oder Umweltmanagementinstrumente kostengünstig die Verringerung der Treibhausgasemissionen. Dies entlastet die Umwelt und die

²³⁰ Forschungsvorhaben: Optimierung der Energieversorgung im Geschäftsbereich des Bundesumweltministeriums

²³¹ Public Private Partnership-Modelle zielen auf die Einbindung externer Dienstleister. „Der Bund will künftig stärker als bisher das Know-How und Kapital privater Unternehmen nutzen, um Energieeinsparpotenziale in den Liegenschaften des Bundes auszuschöpfen.“ (Staatssekretär im Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Tilo Braune, auf dem Kongress "Private meets Public - European Conference on Public-Private-Partnership for Energy Efficiency" am 08.09.2003 in Berlin).

²³² Umweltbundesamt 2000: Energiespar-Contracting als Beitrag zu Klimaschutz und Kostensenkung. (vg. These 14 und 16)

öffentlichen Kassen. Dem öffentlichen Beschaffungswesen kommt dabei eine Schlüsselrolle zu. Das – vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderte – Projekt „NaBesI“ stellte erhebliche Minderungspotenziale für Treibhausgasemissionen im Rahmen der Beschaffung für die öffentliche Verwaltung fest. So ließen sich beispielsweise durch die konsequente Beschaffung so genannten grünen Stroms bei dem Bezug der öffentlichen Hand von 38.000 Gigawattstunden 23,8 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente pro Jahr und durch die Beschaffung energiesparender PCs und Monitore (500.000 Stück) 150.000 Tonnen CO₂-Äquivalente pro Jahr einsparen.²³³

Voraussetzung, um die genannten Umweltentlastungspotenziale zu verwirklichen, ist allerdings die möglichst flächendeckende Anwendung der Umweltschutzkriterien im Beschaffungsvorgang über die heutigen isolierten Aktivitäten einiger Pioniere hinaus. Dazu sind Umweltschutzkriterien deutlich einfacher zu gestalten und – auch im Interesse der Anbieter – möglichst europaweit einheitlich anzuwenden. Hier bietet die Procura⁺ Kampagne für nachhaltiges Beschaffungswesen einen guten Ansatzpunkt.²³⁴

Was tut das Umweltbundesamt bereits heute?

Das Umweltbundesamt liefert Multiplikatoren Leitgedanken und detaillierte Informationen für deren eigene Kommunikationstätigkeit. Die Zielgruppen sind dabei u.a. die Verbände der Hersteller und der Dienstleister aus den Bereichen Energie und Verbraucherschutz sowie kommunale Verbände, außerdem die jeweilige Fachpresse und Lokale Agenda-21-Gruppen.

²³³ Umfangreiche Schätzungen und Detailanalysen zu den Umweltentlastungspotenzialen des öffentlichen Beschaffungswesens sind im Rahmen des vom BMBF geförderten Projekts NABESI der TU Dresden, des Öko-Instituts Darmstadt und des Städtenetzwerks ICLEI erstellt worden. Weitere Informationen siehe <http://www.iclei.org/procurement/nabesi>.

²³⁴ Diese Kampagne von ICLEI – Local Governments for Sustainability kombiniert ein Managementmodell zur schrittweisen Einführung umweltfreundlicher Beschaffung („Procura⁺ Milestones“) mit radikal vereinfachten und in ganz Europa anwendbaren Umweltkriterien („Procura⁺ Criteria“). Informationen sind unter www.procuraplus.org abrufbar.

Das Umweltbundesamt führte mit seinem Neubau in Dessau ein ökologisches Modellvorhaben durch, das aus einer mit Altlasten behafteten innerstädtischen Brache einen neuen öffentlichen Ort für Dessau entstehen ließ. Die Revitalisierung dieser Brachfläche und die Ansiedlung des Amtes an diesem zentralen, mit öffentlichen Verkehrsmitteln gut erreichbaren Standort tragen zu einer umweltgerechten Stadtentwicklung bei. Das Konzept des Neubaus berücksichtigt dabei alle „Lebensphasen“ des Gebäudes – vom Bau über die Nutzung bis hin zum Rückbau. Das Gebäude erfüllt den Standard zwischen einem Niedrigenergiehaus und einem Passivhaus und reduziert den Heizwärme- und Kühlbedarf, sowie – den für Bürogebäude bedeutsamen – Stromverbrauch auf ein Minimum. Das Gebäude unterschreitet beispielsweise die Vorgaben der für den Neubau noch anzuwendenden Wärmeschutzverordnung um 50 %²³⁵, und der Anteil der regenerativ erzeugten Energie am gesamten Energieverbrauch beträgt mindestens 15 %. Verglichen mit den beiden Dienstgebäuden, die in Berlin aufgegeben werden, sinken die CO₂-Emissionen wegen des neuen Dienstgebäudes in Dessau voraussichtlich um 52 %.

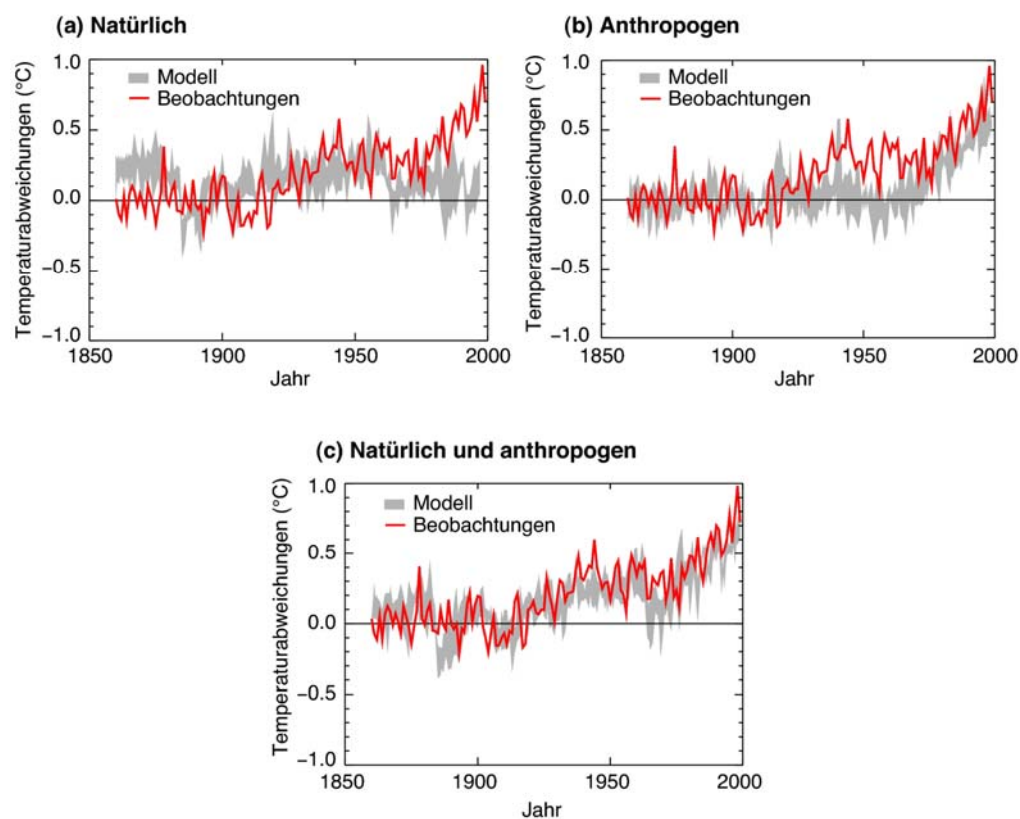
Das Umweltbundesamt hat ferner präzise und vergaberechtlich handhabbare Kriterien für die Beschaffung des Ökostroms für Bundesliegenschaften vorgeschlagen. Die Beschaffungskriterien stellen sicher, dass der Ökostrombezug den Abnehmern nicht nur ohnehin produzierten Strom aus regenerativen Quellen bilanziell zurechnet, sondern innerhalb des Vertragszeitraums eine zusätzliche Produktion des Ökostroms induziert wird. Kurz- bis mittelfristig wird damit eine erhebliche CO₂-Einsparung zu vergleichsweise geringen Kosten realisiert.²³⁶

²³⁵ Die Vorgaben der aktuell geltenden Energiesparverordnung werden um mehr als 30 Prozent unterschritten.

²³⁶ BMU und Umweltbundesamt bereiten gerade die Veröffentlichung eines Leitfadens für andere Bundesbehörden auf der Basis der verwendeten Kriterien und der gemachten Erfahrungen vor. In einem nächsten Schritt soll geprüft werden, ob sich die entwickelten Kriterien auch zur Verwendung in kleineren Verwaltungen, z. B. auf der kommunalen Ebene, eignen oder ob beispielsweise die von der Procura+ Kampagne für Nachhaltige Beschaffung entwickelten Kriterien besser geeignet sind.

Anhang

Abbildung A 1: Modellierte jährliche mittlere globale Erdoberflächentemperaturen



Quelle: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.) (2001): *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the IPCC*. Cambridge: Cambridge University Press.

Tabelle A 1: Beispiele für Risiken abrupter, großskaliger Ereignisse

Erwärmung unter 1°C*	Erwärmung 1-2°C	Erwärmung > 2°C°
Signifikanter Meeresspiegelanstieg	Rückkopplungen über den Kohlenstoffkreislauf erhöhen die Temperatur weiter; Abschmelzen des Grönländischen Eisschildes, verbunden mit einem Meeresspiegelanstieg von bis zu 7 m über 1000 Jahre	Abschwächen oder Zusammenbruch der thermohalinen Zirkulation führt zu einem noch warmen Nordeuropa, jedoch schwere Wirkungen auf das Wetter in der nordatlantischen Tiefdruckzone; Zusammenbruch des westantarktischen Eisschildes mit schnellem Meeresspiegelanstieg um 4-6 m, schwere Küstenschäden; die Freisetzung destabilisierter Methanhydrate in der Tiefsee würde zu einer Rückkopplung in Richtung einer substanziellen Temperaturanstieg führen

* Temperaturänderung im Vergleich zum vorindustriellen Niveau (seitdem bereits Temperatursteigerung von 0,7°C); Eigene Zusammenstellung aus Hare 2003: *Assessment of knowledge on impacts of climate change – Contribution to the specification of Art.2 of the UNFCCC: impacts on ecosystems, food production, water and socio-economic system*. Externe Expertise zum WBGU-Sondergutachten „Über Kyoto hinaus denken – Klimaschutzstrategien für das 21. Jahrhundert“. Internet: http://www.wbgu.de/wbgu_sn2003_ex01.pdf. Berlin: WBGU 2003, 104 S. und Parry, Arnell, Michael, Nicholls, Kovats und Livermore et al. 2001: *Millions at Risk: Defining Critical Climate Change Threats and Targets*. *Global Environmental Change* 11:3, 1-3.

Tabelle A 2: Beispiele für Wirkungen auf Ökosysteme

Erwärmung unter 1°C	Erwärmung 1-2°C	Erwärmung 2-3°C
Risiko des Aussterbens hochempfindlicher Amphibien und Säuger (Südwestaustralien) und mehrerer Arten im Süden Afrikas; Einschränkungen des Lebensraums für verschiedene Arten; Hohes Risiko u. a. für Korallenriffe, Hochland-Tropenwald Australiens.	15-20% aller Ökosysteme verschieben sich mit schweren Wirkungen u. a. Habitate des Lachses (USA), der arktischen Schlüsselspezies Halsbandlemming (Kanada), viele Tiere im Süden Afrikas und die Fauna Mexikos; Gefährdung des Eisbären; Bedrohung (50 % Verlust) des Weltkulturerbes der Kakadu-Feuchtgebiete (Australien) und Sundarbans (Bangladesch).	Mehr als 20 % aller Ökosysteme verschieben sich mit schweren Wirkungen, einschließlich einiger Artenverluste (Naschvogel (Hawaii), australischen Goldlaubenvogel (4 Arten in Südafrika)); 50 %iger Verlust der baltischen und mediterranen Zugvögel-Habitate; kompletter Verlust der Kakadu- und Sundarbansgebiete.

Quelle: siehe Tabelle A1.

Tabelle A 3: Beispiele für Wirkungen auf Nahrungssicherheit und Wasser

Erwärmung unter 1°C*	Erwärmung 1-2°C	Erwärmung 2-3°C	Erwärmung 3-4°C
10 Mio. mehr Menschen sind einem Hunger- und Unterernährungsrisiko ausgesetzt; geringe aber signifikante Ertragseinbußen in vielen tropischen Entwicklungsländern; Nutzen für fast alle Industrieländer.	Etwa 30 Mio. mehr Menschen mit Hunger- und Unterernährungsrisiko	Bis 75 Mio. mehr Menschen dem Hungerrisiko ausgesetzt; Aufrechterhaltung der Reisproduktion in Asien gefährdet; Ertragsverluste in Nordamerika, Russland und Osteuropa; bis zu 5,5 Mrd. Menschen leben in Regionen mit großen Verlusten in der Getreideproduktion; allgemeiner Anstieg der Nahrungsmittelpreise	80-120 Mio. mehr Menschen sind dem Hungerrisiko ausgesetzt (davon 55-70 Mio. Menschen in Afrika); bei 4°C Erwärmung komplette Regionen Australiens für Nahrungsmittelproduktion ungeeignet
2020: Bis zu 800 Mio. mehr Menschen sind einem Risiko durch Wasserknappheit ausgesetzt.	2050: Bis zu 1,5 Mrd. mehr Menschen sind einem Risiko durch Wasserknappheit ausgesetzt; weltweit deutliche Abflussänderungen mit schlechteren Bewässerungsmöglichkeiten; Abnahme der Wasserqualität; Salzwasser dringt in Küstenaquifere ein.	Mehr als 3 Mrd. Menschen zusätzlich sind Risiko durch Wasserknappheit ausgesetzt (vor allem in Megastädten Indiens und Chinas).	

** Temperaturänderung im Vergleich zum vorindustriellen Niveau (seitdem bereits Temperatursteigerung von 0,6°C), Quelle: siehe Tabelle A1.*

Tabelle A 4: Beispiele für Wirkungen auf die menschliche Gesundheit

Erwärmung unter 1°C	Erwärmung 1-2°C	Erwärmung 2-3°C	Erwärmung 3-4°C
Etwa 70 Mio. mehr Menschen sind dem Malariarisiko ausgesetzt.	Etwa 150 Mio. mehr Menschen sind dem Malariarisiko ausgesetzt.	Etwa 250 Mio. mehr Menschen sind dem Malariarisiko ausgesetzt.	Bis zu 330 Mio. mehr Menschen sind dem Malariarisiko ausgesetzt.
Wenige Mio. mehr Menschen sind einem Risiko durch Küstenüberschwemmungen ausgesetzt.	Bis zu 8 Mio. mehr Menschen sind einem Risiko durch Küstenüberschwemmungen ausgesetzt.	Etwa 20 Mio. mehr Menschen sind einem Risiko durch Küstenüberschwemmungen ausgesetzt.	Bis zu 75 Mio. mehr Menschen sind einem Risiko durch Küstenüberschwemmungen ausgesetzt.

Quelle: siehe Tabelle A1.

Tabelle A 5: Beispiele für Wirkungen auf die Wirtschaft

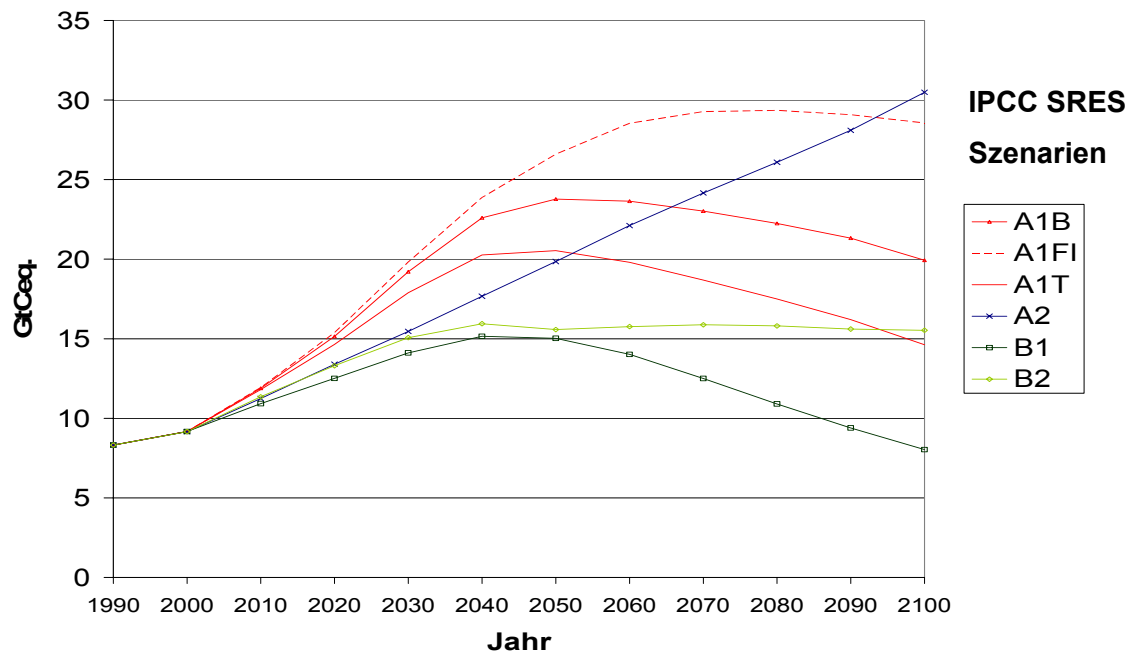
Erwärmung unter 1°C	Erwärmung 1-2°C	Erwärmung 2-3°C
Einige EL haben BIP-Verluste von mehr als nur geringer Größe: Afrika 4%, Indien 1,7%.	EL haben BIP-Verluste von wenigen bis einigen Prozentpunkten; Einkommen armer Landwirte sinkt.	Globale Nettoverluste beim BIP; Verluste in EL steigen bis 5% .

Quelle: siehe Tabelle A1.

Übersicht A 1: Ethische Prioritätsregeln mit Relevanz für den Klimawandel: ²³⁷

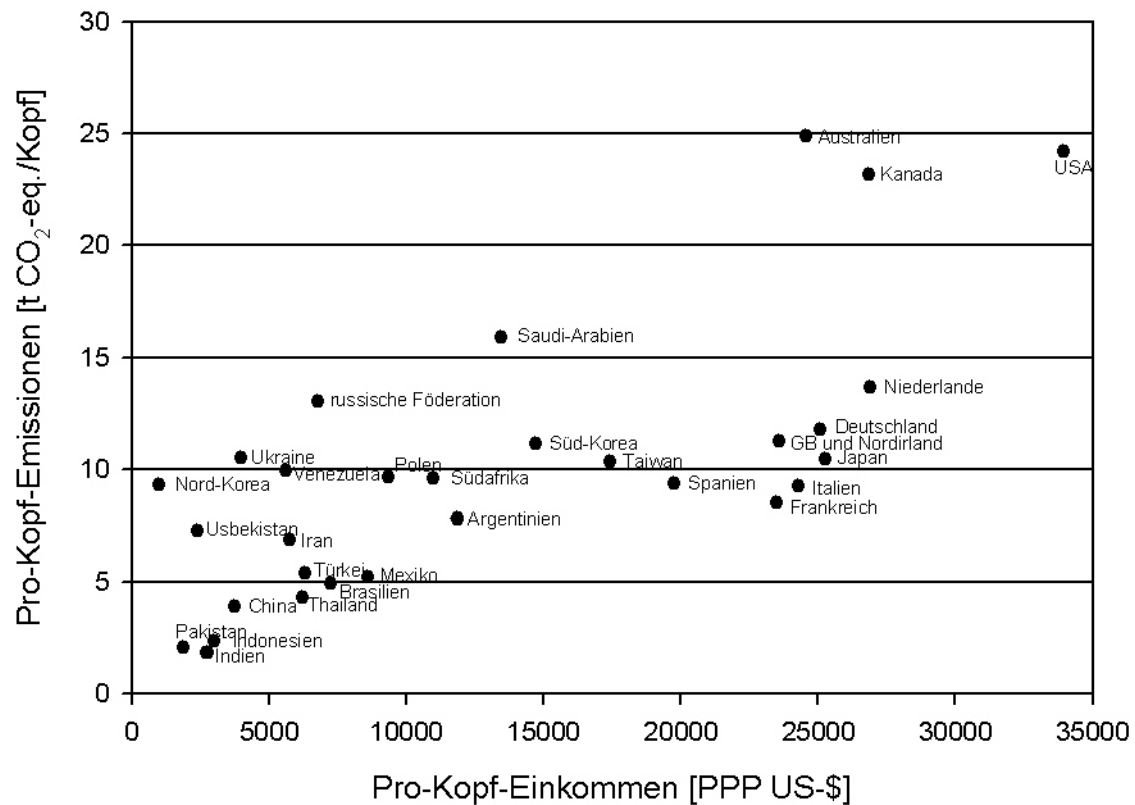
- Es ist besser, "Schlechtes" zu vermeiden als "Gutes" zu schaffen, vorausgesetzt beider Umfang ist etwa gleich.
- Man sollte keine Lösungen favorisieren, die die Lebensperspektiven Benachteiligter – auch in der Zukunft - verschlechtern. Besser sollte man für Lösungen votieren, die deren Aussichten verbessern, obwohl das die Maximierung des materiellen Wohlstands einer Gesellschaft beeinträchtigt.
- Man sollte keine Lösungen favorisieren, die der Zukunft mehr ernstzunehmende Probleme aufbürden.
- Man sollte keine Lösungen favorisieren, die zwar unter derzeitigen Machtverhältnissen durchsetzbar sind, aber in der Zukunft zu starken gesellschaftlichen Konflikten führen könnten.
- Langfristige sollten Vorrang vor kurzsichtigen Lösungen haben.
- Man sollte solche Lösungen favorisieren, die eher moderate als schnelle Veränderungen mit sich bringen, da letztere ökologische und gesellschaftliche Systeme höheren Anpassungsrisiken aussetzen.
- Lösungen, die Wahlfreiheit ermöglichen, sollten Vorrang vor solchen erhalten, die die Flexibilität zukünftiger (oder heute lebender) Generationen gefährden.
- Falls nachteilige Konsequenzen des Handelns nicht vermeidbar sein sollten, müssen diese reversibel sein.
- Bei hoher Ungewissheit sind behutsame Eingriffe zu bevorzugen.

²³⁷ Konrad Ott et al. 2004: Reasoning goals of climate protection. Specification of Art. 2 UNFCCC. Umweltbundesamt Berlin, FKZ 202 41 252.

Abbildung A 2: Referenz-Entwicklung der Emissionen für alle Kyoto-Gase

Quelle: Höhne et al. 2005: Umweltbundesamt Berlin, Reihe Climate Change 2/05, FKZ 203 41 148/01. Es sind die Business-as-usual-Szenarien des IPCC dargestellt (SRES, <http://sres.ciesin.org/>).

Abbildung A 3: Pro-Kopf-Einkommen und Pro-Kopf Emissionen

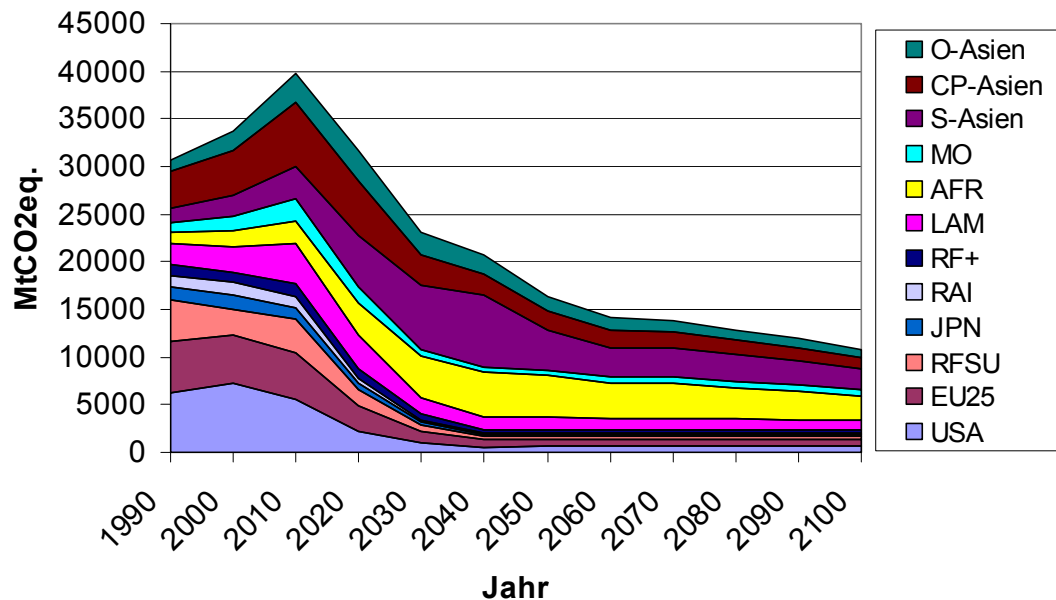


Quelle: Eigene Darstellung aus Daten für das Jahr 2000, Quelle: CAIT 1.5, <http://cait.wri.org>.

Übersicht A 2: Mögliche Arten von Klimaschutzzielen

Ziel	Beschreibung
quantitative Ziele	• Annex B des Klimaprotokolls enthält verbindliche absolute Emissionsreduktionsziele für alle sechs Klimagase für jeden Zeichner des Kyoto-Abkommens. Solche Ziele sind wegen ihrer mangelnden Flexibilität gegenüber unvorhergesehenen wirtschaftlichen Entwicklungen vielfach kritisiert worden. Allerdings bieten solche Ziele die beste Voraussetzung für den Handel mit Emissionszertifikaten, der ein wichtiger Faktor für die weltweite Kosteneffizienz der Emissionsminderungsmaßnahmen ist. • Solche verbindlichen quantitativen Ziele können prinzipiell auch als relative (und damit dynamische) Ziele, bezogen auf andere Kenngrößen, wie dem BIP, Energieverbrauch oder der Bevölkerungsgröße, formuliert werden. Allerdings haben derartige Formulierungen der Umwelthandlungsziele den Nachteil, weniger streng wirkungsbezogen zu sein – denn der Umfang und die Geschwindigkeit des Treibhauseffekts hängen direkt von der Konzentration der Treibhausgase in der Atmosphäre – und damit mittelbar von der absoluten Emissionsfracht an Treibhausgasen pro Jahr – ab.
aktivitätsorientierte Ziele	• Verstärkte Zusammenarbeit und die Vereinbarungen zu Finanzierungsbeiträgen für die Technikforschung und -entwicklung. Diese sollen mittelfristig zur Kostensenkung klimafreundlicher Techniken führen und so indirekt zur Emissionsminderung beitragen. • Koordinierung der Instrumente und Maßnahmen, um von Wettbewerbsverzerrungen zu vermeiden, z.B. CO₂-Abgaben, ordnungsrechtliche technische Standards.
Aktivitäten von Industrieländern zur Minderung in Entwicklungsländern	• Verbindliche finanzielle Beiträge zu Fonds (für Maßnahmen zur Emissionsreduzierung oder Anpassung) und Techniktransfer. • Konsequentes Ausrichten aller relevanten Aktivitäten in der Entwicklungszusammenarbeit an Klimaschutzerfordernissen, Umlenken von notwendigen Investitionen, z. B. im Energiesektor.
Ziele speziell für Entwicklungsländer	• Ausrichten der Entwicklungsstrategien an Klimaschutzerfordernissen (nachhaltige Entwicklung). • Verstärkte Nutzung des Mechanismus für saubere Entwicklung (Clean Development Mechanism, CDM) in erweiterter Form als Quelle für Investitionen in Klimaschutz.

Abbildung A 4: Beispiel der Emissionszuteilung unter dem Vier-Stufen-Konvergenz-Ansatz und 400 ppmv CO₂-Stabilisierung



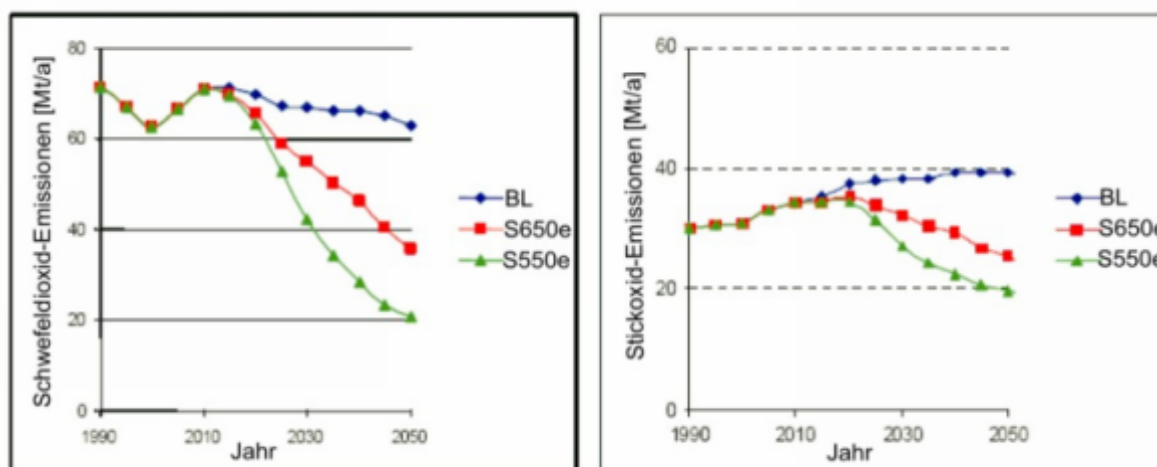
Quelle: Höhne u. a. 2005 : Options for the second commitment period of the Kyoto Protocol, Umweltbundesamt Berlin, Reihe Climate Change 2/05, FKZ 203 41 148/01. Die Grafik zeigt u. a., dass die USA und die EU25 (die beiden untersten Kurventeile) ihre Treibhausgasemissionen bis 2040 auf weniger als ein Viertel des heutigen Wertes senken müssten, falls im Rahmen eines Mehrstufenansatzes eine Stabilisierung der Kohlendioxid-Konzentration bei 400 ppmv erreicht werden sollte. In Südasien (S-Asien) dürften die Treibhausgasemissionen dagegen bis 2050 noch ansteigen und müssten bis Ende dieses Jahrhunderts in etwa wieder das heutige Niveau erreichen.

Tabelle A 6: Emissionsminderung gegenüber 1990, um verschiedene CO₂-Konzentrationsniveaus zu erreichen

		2020	2050
400 ppmv CO₂	Global	+10%	-60%
	Annex I	-25% to -50%	-80% to -90%
	Nicht-Annex I	Beachtliche Abweichungen vom Referenzszenario für Lateinamerika, den mittleren Osten, Zentral- und Ostasien.	Starke Abweichungen vom Referenzszenario in allen Regionen.
450 ppmv CO₂	Global	+30%	-25%
	Annex I	-10% to -30%	-70% to -90%
	Nicht-Annex I	Abweichungen vom Referenzszenario für Lateinamerika, den Mittleren Osten, Zentral- und Ostasien.	Beachtliche Abweichungen vom Referenzszenario in allen Regionen.

Quelle: Höhne u. a. 2005 : Options for the second commitment period of the Kyoto Protocol, Umweltbundesamt Berlin, Reihe Climate Change 2/05, FKZ 203 41 148/01.

Abbildung A 5: Positive Nebeneffekte der Klimastabilisierung durch die Reduktion der Schwefeldioxid und Stickoxidemissionen



Quelle: IMAGE2.2/TIMER 1.0

Quelle: Criqui et al. 2003: Greenhouse gas reduction pathways in the UNFCCC process up to 2025, Bericht des CNRS (France), RIVM (Netherlands), ICCS (Greece), CES (Belgium) für die EU-Kommission, DG Environment. Das Szenario S550e entspricht in etwa einer Stabilisierung der CO₂-Konzentration bei 450 ppm (S650e entspricht 550 ppm CO₂), BL beschreibt das Referenz-Szenario (Baseline).