

## Perspektiven der nationalen Politik zum Klimaschutz – Herausforderungen und Langfristszenarien für Deutschland

Von Hans-Joachim Ziesing und Jochen Diekmann\*

**Zusammenfassung:** Innerhalb der internationalen Staatengemeinschaft und der Europäischen Gemeinschaft verfolgt Deutschland anspruchsvolle Ziele zum Klimaschutz. Zur Umsetzung der nationalen Klimaschutzpolitik sind deshalb in den vergangenen Jahren unterschiedliche Instrumente eingesetzt worden, die zum Teil bereits sichtbare Erfolge gezeigt haben. Dennoch müssen die Anstrengungen zum Klimaschutz künftig verstärkt werden, wobei es insbesondere gilt, den energiebedingten Ausstoß an Treibhausgasen weiter zu vermindern. Nach vorliegenden Modellrechnungen könnten Erhöhungen der Energieeffizienz und Veränderungen der Energieträgerstruktur in Deutschland wesentlich dazu beitragen, längerfristig auch hochgesteckte Ziele des Klimaschutzes mit vertretbaren gesamtwirtschaftlichen Kosten zu erreichen. Die Verwirklichung solcher Szenarien setzt allerdings voraus, dass die klimaschutzpolitischen Maßnahmen mit zunehmender Intensität fortgesetzt werden. Dabei dürften ökonomische Instrumente und internationale flexible Mechanismen an Bedeutung gewinnen.

**Summary:** Within the international and European framework of climate change policy Germany aims high. In recent years a series of policies and measures have been implemented in order to achieve the objectives of the national climate change strategy. This policy has shown visible success. Nevertheless, Germany must enforce its efforts for climate protection, in particular with regard to the abatement of energy related greenhouse gas emissions. According to the results of model calculations, further improvements of energy efficiency and changes of the energy structure could significantly contribute to achieving ambitious emission reduction targets at economically justifiable cost. However, the realization of these scenarios requires an even intensified continuation of climate change policy in the future. As an integral part of the necessary policy mix economic instruments and the use of international flexible mechanisms will gain importance.

### 1 Einleitung: Klimaschutzpolitische Ziele

Klimaschutz ist eine globale Aufgabe, die ein abgestimmtes Vorgehen innerhalb der internationalen Staatengemeinschaft erfordert. Deshalb war die Unterzeichnung der Klimarahmenkonvention (UNFCCC) im Rahmen der Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Zusammenarbeit (UNCED) in Rio de Janeiro im Jahr 1992 ein wichtiger Meilenstein der internationalen Klimaschutzpolitik. In der Klimarahmenkonvention, die von 154 Staaten unterzeichnet wurde, verpflichteten sich vor allem die Industrieländer (36 sog. Annex-I-Staaten) auf Maßnahmen zu einer langfristigen Senkung der Treibhausgasemissionen. Auf dieser Grundlage wurden 1997 in Kyoto die Zielbeiträge einzelner Länder (Annex-B-Staaten) zum Klimaschutz im Zeitraum von 2008 bis 2012 festgeschrieben und darüber hinaus vereinbart, dass flexible internationale Mechanismen (Clean Develop-

\* DIW Berlin, E-Mail: [hziesing@diw.de](mailto:hziesing@diw.de), [jdiekmann@diw.de](mailto:jdiekmann@diw.de)

ment Mechanismen, Joint Implementation, International Emission Trading) eingeführt werden. Nachdem zuletzt auch Russland das Kyoto-Protokoll ratifiziert hat, ist es am 16. Februar 2005 in Kraft getreten und bildet nun den international verbindlichen Rahmen für die Klimaschutzpolitik.

Die Europäische Union hat in diesem Prozess eine Führungsrolle übernommen und sich im Kyoto-Protokoll zu einer Reduktion der Treibhausgasemissionen gegenüber dem Basisjahr (1990 bzw. 1995) um 8 % verpflichtet. Strategische Ansätze zur Realisierung dieses Ziels sind im Europäischen Klimaschutzprogramm (ECCP) aus dem Jahr 2000 formuliert worden. Hierzu zählt vor allem das europäische System für den Handel mit Emissionsrechten, der Anfang 2005 begonnen hat.

Die deutsche Regierung hatte sich schon sehr früh zum Klimaschutz bekannt und zählte international und in Europa zu den Vorreitern. Bereits im Jahr 1987 wurde eine Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages „Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre“ konstituiert, die sich insbesondere mit Fragen des Klimaschutzes befasst hat. Noch vor der Rio-Konferenz hatte die Bundesregierung in mehreren Beschlüssen 1990/1991 ein umfassendes nationales CO<sub>2</sub>-Minderungsprogramm verabschiedet, in dem sie anstrebte, die CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2005 gegenüber 1987 um 25 bis 30 % zu reduzieren; unter Berücksichtigung aller klimarelevanter Emissionen strebte sie bis 2005 sogar eine Verminderung um 50 % an (Bundesregierung 1994). An dem nur wenig modifizierten, ehrgeizigen Ziel, die CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland von 1990 bis 2005 um 25 % zu vermindern, wurde auch nach dem Regierungswechsel (1998) im Klimaschutzprogramm von 2000 und im dritten Nationalbericht an die Staatengemeinschaft von 2002 noch festgehalten. Mittlerweile hat sich allerdings herausgestellt, dass dieses Ziel nicht mehr erreichbar ist (Ziesing 2004a, 2004b, 2005). Vor allem konnten die schon zu Beginn der 90er Jahre verbuchten Minderungserfolge, die zum Teil Folge der Umstrukturierung in Ostdeutschland waren, nicht im gleichen Maße fortgesetzt werden.

Gleichzeitig hat sich Deutschland im Rahmen der europäischen Lastenteilung (*Burden Sharing*) zur Erfüllung der Ziele des Kyoto-Protokolls dazu verpflichtet, die Emission von Treibhausgasen im Zeitraum von 2008 bis 2012 im Vergleich zu 1990/1995 um 21 % zu vermindern. Auch dies ist im internationalen Vergleich eine anspruchsvolle Zielmarke, die nicht ohne klimaschutzpolitische Anstrengungen erreichbar ist.

Im Hinblick auf die längerfristigen Ziele wurde in der Koalitionsvereinbarung 2002 festgelegt, dass Deutschland seine Vorreiterrolle beim internationalen Klimaschutz weiter offensiv wahrnehmen wird. Unter der Voraussetzung, dass sich die EU zu einer Verminderung der Treibhausgase bis 2020 um 30 % verpflichtet, wurde vorgeschlagen, dass Deutschland einen Beitrag von minus 40 % anstreben wird.

Derart ambitionierte Ziele der nationalen Klimaschutzpolitik sind selbst innerhalb der Bundesregierung nicht unumstritten gewesen. So wurde im Energiebericht 2001 (BMWi 2001) vom damaligen Bundeswirtschaftsminister gewarnt, dass sehr ehrgeizige Klimaschutzziele für das Jahr 2020 in erheblichem Widerspruch zu den Zielen der Versorgungssicherheit und Wirtschaftlichkeit stünden. Andererseits vertritt der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU 2003) aufgrund einer

globalen Analyse die Auffassung, dass Industrieländer (Annex-B-Länder) ihre Treibhausgasemissionen bis 2020 um 40 % und bis 2050 sogar um 80 % reduzieren müssen.

Die Notwendigkeit der Klimaschutzpolitik wird auch von großen Teilen der deutschen Bevölkerung anerkannt. In einer aktuellen repräsentativen Befragung zum Umweltbewusstsein in Deutschland waren 85 % der Befragten davon überzeugt, dass es zu einer globalen Klimaveränderung kommen wird. Darüber hinaus waren 56 % der Befragten der Meinung, dass Deutschland innerhalb Europas im Klimaschutz vorangehen soll (BMU 2004).

Während sich die internationale Klimaschutzpolitik bisher vorrangig mit der Abstimmung von Zielen und mit prozeduralen Fragen flexibler Mechanismen beschäftigt hat, sind auf nationaler und regionaler Ebene zahlreiche Initiativen und politische Maßnahmen ergriffen worden, um vor allem die CO<sub>2</sub>-Emissionen durch erhöhte Energieeffizienz und Energiesubstitution zu vermindern. Auch künftig wird die stärkere internationale Einbindung von Zielen und Instrumenten die nationale Klimaschutzpolitik nicht ersetzen können, sondern ergänzen (Supplementarität).

Vor diesem Hintergrund ist danach zu fragen, wie wirksam die bisherigen politischen Maßnahmen zum Klimaschutz waren und welche Handlungsnotwendigkeiten bestehen, um längerfristige Ziele der Emissionsverminderung zu erreichen. Diese Aspekte werden im Folgenden auf der Grundlage einer umfangreichen Untersuchung „Politiksznarien für den Klimaschutz“ dargestellt, die vom DIW Berlin in Kooperation mit dem Forschungszentrum Jülich, dem Fraunhofer ISI und dem Öko-Institut (2004) im Auftrag des Umweltbundesamtes durchgeführt worden ist.<sup>1</sup>

## 2 Methodische Grundlagen der Szenarienanalysen

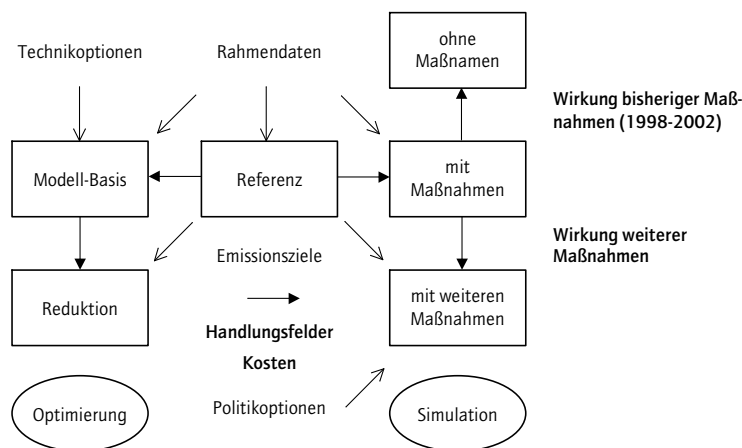
Die Analyse der nationalen Klimaschutzpolitik beruht auf einem Vergleich unterschiedlicher Szenarien (Abbildung 1). Ausgehend von einem Referenzszenario der energiewirtschaftlichen Entwicklung in Deutschland wird ein Szenario abgeleitet, in dem die bis Ende 2002 ergriffenen und beschlossenen politischen Maßnahmen berücksichtigt sind (Mit-Maßnahmen-Szenario). Dieses Szenario wird zum einen mit einem Szenario verglichen, das sich hiervon durch die Wirkungen der Maßnahmen ab 1998 unterscheidet (Ohne-Maßnahmen-Szenario). Zum anderen wird ihm ein Szenario gegenübergestellt, das zur Erreichung langfristiger Minderungsziele weitergehende klimapolitische Maßnahmen vorsieht (Mit-weiteren-Maßnahmen-Szenario).

Zur Vergleichbarkeit der Analysen mit den Arbeiten der Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages „Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und der Liberalisierung“ (2002) wird zunächst deren Referenzszenario zu Grunde gelegt, das allerdings in einigen Punkten aufgrund aktuellerer Einschätzungen und politischer Beschlüsse modifiziert wird. Hierzu zählt unter anderem auch ein schnelleres Aus-

<sup>1</sup> Die aktuelle Untersuchung von DIW Berlin, FZ Jülich, FhG-ISI Karlsruhe, Öko-Institut Berlin (2004) ist die dritte Studie dieser Institute mit dem Titel „Politiksznarien für den Klimaschutz“. Die Vorläuferstudien, die ebenfalls in der Reihe Umwelt des Forschungszentrums Jülich erschienen, sind in die Berichte der interministeriellen Arbeitsgruppe CO<sub>2</sub>, sowie in den zweiten und dritten Nationalbericht der Bundesregierung an die Staatengemeinschaft gemäß der Klimarahmenkonvention eingeflossen.

Abbildung 1

## Methodischer Ansatz der Szenarienanalysen



Quelle: DIW Berlin, FZ Jülich, FhG-ISI Karlsruhe, Öko-Institut Berlin (2004).

laufen der Kernenergienutzung. Die Quantifizierung der Wirkungen der bisherigen politischen Maßnahmen beruht grundsätzlich auf Expertenschätzungen für einzelne Sektoren, die unter Berücksichtigung energiewirtschaftlicher Zusammenhänge aggregiert werden.<sup>2</sup>

Für die Untersuchung der langfristigen Entwicklung wird das dynamische energiewirtschaftliche Optimierungsmodell IKARUS/MARKAL eingesetzt, das das Energiesystem in Deutschland vollständig abbildet. Datenbasis und Modellstruktur beruhen auf den Ergebnissen des IKARUS-Projektes, das in interdisziplinärer Kooperation zahlreicher Institute unter der Leitung des Forschungszentrums Jülich durchgeführt worden ist (Markewitz und Stein 2003). Das Modell enthält insbesondere Daten über künftige Kosten und Einsatzmöglichkeiten einzelner Techniken in den Bereichen Primärenergie, Umwandlung und Endenergieverbrauch. Unter Verwendung abgestimmter demografischer, gesamtwirtschaftlicher und energiewirtschaftlicher Rahmendaten wird zunächst die Entwicklung in einem Basisszenario berechnet, indem die abdiskontierten Gesamtkosten des Energiesystems minimiert werden. In Reduktionsszenarien werden zusätzlich Beschränkungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland vorgegeben.

Auf der Grundlage dieser technikorientierten Modellrechnungen können Handlungsfelder für die Umsetzung langfristig angelegter Reduktionsstrategien (im Sinne von Mit-weiteren-Maßnahmen-Szenarien) abgeleitet werden, die für die künftige nationale Klimaschutzpolitik von besonderer Bedeutung sein werden.

<sup>2</sup> Zu methodische Fragen solcher Wirkungsanalysen vgl. DIW Berlin, FZ Jülich, FhG-ISI Karlsruhe, Öko-Institut Berlin (1998).

### 3 Bisherige Klimaschutzpolitik und ihre Wirkungen

In Deutschland sind frühzeitig zahlreiche politische Maßnahmen ergriffen worden, die klimapolitisch motiviert waren oder zumindest mittelbar dem Klimaschutz dienen. Schon im ersten Nationalbericht der Bundesregierung (1994) sind insgesamt 109 unterschiedliche Einzelmaßnahmen aufgelistet. Dieser Katalog ist in den Folgejahren mehr und mehr erweitert worden (vgl. Bundesregierung 1997, 2000, 2002).

Die einzelnen politischen Maßnahmen können unabhängig von ihrer Dosierung und zeitlichen Implementierung verschiedenen Typen politischer Instrumente zugeordnet werden. Nach den UNFCCC-Leitregeln erfolgt hierzu eine Unterteilung in ökonomische Instrumente, fiskalische Instrumente, Verpflichtungserklärungen, ordnungsrechtliche Regulierungen, Information, Bildung, Forschung und Entwicklung sowie andere Instrumente (z.B. Beseitigung administrativer Hemmnisse). Dabei sind „weiche“ Instrumente wie Information und Bildung in einer quantitativen Wirkungsanalyse naturgemäß schwieriger zu bewerten als z.B. ordnungsrechtliche oder fiskalische Maßnahmen. Dies gilt in ähnlicher Weise auch für den Bereich der Forschung und Entwicklung, obwohl er gerade unter Langfristaspekten besonders wichtig ist. Darüber hinaus ist zu beachten, dass in der politischen Praxis oftmals unterschiedliche Instrumente miteinander kombiniert eingesetzt werden (Maßnahmenbündel). Aufgrund der Wechselwirkungen ist dann in der Regel keine eindeutige Zurechnung der Wirkungen auf einzelne Maßnahmen möglich.

Die hier zu betrachtenden politischen Maßnahmen im Zeitraum von 1998 bis 2002 sind Teil des Klimaschutzprogramms der Bundesregierung (2000) bzw. des Maßnahmenkatalogs, der im Dritten Nationalbericht zum Klimaschutz der Bundesregierung (2002) dargestellt ist. Diese Maßnahmen sind überwiegend speziell auf bestimmte Sektoren orientiert, z.B. auf den Energieverbrauch in Wohngebäuden oder den Kraftstoffverbrauch im Straßenverkehr. Dementsprechend ist eine sektoral differenzierte Wirkungsanalyse erforderlich. In diesem Rahmen sind dann auch sektorübergreifende Maßnahmen wie die ökologische Steuerreform hinsichtlich ihrer Wirkung auf die Emissionen im jeweils betrachteten Sektor zu untersuchen.

Im *Industriebereich* stehen vier Maßnahmen im Vordergrund, die jeweils in etwa gleichem Maße zur Minderung betragen, nämlich die (Fortschreibung der) Selbstverpflichtung der deutschen Wirtschaft, die ökologische Steuerreform, die Energieeinsparverordnung und Maßnahmen zur Förderung der industriellen Kraft-Wärme-Kopplung. Dagegen zeigen sich die Wirkungen von Kreditprogrammen oder der (EMAS-)Verordnungen zum Öko-Audit weniger deutlich. Neben den energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen treten in einigen Industriebereichen auch erhebliche prozessbedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen auf, die ebenfalls in der Selbstverpflichtung erfasst werden.

Der Sektor *Gewerbe, Handel, Dienstleistungen* ist ein sehr heterogener Energieverbrauchsbereich, der zum Teil Ähnlichkeiten mit dem industriellen Bereich hat, in dem aber die Raumwärmeversorgung insgesamt eine größere Bedeutung hat. Wichtige Minderungsbeiträge werden hier vor allem durch die Energieeinsparverordnung und durch die ökologische Steuerreform erzielt.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen der *privaten Haushalte* beruhen hauptsächlich auf dem Energieverbrauch für Raumwärme, der wesentlich von der Wärmedämmung der Gebäude und der Effizienz der Heizungsanlagen abhängt. Wirksame Maßnahmen sind dementsprechend finanzielle Maßnahmenprogramme der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) und die Energieeinsparverordnung. Der Stromverbrauch der privaten Haushalte wird durch die Ausstattung mit Elektrogeräten sowie durch das Nutzungsverhalten (einschließlich Stand-by-Betrieb) bestimmt. Als wirkungsvoll gelten hier vor allem Maßnahmen, die – wie die Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung (EnVKV) – auf eine Verminderung, des spezifischen Verbrauchs der Geräte hinwirken.

Im *Verkehrsbereich* wirkt sich vor allem die ökologische Steuerreform aus, die zu einer spürbaren Verteuerung der Kraftstoffe geführt hat. Dies bewirkt Verminderungen der Fahrleistungen im motorisierten Individualverkehr und im Straßengüterverkehr und schafft Anreize, effizientere Fahrzeuge oder andere Verkehrsmittel zu benutzen.<sup>3</sup> Diese Wirkungen werden durch eine Reihe anderer Maßnahmen, zu der auch die Förderung schwefelfreien Kraftstoffs zählt, verstärkt.

Darüber hinaus tragen Maßnahmen im Bereich *Materialrecycling* und -verwertung (z.B. Verpackungsverordnung) zur Verminderung des Energieverbrauchs bei. Hinzu kommt dabei auch eine Verminderung des sogenannten nicht-energetischen Verbrauchs fossiler Rohstoffe, die ebenfalls zur Vermeidung von CO<sub>2</sub>-Emissionen beiträgt.

Einen besonderen Schwerpunkt im deutschen Klimaschutzprogramm bildet die Nutzung *erneuerbarer Energien*, die in Deutschland seit vielen Jahren durch zahlreiche Maßnahmen gefördert worden ist. Hierzu zählen neben Forschung und Entwicklung sowie dem Abbau institutioneller Hemmnisse in erster Linie unterschiedliche ökonomische Anreize zur Beschleunigung der Marktentwicklung. Eine bedeutsame finanzielle Förderung erfolgt gegenwärtig zum einen durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz, das differenzierte Mindestvergütungen für die Stromeinspeisung vorschreibt, und zum anderen durch das sog. Marktanzreizprogramm, in dessen Rahmen vor allem für die thermische Nutzung erneuerbarer Energien Finanzhilfen gewährt werden. Als besonders wirksam hat sich dabei bisher die Förderung der Windenergie erwiesen. Dies trägt maßgeblich dazu bei, dass Deutschland sich kontinuierlich dem im Rahmen der EU gesetzten Ziel annähert, im Jahr 2010 insgesamt 12,5 % des Stromverbrauchs aus erneuerbaren Energien zu erzeugen.

Darüber hinaus werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Bereich der *Energiewirtschaft* durch die Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) vermindert. Zusätzlich zur Selbstverpflichtung der Wirtschaft gibt es hierzu zwei spezielle Gesetze, die der Sicherung der wirtschaftlichen Basis bestehender Anlagen sowie der Modernisierung und dem Neubau von KWK-Anlagen dienen. In der Elektrizitätswirtschaft wirken sich vor allem Einsparungen bei den Stromverbrauchern emissionsmindernd aus. Allerdings sind auch Mehremissionen zu berücksichtigen, die durch das beginnende Auslaufen der Kernenergienutzung in Deutschland entstehen.

**3** Bei unterschiedlichen Steuersätzen in den Nachbarländern führt dies auch zu Ausweichreaktionen wie verstärktem Tanktourismus (Kloas, Kuhfeld und Kunert 2004). Solche Effekte werden durch die schrittweise Harmonisierung der Energiebesteuerung in Europa künftig vermindert.

Die Klimaschutzpolitik umfasst neben CO<sub>2</sub> auch die *anderen* im Kyoto-Protokoll genannten *Treibhausgase* (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC, PFC und SF<sub>6</sub>), deren Emissionen zum Teil im Zusammenhang mit dem Energieverbrauch stehen (dies gilt vor allem für CH<sub>4</sub>), zum Teil aber völlig unabhängig hiervon auftreten. Dementsprechend erfolgt die Verminderung dieser Gase durch eine breite Palette an politischen Maßnahmen in den Bereichen Energie, Landwirtschaft, Abfall und Produktpolitik. Hervorzuheben ist diesbezüglich eine Verordnung, nach der die Ablagerung unbehaltener Abfälle aus Haushalten und Gewerbe ab Mitte 2005 verboten wird.

Als Ergebnis der sektoral differenzierten Wirkungsanalysen der bisherigen klimaschutzpolitischen Maßnahmen werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen, die im Jahr 2010 in einem „Mit-Maßnahmen-Szenario“ erwartet werden, der (fiktiven) Entwicklung in einem „Ohne-Maßnahmen-Szenario“ gegenübergestellt (Tabelle 1).

Im „Mit-Maßnahmen-Szenario“ sind die (energie- und prozessbedingten) CO<sub>2</sub>-Emissionen im Jahr 2010 mit rund 860 Mill. t um 15,2 % geringer als 1990. Im Vergleich zum Jahr 2002 ergibt sich eine leichte Zunahme (um 0,2 %). Dies bedeutet, dass das frühere Ziel einer Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2005 um 25 % selbst im Jahr 2010 bei Weitem verfehlt wird.

Allerdings würden diese Emissionen im Jahr 2010 im „Ohne-Maßnahmen-Szenario“ 936 Mill. t betragen und damit gegenüber 2002 um rund 9 % zunehmen. Im Vergleich zum Jahr 1990 würde eine Reduktion von lediglich 7,7 % erreicht.

Tabelle 1

### Treibhausgasemissionen in Deutschland im Mit-Maßnahmen-Szenario (MMS) und im Ohne-Maßnahmen-Szenario (OMS)

|                                 | Ist                                  |        | MMS    | OMS    | Differenz | MMS                         | OMS   |
|---------------------------------|--------------------------------------|--------|--------|--------|-----------|-----------------------------|-------|
|                                 | 1990/95                              | 2002   | 2010   | 2010   | 2010      | 2010                        | 2010  |
|                                 | Mill. t CO <sub>2</sub> -Äquivalente |        |        |        |           | Minderung <sup>1</sup> in % |       |
| Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> ) |                                      |        |        |        |           |                             |       |
| Industrie                       | 169,3                                | 109,1  | 110,5  | 117,4  | 7,0       | -34,7                       | -30,7 |
| Gewerbe, Handel, Dienstleistung | 90,5                                 | 59,0   | 57,9   | 68,1   | 10,2      | -36,0                       | -24,8 |
| Haushalte                       | 129,0                                | 119,9  | 129,8  | 148,4  | 18,6      | 0,6                         | 15,0  |
| Verkehr                         | 158,8                                | 172,6  | 184,8  | 198,3  | 13,5      | 16,4                        | 24,9  |
| Materialeffizienzverbesserung   | -                                    | -      | -      | 8,0    | 8,0       | -                           | -     |
| Energiewirtschaft               | 439,2                                | 373,0  | 352,8  | 370,5  | 17,7      | -19,7                       | -15,6 |
| Gesamt (energiebedingt)         | 986,8                                | 833,6  | 835,7  | 910,7  | 75,0      | -15,3                       | -7,7  |
| Prozessbedingte Emissionen      | 27,6                                 | 24,4   | 24,4   | 25,4   | 1,0       | -11,6                       | -8,0  |
| Insgesamt                       | 1014,4                               | 858,0  | 860,1  | 936,1  | 76,0      | -15,2                       | -7,7  |
| Andere Treibhausgase            | 236,2                                | 150,5  | 140,8  | 173,6  | 32,8      | -40,4                       | -26,5 |
| Treibhausgase insgesamt         | 1250,6                               | 1008,5 | 1000,9 | 1109,7 | 108,8     | -20,0                       | -11,3 |

<sup>1</sup> Minderung gegenüber dem Basisjahr (1990 für CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O, 1995 für HFC, PFC und SF<sub>6</sub>).

Quelle: DIW Berlin, FZ Jülich, FhG-ISI Karlsruhe, Öko-Institut Berlin (2004).



Die Differenz der beiden Szenarien spiegelt die Wirkung der betrachteten bisherigen Klimaschutzpolitischen Maßnahmen wider. Dieser Beitrag zur Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen beläuft sich auf 76 Mill. t.

Unter Berücksichtigung auch der anderen Treibhausgase (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC, PFC und SF<sub>6</sub>) werden im Jahr 2010 im „Mit-Maßnahmen-Szenario“ Emissionen von 1 001 Mill. t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten erwartet, die um 20 % niedriger sind als im Basisjahr. Damit wird das für Deutschland verbindliche Ziel einer Verminderung um 21 % in der Kyoto-Periode noch leicht (um 1 % oder 13 Mill. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente) verfehlt.

Im „Ohne-Maßnahmen-Szenario“ würden die Treibhausgasemissionen im Jahr 2010 hingegen rund 1 110 Mill. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente betragen und es würde dann gegenüber dem Basisjahr lediglich eine Verminderung um 11 % erreicht. Dies zeigt, dass die bisherigen Maßnahmen unverzichtbar waren, um das Minderungsziel zu verfolgen.

Insgesamt bewirken die bisherigen Klimaschutzpolitischen Maßnahmen gemäß diesem Szenarienvergleich im Jahr 2010 immerhin eine Verminderung der Treibhausgasemission um 109 Mill. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente. Hierzu tragen Emissionsverminderungen sowohl in der Energiewirtschaft als auch in den Endenergiesektoren bei, wobei die absoluten Maßnahmenwirkungen in der Industrie am geringsten sind. Die gesamte Verminderung der Emissionen beruht zu gut einem Drittel auf der erhöhten Nutzung erneuerbarer Energien.<sup>4</sup> Von ähnlich großer Bedeutung ist im betrachteten Zeitraum aber auch die bewirkte Verminderung der Emissionen der Nicht-CO<sub>2</sub>-Treibhausgase.

#### 4 Langfristszenarien bis 2030

Die langfristige Entwicklung der energiebedingten Emissionen in Deutschland bis 2030 wird mit Hilfe des dynamischen Optimierungsmodells IKARUS/MARKAL untersucht (siehe Abschnitt 2). Dabei werden die techno-ökonomischen Daten des IKARUS-Projektes verwendet, während die gesamtwirtschaftlichen Rahmendaten (Bevölkerung, Wirtschaftswachstum, Strukturwandel, Energieimportpreise) weitestgehend mit den Annahmen der Enquete-Kommission (2002) kompatibel sind. Darüber hinaus werden spezielle energiewirtschaftliche Vorgaben berücksichtigt, nämlich Mindestmengen der Kohlegewinnung und der Windkraftnutzung, Höchstmengen der Erdgasgewinnung und des Erdgasimportes sowie ein Auslaufen der Kernenergienutzung in etwa zwei Jahrzehnten. Aufgrund dieser energiewirtschaftlichen bzw. energiepolitischen Vorgaben können die Modellergebnisse von einer „reinen“ Optimierung abweichen.

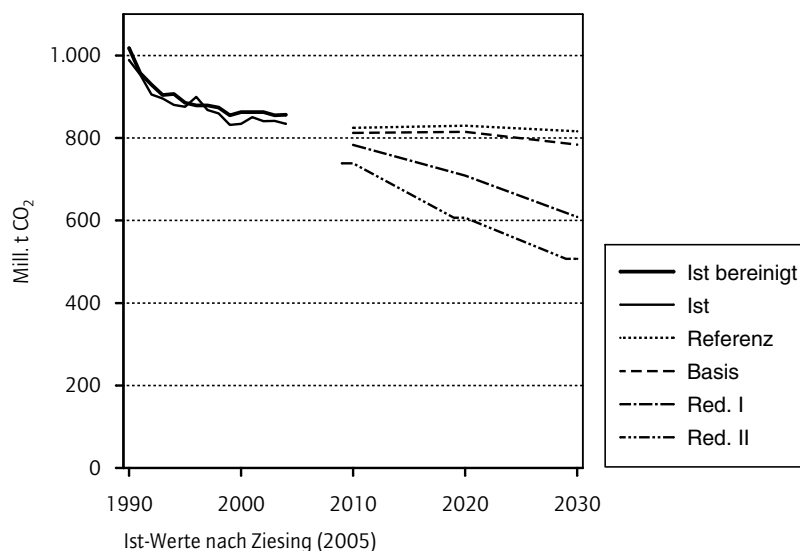
Es werden zwei Reduktionsszenarien untersucht, die sich durch die Obergrenze der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland unterscheiden. Während im Reduktionsszenario I eine Verminderung dieser Emissionen von 1990 bis 2020 um 30 % und bis 2030 um 40 % angenommen wird, entspricht das Reduktionsszenario II mit einer Verminderung der Emissionen um 40 % bis 2020 und um 50 % bis 2030 eher dem (bisher noch bedingten) langfristigen Zielpfad der Koalitionsvereinbarung der Bundesregierung (2002). Diese

<sup>4</sup> Im Vergleich der Szenarien mit und ohne Maßnahmen ergibt sich für 2010 durch die Nutzung erneuerbarer Energien eine Einsparung von 38 Mill. t CO<sub>2</sub> und 4 Mill. t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten anderer Treibhausgase.



Abbildung 2

### Entwicklung der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland



Quellen: DIW Berlin, FZ Jülich, FhG-ISI Karlsruhe, Öko-Institut Berlin (2004); Ziesing (2005).

Reduktionsszenarien werden mit einem Basisszenario verglichen, dem keine Emissionsbeschränkungen vorgegeben werden. Aufgrund der vorgenommenen Anpassungen der Modellannahmen an die energiewirtschaftliche Entwicklung im Referenzszenario ist dieses Basisszenario dennoch nicht als Szenario ohne Klimaschutz zu verstehen, sondern eher als Fortschreibung der bisherigen Entwicklung (im Sinne eines Mit-Maßnahmen-Szenarios). Im Vergleich hierzu beschreiben die Reduktionsszenarien zwei Pfade forcierter Klimaschutzes (Abbildung 2).

Nach den Ergebnissen der Modellrechnungen vermindern sich die energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen im Basisszenario zwar bereits bis zum Jahr 2010 kräftig; gegenüber dem temperaturbereinigten Wert im Jahr 1990 erreicht die Verminderung dann fast 20 %. Im folgenden Betrachtungszeitraum ergibt sich in diesem Szenario allerdings ein flacher Verlauf der Emissionen, die selbst im Jahr 2030 noch 784 Mill. t betragen.

Im Vergleich zum Basisszenario sind im Reduktionsszenario I insbesondere die Emissionen in der Energiewirtschaft wesentlich niedriger (Tabelle 2). Zu dieser Verminderung trägt am meisten eine starke Substitution von Braun- und Steinkohlen durch Gas und Windenergie in der Stromerzeugung bei. Außerdem wirken sich hier die Stromeinsparungen in den Endverbrauchsbereichen aus. Dagegen bleibt die Entwicklung im Verkehrsbe- reich nach den Modellrechnungen gegenüber dem Basisszenario unverändert.

Das Reduktionsszenario II stellt deutlich höhere Anforderungen an die Emissionsverminderung. Neben zusätzlichen Emissionsreduktionen in der Energiewirtschaft durch vermin-

Tabelle 2

**Ergebnisse der Modellrechnungen für das Basisszenario und die Reduktionsszenarien**

|                                       | Ist (bereinigt) |       | Basisszenario |       |       | Reduktionsszenario I |       |       | Reduktionsszenario II |       |       |
|---------------------------------------|-----------------|-------|---------------|-------|-------|----------------------|-------|-------|-----------------------|-------|-------|
|                                       | 1990            | 2000  | 2010          | 2020  | 2030  | 2010                 | 2020  | 2030  | 2010                  | 2020  | 2030  |
| Emissionen in Mill. t CO <sub>2</sub> |                 |       |               |       |       |                      |       |       |                       |       |       |
| Industrie                             | 171             | 119   | 115           | 109   | 104   | 115                  | 109   | 102   | 113                   | 103   | 94    |
| Gewerbe, Handel, Dienstleistung       | 96              | 65    | 65            | 60    | 55    | 66                   | 58    | 52    | 63                    | 53    | 39    |
| Haushalte                             | 145             | 136   | 123           | 118   | 118   | 121                  | 115   | 105   | 112                   | 86    | 74    |
| Verkehr                               | 158             | 178   | 196           | 190   | 175   | 196                  | 190   | 175   | 196                   | 184   | 169   |
| Energiewirtschaft                     | 443             | 365   | 312           | 337   | 331   | 284                  | 238   | 174   | 256                   | 180   | 131   |
| Gesamt                                | 1 014           | 864   | 812           | 815   | 784   | 783                  | 709   | 608   | 739                   | 607   | 507   |
| Veränderungen gegenüber 1990          |                 |       |               |       |       |                      |       |       |                       |       |       |
| in Mill. t CO <sub>2</sub>            | 0               | -150  | -202          | -99   | -230  | -231                 | -305  | -406  | -275                  | -407  | -507  |
| in %                                  | 0,0             | -14,8 | -19,9         | -19,6 | -22,7 | -22,8                | -30,1 | -40,0 | -27,2                 | -40,2 | -50,0 |
| Veränderungen gegenüber Basis         |                 |       |               |       |       |                      |       |       |                       |       |       |
| In Mill. t CO <sub>2</sub>            |                 |       |               |       |       | -30                  | -106  | -176  | -73                   | -208  | -277  |
| In %                                  |                 |       |               |       |       | -3,6                 | -13,0 | -22,4 | -9,0                  | -25,6 | -35,3 |
| Mehrkosten (gegenüber Basis)          |                 |       |               |       |       |                      |       |       |                       |       |       |
| In Mrd. Euro                          |                 |       |               |       |       | 0,2                  | 0,0   | 1,0   | 1,5                   | 5,2   | 14,0  |
| In Euro/t CO <sub>2</sub>             |                 |       |               |       |       | 5                    | 0     | 6     | 20                    | 25    | 50    |
| Grenzvermeidungskosten                |                 |       |               |       |       |                      |       |       |                       |       |       |
| In Euro/t CO <sub>2</sub>             |                 |       |               |       |       | 16                   | 10    | 32    | 32                    | 96    | 308   |

Quelle: DIW Berlin, FZ Jülich, FhG-ISI Karlsruhe, Öko-Institut Berlin (2004).

derten Stromverbrauch, Rückgang der Kohlenverstromung und Erhöhung der Stromerzeugung aus Biomasse und Windenergie sinken in diesem Szenario vor allem die Emissionen im Haushaltsbereich aufgrund von verstärktem Wärmeschutz in Alt- und Neubauten, Energieträgersubstitution von Öl durch Gas und Fernwärme sowie eines verstärkten Einsatzes von energieeffizienten Brennwertkesseln. Gegenüber dem Basisszenario lassen sich die Emissionen in diesem Szenario insgesamt um mehr als ein Drittel vermindern.

Die gesamtwirtschaftlichen *Mehrkosten* der Reduktionsszenarien werden hier als Differenzen der (annuitätischen) Energiesystemkosten gegenüber dem Basisszenario ermittelt.<sup>5</sup> Im Reduktionsszenario I erreichen sie im Jahr 2030 1 Mrd. Euro bzw., bezogen auf die zusätzliche Emissionsverminderung, durchschnittlich 6 Euro je t CO<sub>2</sub>.<sup>6</sup> Dagegen steigen die-

<sup>5</sup> Es ist zu beachten, dass aufgrund der Anpassungen des Basisszenarios an die Referenzentwicklung (z. B. hinsichtlich der Windenergie) ein Teil der gesamten bzw. durchschnittlichen Vermeidungskosten dem Basisszenario zugerechnet und deshalb hier nicht als Mehrkosten der Reduktionsszenarien verbucht wird.

<sup>6</sup> In den Reduktionsszenarien werden vor allem ab 2020 geringere Mindestmengen für den Kohleneinsatz als im Basisszenario vorgegeben, deshalb sind die Mehrkosten insbesondere im Reduktionsszenario I im Jahr 2020 insgesamt sehr gering.

se Kosten im Reduktionsszenario II erheblich stärker und erreichen am Ende des Betrachtungszeitraums 14 Mrd. Euro bzw. durchschnittlich rund 50 Euro je t CO<sub>2</sub>.

Die Grenzvermeidungskosten geben an, um wieviel sich die Gesamtkosten erhöhen, wenn das Emissionsziel um eine t CO<sub>2</sub> verschärft wird, und sind als Folge der Optimierung in allen Sektoren gleich hoch. Im Reduktionsszenario I erhöhen sie sich bis 2030 auf 32 Euro je t CO<sub>2</sub>, dementsprechend würden sich z.B. die Einsatzkosten von Steinkohle (Preis und Emissionsmalus) gegenüber dem Basisszenario in etwa verdoppeln. Im Reduktionsszenario II erhöhen sich diese Grenzkosten bis 2020 auf 96 Euro je t CO<sub>2</sub> und bis 2030 sogar auf 308 Euro je t CO<sub>2</sub>.

Bei der Interpretation solcher Kostenangaben ist allerdings zu berücksichtigen, dass das Modell vor allem im Verkehrsbereich nur eingeschränkte Anpassungsmöglichkeiten berücksichtigen kann und von vorgegebenen Personen- und Güterverkehrsleistungen ausgeht. Bei Einbeziehung zusätzlicher Optionen der Emissionsvermeidung, wozu z.B. auch die Nutzung kleinerer Pkw zählt, ließen sich die langfristigen Vermeidungskosten sicherlich wesentlich vermindern.<sup>7</sup> Dennoch machen die Modellrechnungen deutlich, dass sehr ambitionierte nationale Emissionsziele, wie im Reduktionsszenario II angenommen, erhebliche Minderungsanstrengungen erfordern, die erheblich über ein *business as usual* hinausgehen können.

Auf der Grundlage dieser technikorientierten Modellrechnungen können unter den genannten Einschränkungen *Handlungsfelder* für die Umsetzung langfristig angelegter Reduktionsstrategien (im Sinne von Mit-weiteren-Maßnahmen-Szenarien) abgeleitet werden, die für die künftige nationale Klimaschutzpolitik von besonderer Bedeutung sein werden. Dabei gilt generell, dass sich eine forcierte Klimaschutzpolitik nicht auf bestimmte Bereiche der Energiebereitstellung oder -nutzung beschränken kann, sondern dass sie sich auf alle Sektoren erstrecken muss, um die unterschiedlichen Potenziale der Verbesserung der Energieeffizienz und der Substitution von emissionsintensiven Energieträgern bestmöglichst nutzen zu können. Im Hinblick auf die Art der politischen Maßnahmen haben ökonomische Instrumente wie Ökosteuer und Emissionshandel den Vorteil, dass sie den Unternehmen und den Haushalten eine große Flexibilität zur Wahl kostengünstiger Vermeidungsoptionen bieten. Eine Kombination mit anderen z. B. ordnungsrechtlichen und fiskalischen Maßnahmen erscheint aber auch künftig unverzichtbar, um spezifische Barrieren der Emissionsverminderung abzubauen. Dies gilt insbesondere, wenn sehr ambitionierte Klimaschutzziele verfolgt werden.

Die geeigneten Maßnahmenkombinationen weisen von Sektor zu Sektor deutliche Unterschiede auf. So stehen im Bereich der *Industrie* bisher Selbstverpflichtungen bzw. der beginnende Emissionshandel im Vordergrund. Künftig müssten dabei aber die Zielmarken deutlich verschärft werden. Ergänzend sollen betriebliche Audits und das energiebezogene Benchmarking verstärkt werden. Auch Bildungsmaßnahmen, Aufmerksamkeitsprogramme und Initialberatungen sind erforderlich, um die Information über Einsparmöglichkeiten zu verbessern. Darüber hinaus können finanzielle Maßnahmen die Energieeffizienz fördern, wobei insbesondere an die Fortführung von Kreditprogrammen zu denken ist.

<sup>7</sup> In den Modellrechnungen ist auch nicht die Möglichkeit der Rückhaltung und Speicherung von CO<sub>2</sub> berücksichtigt, vgl. hierzu Kemfert und Schumacher (2005).

Im *Haushaltsbereich* geht es in erster Linie um eine wesentliche Verbesserung der Wärmedämmung von Gebäuden. Hierzu müssen die Vorschriften künftig weiter angepasst werden, unverzichtbar ist aber auch eine stärkere Kontrolle der Einhaltung von Standards. Die Information über die energetischen Gebäudeeigenschaften können durch die flächendeckende Einführung eines Wärmepasses verbessert werden (hierzu dient die EU-Richtlinie zur Gebäudeeffizienz). Zusätzlich kann die energiebezogene Ausbildung von Architekten und Handwerkern weiter verbessert werden. Motivationsprogramme können die Aufmerksamkeit von Bauherren und Gebäudebesitzern in Energiefragen erhöhen. Gerade für den Gebäudebestand sind allerdings auch finanzielle Fördermaßnahmen wie Kreditprogramme nötig. Dies gilt vor allem dann, wenn energetische Sanierungen des Gebäudebestands auch außerhalb des normalen Sanierungszyklus durchzuführen sind. Mit Blick auf den Stromverbrauch sollte die Kennzeichnungspflicht von Elektrogeräten ausgeweitet werden. Neben weiteren Informationskampagnen für Verbraucher sind freiwillige oder gesetzliche Mindeststandards für Neugeräte geeignet, den Stromverbrauch zu reduzieren. Zur Vermeidung von Leerlaufverlusten sollten die Geräte zumindest einen Ausschalter haben.

Für die Vermeidung von Emissionen im *Personen- und Güterverkehr* müssen zugleich vier unterschiedliche strategische Ansätze verfolgt werden, nämlich die Verbesserung der Energieeffizienz der Fahrzeuge und ihrer Nutzung, der Verlagerung des Verkehrs z.B. von der Straße auf die Schiene, die Vermeidung von Verkehr und die Substitution von Kraftstoffen bzw. Antrieben. Hierzu liegt ein umfangreicher Maßnahmenkatalog vor, der sich auf unterschiedliche Politikbereiche erstreckt, wie Infrastrukturpolitik, Verkehrsmanagement, Ordnungsrecht, Fiskal- und Preispolitik, Forschungs- und Technologiepolitik, Öffentlichkeitsarbeit und Schulung sowie Siedlungsstrukturpolitik (Hopf und Voigt 2001). Dabei sollten preislenkende Instrumente wie Mineralölsteuern oder Mautgebühren und Maßnahmen zur Verbesserung der Bahninfrastruktur eine besondere Rolle spielen. Zu denken ist aber auch an ordnungsrechtliche Maßnahmen wie eine generelle Geschwindigkeitsbegrenzung auf Autobahnen.

Wie im Industriebereich sind bisher auch im Bereich der *Energiewirtschaft* die Selbstverpflichtungen einschließlich der Erklärung zur Kraft-Wärme-Kopplung von energiepolitischer Bedeutung. Sie haben auch bei den Verhandlungen um *caps* im Nationalen Allokationsplan für den Emissionshandel eine wichtige Rolle gespielt. Die künftige Entwicklung der Emissionen der Energiewirtschaft hängt maßgeblich vom Stromverbrauch, von der Effizienz bei der Strom- und Wärmeerzeugung und vom Ausmaß der Substitution der Energieträger ab. Bei entsprechender Ausgestaltung der Allokationsplanungen könnte der Emissionshandel künftig wesentlich dazu beitragen, dass die Emissionen in diesem Bereich vermindert werden. Dies wird allerdings auf längere Zeit spezielle Maßnahmen zur Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung und der Nutzung erneuerbarer Energien nicht ersetzen können, zumal sich der Emissionshandel auf bestimmte Anlagenkategorien beschränkt.

Ein stärkerer Einsatz *erneuerbarer Energien* erfordert auch längerfristig starke finanzielle Anreize, da ihre Kostennachteile nur allmählich vermindert werden können. Im Bereich der Stromerzeugung müssen hierfür die Vergütungsregelungen nach dem EEG weiterentwickelt werden, wobei als Alternativen zu Mindestvergütungen vor allem Bonusregelungen (wie bei der KWK), Quoten mit handelbaren grünen Zertifikaten und Ausschreibun-

gen infrage kommen. In jedem Fall ist hierbei eine stärkere Abstimmung oder Angleichung der Förderpolitik in den Mitgliedstaaten der EU erforderlich. Im Wärmebereich bestehen geringere Möglichkeiten, die Förderung an bestehende Märkte anzubinden; deshalb werden hier auch künftig Finanzhilfen z.B. durch Kreditprogramme eine Rolle spielen müssen.

Neben der Unterstützung der Markteinführung neuer Techniken sind Forschung und Entwicklung für eine langfristig orientierte Innovationsförderung maßgebend. Hierbei geht es nicht nur um Technologien zur effizienten Energieumwandlung und -nutzung (z.B. Brennstoffzellen) sowie um einzelne Techniken zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen (z.B. Solarzellen), sondern auch um die weitere Entwicklung von Sekundärenergiesystemen (z.B. auf Basis von Wasserstoff) und geeigneten Infrastrukturen für Energietransport und -speicherung. Außerdem besteht noch einiger Forschungs- und Entwicklungsbedarf für Systeme für den Schadstoffrückhalt (z.B. großtechnische Abtrennung und Speicherung von CO<sub>2</sub>).

Die Politik zur Verminderung von Emissionen muss sich darüber hinaus auch auf die *anderen Treibhausgase* (Nicht-CO<sub>2</sub>-Gase) erstrecken, die zum Großteil nicht energiebedingt sind und deshalb in reinen Energiemodellen nicht vollständig abgebildet werden. Die mengenmäßig größte Bedeutung haben darunter Methan (CH<sub>4</sub>) und Lachgas (N<sub>2</sub>O), deren Emissionen sich gegenüber dem Basisjahr (1990) bereits stark vermindert haben und im Mit-Maßnahmen-Szenario bis 2030 insgesamt weiter sinken (Tabelle 3). Dagegen nehmen die Emissionen von „F-Gasen“ (H-FKW, FKW, SF<sub>6</sub>) in der Summe in diesem Szenario künftig noch zu. Insgesamt kommt es bis 2030 zu einer Verminderung der Nicht-CO<sub>2</sub>-Emissionen gegenüber dem Basisjahr (für die F-Gase 1995) um knapp 42 %. Durch weite-

Tabelle 3

### Entwicklung der Nicht-CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland

|   | Ist     |       | Mit Maßnahmen |       |       | Mit weiteren Maßnahmen |        |        |
|---|---------|-------|---------------|-------|-------|------------------------|--------|--------|
|   | 1990/95 | 2000  | 2010          | 2020  | 2030  | 2010                   | 2020   | 2030   |
| Emissionen in Mill. t CO <sub>2</sub> -Äquivalent |         |       |               |       |       |                        |        |        |
| CH <sub>4</sub>                                   | 139,8   | 86,5  | 70,4          | 65,3  | 64,9  | 70,4                   | 64,1   | 62,4   |
| N <sub>2</sub> O                                  | 81,4    | 55,8  | 54,6          | 54,0  | 54,2  | 54,6                   | 54,0   | 54,2   |
| H-FKW   | 6,4     | 6,6   | 11,8          | 12,8  | 12,8  | 9,5                    | 5,0    | 5,0    |
| FKW   | 1,8     | 0,8   | 0,6           | 0,6   | 0,6   | 0,5                    | 0,4    | 0,4    |
| SF <sub>6</sub>                                   | 6,9     | 4,0   | 3,5           | 5,1   | 5,1   | 2,9                    | 4,4    | 4,4    |
| Gesamt  | 236,2   | 153,8 | 140,8         | 137,9 | 137,6 | 137,9                  | 128,0  | 126,5  |
| Veränderungen gegenüber 1990                      |         |       |               |       |       |                        |        |        |
| In Mill. t CO <sub>2</sub> -Äquivalent            | 0,0     | -82,4 | -95,4         | -98,3 | -98,6 | -98,3                  | -108,2 | -109,7 |
| In %  | 0,0     | -34,9 | -40,4         | -41,6 | -41,7 | -41,6                  | -45,8  | -46,4  |
| Veränderungen gegenüber 2000                      |         |       |               |       |       |                        |        |        |
| In Mill. t CO <sub>2</sub> -Äquivalent            |         | 0,0   | -13,0         | -15,9 | -16,2 | -15,9                  | -25,8  | -27,3  |
| In %  |         | 0,0   | -8,5          | -10,3 | -10,5 | -10,3                  | -16,8  | -17,8  |

Quelle: DIW Berlin, FZ Jülich, FhG-ISI Karlsruhe, Öko-Institut Berlin (2004).

re Maßnahmen, wozu insbesondere ein weitgehender Verzicht auf den Einsatz von H-FKW (z.B. bei Hart- und Montageschäumen) zählt, könnte diese Reduktion auf gut 46 % erhöht werden. Darüber hinaus sind langfristig weitere Verminderungen möglich, die z.B. bei N<sub>2</sub>O von der Entwicklung der Stickstoffeffizienz in der Landwirtschaft abhängen.

Im Vergleich zum Basisjahr sind die Emissionen der Nicht-CO<sub>2</sub>-Treibhausgase (insbesondere aufgrund der Verminderung von CH<sub>4</sub>) bereits um über ein Drittel gesunken. Die verbleibende Reduktion bis 2030 ist von daher insgesamt betrachtet – sowohl absolut als auch relativ – weitaus geringer als die bis dahin anzustrebende weitere Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen. Die Vermeidung von Treibhausgasen muss deshalb auch künftig besonders auf eine CO<sub>2</sub>-Reduktion zielen.

Darüber hinaus führen diese Analysen zu dem Ergebnis, dass für eine Halbierung der Treibhausgasemissionen in Deutschland bis 2030 auch in etwa eine Halbierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in diesem Zeitraum (gemäß dem Reduktionsszenario II) erforderlich ist.

## 5 Fazit

Die Verwirklichung einer zielorientierten und wirksamen Klimaschutzpolitik gilt zu Recht als eine der größten Herausforderungen der Umweltpolitik, weil sie zugleich langfristig und global erfolgen muss. Die von den Klimaforschern abgeleiteten Langfristziele zur Stabilisierung der Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre erfordern vor allem im Bereich der Energieerzeugung und -verwendung drastische Veränderungen, die den gegenwärtigen Markttrends diametral entgegenlaufen. Aufgrund der grenzüberschreitenden Emissionen und Klimawirkungen ist dabei eine internationale Strategie unverzichtbar, um sowohl Ziele als auch Politiken und Maßnahmen weltweit abzustimmen. In diesem Rahmen spielt nationale – wie auch lokale – Klimaschutzpolitik eine wesentliche Rolle.

In Deutschland sind bereits in den 80er Jahren sehr anspruchsvolle nationale Ziele zum Klimaschutz formuliert worden. In den neunziger Jahren sind lange Kataloge politischer Maßnahmen umgesetzt worden, die in jüngster Zeit noch verstärkt und erweitert worden sind. Diese Maßnahmen haben nachweislich erhebliche Wirkungen gezeigt, wenn auch das ursprüngliche Ziel einer Verminderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 25 % bis 2005 bei Weitem verfehlt wird. Auch zur Erreichung des international verbindlichen Ziels, in der Kyoto-Periode (2008–2012) die Emission von Treibhausgasen um 21 % gegenüber dem Basisjahr (1990 bzw. 1995) zu vermindern, müssen die nationalen Anstrengungen zumindest unvermindert fortgesetzt werden.

Dies gilt erst recht, wenn nach der Kyoto-Periode ein Weg zu einer langfristigen Stabilisierung des Klimas eingeschlagen werden soll. Für die Entwicklung in Deutschland sind hierzu Szenarien einer Verminderung der Emissionen um 40 oder 50 % bis 2030 untersucht worden. Nach den Modellrechnungen sind solche Szenarien, die wesentliche Erhöhungen der Energieeffizienz und Veränderungen der Energieträgerstruktur beschreiben, technisch und wirtschaftlich realisierbar. Bei einer ausschließlich nationalen Strategie würden allerdings die Grenzvermeidungskosten zum Ende des Betrachtungszeitraums stark ansteigen. Zur Umsetzung solcher Szenarien müssten die klimaschutzpolitischen Maßnahmen mit zunehmender Intensität fortgesetzt werden. Hierzu wäre auch künftig ein

Bündel unterschiedlicher, sowohl sektoral orientierter als auch übergreifender Maßnahmen erforderlich, wobei ökonomische Instrumente wie Ökosteuern und Zertifikatshandel weiter an Bedeutung gewinnen müssten.

Die Auswirkungen des beginnenden europäischen Emissionshandels lassen sich bisher nur schwer abschätzen. Einschränkungen ergeben sich nicht nur aus der anfänglichen Beschränkung auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen bestimmter Anlagen, sondern auch aus der insgesamt recht großzügigen Zuteilung von Emissionsrechten für die erste Handelsperiode und aus der nicht harmonisierten Behandlung von Neuemittenten. Dennoch könnte ein Handel mit Emissionsrechten künftig insbesondere dazu beitragen, die Kosten der Emissionsvermeidung möglichst gering zu halten. Dies dürfte zunehmend auch durch die Anrechnung von Gutschriften aus CDM- und JI-Projekten gefördert werden.

Selbst wenn sich solche flexiblen Maßnahmen als sehr wirksam erweisen sollten, werden sie die bisherigen Klimaschutzpolitischen Ansätze z.B. zur Energieeinsparung und zur Förderung erneuerbarer Energien nicht vollständig ersetzen können. Deshalb muss mehr und mehr darauf geachtet werden, wie unterschiedliche Instrumente zusammenwirken und wie ihr Einsatz richtig aufeinander abgestimmt werden kann. Ebenso wichtig ist es, die Klimaschutzpolitischen Maßnahmen international und insbesondere in Europa stärker abzustimmen bzw. zu harmonisieren.

Wesentliche Voraussetzungen für den langfristigen Erfolg der Klimapolitik sind allerdings – unabhängig von Fragen der Instrumentenwahl – eine gemeinsame Verständigung über die zu lösenden Probleme und der politische Wille, sich an langfristigen Zielen der Klimastabilisierung zu orientieren und diese international verbindlich zu vereinbaren.

### Literaturverzeichnis

- BMU (2004): Umweltbewusstsein in Deutschland. Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage. *Umweltpolitik*, Juli 2004.
- BMWi (2001): *Nachhaltige Energiepolitik für eine zukunftsfähige Energieversorgung*. Energiebericht. Oktober 2001. Berlin.
- Bundesregierung (1994): *Klimaschutz in Deutschland*. Erster Bericht der Regierung der Bundesrepublik Deutschland nach dem Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen. September 1994.
- Bundesregierung (1997): *Klimaschutz in Deutschland*. Zweiter Bericht der Regierung der Bundesrepublik Deutschland nach dem Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderung. April 1997.
- Bundesregierung (2000): *Nationales Klimaschutzprogramm*. Beschluss der Bundesregierung vom 18. Oktober 2000 (Fünfter Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe CO<sub>2</sub>-Reduktion).
- Bundesregierung (2002): *Dritter Nationalbericht zum Klimaschutz*. Bericht der Bundesrepublik Deutschland an die Vertragsstaatenkonferenz gemäß Artikel 12 Klimarahmenkonvention. Juli 2002.
- DIW Berlin, FZ Jülich, FhG-ISI Karlsruhe, Öko-Institut Berlin (1998): *Methodological Guideline for Assessing the Impact of Measures for Emission Mitigation. Policy Scenarios for Climate Protection. Study on Behalf of the Federal Environmental Agency. Schriften des Forschungszentrums Jülich*. Reihe Umwelt. Bd. 11. Jülich.



- DIW Berlin, FZ Jülich, FhG-ISI Karlsruhe, Öko-Institut Berlin (2004): Politiksznarien für den Klimaschutz. Langfristszenarien und Handlungsempfehlungen ab 2012 (Politiksznarien III). Untersuchungen im Auftrag des Umweltbundesamtes. *Schriften des Forschungszentrums Jülich*. Reihe Umwelt. Bd. 50. Jülich.
- Enquete-Kommission (2002): *Endbericht der Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages „Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und der Liberalisierung“*. Deutscher Bundestag Drucksache 14/9400. 7.7. 2002.
- Hopf, R. und U. Voigt (2001): Instrumente und Maßnahmen zur Realisierung einer nachhaltigen Energieversorgung – Entwicklungspfade im Bereich Mobilität. Gutachten des DIW Berlin im Auftrag des Deutschen Bundestages, vorgelegt dem Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag. Berlin.
- Kemfert, C. und K. Schumacher (2005): Klimaschutz im deutschen Strommarkt: Chancen für Kohletechnologien durch CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -speicherung? *Wochenbericht des DIW Berlin*, 73 (16), 243–248.
- Kloas, J., H. Kuhfeld und U. Kunert (2004): Straßenverkehr: Eher Ausweichreaktionen auf hohe Kraftstoffpreise als Verringerung der Fahrleistungen. *Wochenbericht des DIW Berlin*, 72 (41), 602–612.
- Markewitz, P. und G. Stein (2003): Das IKARUS-Projekt: Energietechnische Perspektiven für Deutschland. *Schriften des Forschungszentrums Jülich*. Reihe Umwelt. Bd. 39. Jülich.
- SPD, Bündnis 90/Die Grünen (2002): Koalitionsvertrag von SPD und Bündnis 90/Die Grünen vom 15.10. 2002.
- Umweltbundesamt (2004): *Deutsches Treibhausgasinventar 1990 – 2002. Nationaler Inventarbericht 2004*. Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen. Ressortabstimmung. März 2004. Berlin.
- WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen) (2003): *Welt im Wandel: Energiewende zur Nachhaltigkeit*. Berlin, Heidelberg, New York.
- Ziesing, H.-J. (2004a): CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland im Jahre 2003: Witterungsbedingt leichte Steigerung. *Wochenbericht des DIW Berlin*, 72 (10), 121–128.
- Ziesing, H.-J. (2004b): Nach wie vor keine sichtbaren Erfolge der weltweiten Klimaschutzpolitik. *Wochenbericht des DIW Berlin*, 72 (37), 523–536.
- Ziesing, H.-J. (2005): Stagnation der Kohlendioxidemissionen in Deutschland im Jahr 2004. *Wochenbericht des DIW Berlin*, 73 (10), 163–172.