

RWI

Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung

Die Klimagasemissionen in Deutschland in den Jahren 2005/2007 und 2008/2012

Endbericht zum

**Forschungsvorhaben im Auftrag des
Bundesverbandes des Deutschen Industrie (BDI)**

Essen, den 30. Juli 2003

Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung
Hohenzollernstr. 1-3, 45128 Essen,
Tel. (0201) 8149 - 0, Fax-Nr. (0201) 8149-200,
Ansprechpartner : H-G. Buttermann – Durchwahl 247, B. Hillebrand - Durchwahl: 233
e-mail: butter@rwi-essen.de, hillebrd@rwi-essen.de

Projektleitung: Bernhard Hillebrand
Bearbeiter: Hans Georg Buttermann

Inhaltsverzeichnis

1.	Problemstellung und Aufbau der Untersuchung.....	1
2.	Basisjahr und Entwicklung bis 2001.....	2
3.	Rahmenbedingungen der Prognose.....	7
4.	Prognose der Treibhausgasemissionen für die beiden Handelsperioden.....	14
5.	Unsicherheiten der Prognose.....	22
5.1	Ausstieg aus der Kernenergie.....	22
5.2	Weltwirtschaftliche Unsicherheiten.....	24
5.3	Binnenwirtschaftliche Unsicherheiten.....	27
6.	Zusammenfassende Bewertung.....	30

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1: Bilanz der sechs Klimagase in Deutschland im Basisjahr und Ziel 2008/12	3
Tabelle 2: Beobachtete Entwicklung der sechs Klimagase in Deutschland, in Mill. t CO ₂ -Äquivalente, 1990 bis 2001	5
Tabelle 3: CO ₂ -Emissionen in Deutschland, in Mill. t, 1990 bis 2001	6
Tabelle 4: Annahmen zur gesamtwirtschaftlichen Entwicklung, 2000 bis 2012.....	8
Tabelle 5: Preisentwicklung ausgewählter Primärenergieträger, 2000 bis 2012.....	10
Tabelle 6: Die gesamtwirtschaftliche Entwicklung in Deutschland, 2005 bis 2012.....	11
Tabelle 7: Produktionsentwicklung in der Industrie, 2005 bis 2007.....	12
Tabelle 8: Produktionsentwicklung in der Industrie, 2008 bis 2012.....	13
Tabelle 9: Spezifische CO ₂ -Emissionen der Industrie, 2005 bis 2007.....	14
Tabelle 10: Spezifische CO ₂ -Emissionen der Industrie, 2008 bis 2012.....	15
Tabelle 11: CO ₂ -Emissionen in der ersten Handelsperiode, 2005 bis 2007.....	16
Tabelle 12: CO ₂ -Emissionen in der zweiten Handelsperiode, 2008 bis 2012.....	18
Tabelle 13: Klimagasemissionen in der ersten Handelsperiode, 2005 bis 2007.....	17
Tabelle 14: Klimagasemissionen in der zweiten Handelsperiode, 2008 bis 2012.....	19
Tabelle 15: Zeitprofil des Ausstiegs aus der Kernenergie, 2005 bis 2020.....	21

Tabelle 16: Ausstieg aus der Kernenergie und CO ₂ -Emissionen, 2005 bis 2012.....	23
Tabelle 17: Alternative weltwirtschaftliche Entwicklungen, 2005 bis 2012.....	25
Tabelle 18: Klimagasemissionen und weltwirtschaftliche Entwicklung, 2008 bis 2012	26
Tabelle 19: Alternative binnenwirtschaftliche Entwicklungen, 2005 bis 2012.....	27
Tabelle 20: Klimagasemissionen und binnenwirtschaftliche Entwicklung, 2008 bis 2012	29
Tabelle 21: Bandbreite der Klimagasemissionen, 2008 bis 2012.....	31

1. Problemstellung und Aufbau der Untersuchung

Am 2. Juli 2003 hat das EU-Parlament in zweiter Lesung den Gemeinsamen Standpunkt des Ministerrats vom 18. März 2003 zur Einführung eines EU-weiten Handels mit Treibhausgasemissionen einschließlich der zuvor im Konsens mit Ministerrat und EU-Kommission erzielten Änderungen gebilligt. Eine endgültige Verabschiedung ist deswegen in naher Zukunft zu erwarten. Die Richtlinie sieht vor, mit Beginn des Jahres 2005 für die aus Anlagen der Energiewirtschaft und ausgewählter energieintensiver Produktionsprozesse¹ stammenden Mengen an Kohlendioxid (CO₂) ein Handelssystem einzuführen und damit einen Teil der Minderungsverpflichtungen, die sich aus dem Kyoto-Protokoll ergeben, zu erfüllen. Da mit dem Emissionshandel nur ein Teil der Minderungsverpflichtungen erfüllt werden kann, müssen die im Rahmen des Handelssystem zugewiesenen Rechte (gemäß Anhang III der Richtlinie) konsistent mit den Emissionszielen der EU insgesamt wie auch der einzelnen Mitgliedstaaten sein. Der Zuweisung von Emissionsrechten an einzelne Anlagen muss ein nationaler Allokationsplan vorausgehen, der mit den im EU-burden-sharing festgelegten Emissionszielen und der nationalen Klimaschutzpolitik konsistent ist.

In Deutschland sind seit Beginn der neunziger Jahre eine Vielzahl von Maßnahmen ergriffen worden, mit denen eine Reduktion der klimawirksamen Spurengase erreicht werden soll. Das Maßnahmenbündel reicht von ordnungsrechtlichen Ge- und Verboten über zusätzliche Steuern und Abgaben bis hin zu freiwilligen Vereinbarungen. Eine besondere Bedeutung haben dabei die Klimavereinbarungen der Wirtschaft und die Vereinbarung zur CO₂-Minderung und KWK-Förderung.

Die folgende Analyse baut auf diesem Maßnahmenbündel auf und versucht, auf Basis der bislang beobachteten Entwicklung und unter Vorgabe von weltwirtschaftlichen, sektoralen und gesamtwirtschaftlichen Vorgaben die Entwicklung der CO₂-Emissionen

¹ Mit der Konzentration auf diese Anlagen sollen zum einen die Überwachungskosten des Handelssystems relativ niedrig, zum anderen ein bedeutender Teil der CO₂-Emissionen insgesamt durch das Handelssystem erfasst werden, auch wenn dadurch kostengünstige Minderungspotentiale in anderen Bereichen etwa bei der Wohnraumbeheizung ausgeschlossen sind.

und der übrigen fünf Klimagasen für die nächsten zehn Jahre zu ermitteln. Der Vorgabe der EG-Richtlinie zum Emissionshandel entsprechend werden dabei zwei Budgetperioden, nämlich die Zeiträume 2005 bis 2007 sowie 2008 bis 2012, unterschieden.

Für diese Prognose liefern die in der Vergangenheit erkennbaren Muster wichtige Anhaltspunkte, auch wenn eine lineare Fortschreibung der bisherigen Entwicklung kaum sinnvoll ist. Aus diesem Grund wird im folgenden ersten Abschnitt zunächst die bis Ende 2001 beobachtete Entwicklung der CO₂-Emissionen und der übrigen fünf Klimagasen beschrieben, bevor in den weiteren Abschnitten die zu erwartende Entwicklung dargestellt wird.

Die Bilanz der Klimagasemissionen wird jedoch nicht nur von freiwilligen Vereinbarungen und gesetzlichen Regelungen beeinflusst, sondern hängt von der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung, von strukturellen Veränderungen, technischen Einsparpotenzialen und Innovationen und nicht zuletzt von den Energiepreisen ab, die im Extremfall dazu führen können, dass die gesetzten Ziele nicht oder nur mit erheblichem zusätzlichem Aufwand erreicht werden können. Um diesen Unsicherheiten Rechnung zu tragen, werden in einem eigenständigen Abschnitt ausgewählte Szenarien bis zum Jahr 2012 vorgestellt und auf dieser Basis Gründe dafür angeführt, dass die dem nationalen Allokationsplan zugrunde gelegte Entwicklung nur eine mögliche Variante der zukünftigen Entwicklung darstellt.

Besonders hervorzuheben ist dabei, dass diese Unsicherheiten nicht aus der energiewirtschaftlichen Entwicklung oder aus umweltpolitischen Maßnahmen resultieren, sondern das Ergebnis weltwirtschaftlicher oder binnenwirtschaftlicher Einflussfaktoren sind und insoweit nur begrenzt durch die Klimaschutzpolitik beeinflusst werden können.

Die Untersuchung schließt mit einer Zusammenfassung der Ergebnisse und den daraus ableitbaren Konsequenzen für die Klimaschutzpolitik und die staatlichen Institutionen, die mit der Überwachung des Emissionshandels beauftragt werden sollen.

2. Basisjahr und die Entwicklung bis 2001

Basisjahr der internationalen Klimavereinbarungen ist das Jahr 1990. Das in diesem Jahr beobachtete Niveau der Klimagasemissionen ist die Grundlage für die bis zur ersten Budgetperiode zu erbringenden Emissionsminderungen. Deutschland hat sich im Rahmen des EU-burden-sharing verpflichtet, seine Treibhausgasemissionen gegenüber 1990 um 21 % zu reduzieren. Das absolute Minderungsziel ergibt sich durch Multiplikation dieser Prozentzahl mit den Emissionen des Basisjahres.

Für das konkrete Minderungsziel ist dabei von Bedeutung, dass nach Art. 3 Absatz 8 des Kyoto-Protokolls die Vertragsstaaten die Möglichkeit haben, als Basisjahr für die drei fluorierten Treibhausgase HFC, PFC und SF₆ entweder das Jahr 1990 oder 1995 zu

Tabelle 1

Bilanz der sechs Klimagase in Deutschland im Basisjahr und Ziel 2008/12 in Mill. t CO ₂ -Äquivalente				
Sektor	Dritter Nationalbericht	EEA 2002	UBA 2003	EEA 2003
Basisjahr 1990				
Kohlendioxid	1 014,5	1 014,5	1 014,4	1 014,4
Methan	110,7	110,7	101,1	99,1
Stickstoffdioxid	88,6	88,6	87,9	87,9
HFC	2,3	2,3	3,5	3,5
PFC	2,7	2,7	2,7	2,7
SF ₆	3,9	3,9	3,9	3,9
Insgesamt	1 222,7	1 222,7	1213,5	1 211,5
Ziel 2008/12	965,9	965,9	958,7	957,1
Minderungen	256,8	256,8	254,8	254,4
Gemischtes Basisjahr 1990/95				
Kohlendioxid	1 014,5	1 014,5	1 014,4	1 014,4
Methan	110,7	110,7	101,1	99,1
Stickstoffdioxid	88,6	88,6	87,9	87,9
HFC	3,1	3,1	6,4	6,4
PFC	1,8	1,8	1,8	1,8
SF ₆	6,2	6,2	6,6	6,6
Insgesamt	1 225,0	1 225,0	1 218,2	1 216,2
Ziel 2008/12	967,8	967,8	962,4	960,8
Minderungen	257,2	257,2	255,8	255,4
Quelle: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Umweltbundesamt sowie Europäische Umweltagentur.				

wählen. Für Deutschland hätte die Entscheidung für das Jahr 1995 zur Folge, dass das Niveau der Klimagasemissionen im Basisjahr bei 1225 Mill. t, das Minderungsziel im Durchschnitt der Jahre 2008/12 bei 967,8 Mill. t CO₂-Äquivalenten läge. Der Wechsel auf das Jahr 1990 wäre mit geringfügigen Korrekturen dieser Minderungsverpflichtungen von 2 Mill. t auf 965,9 Mill. t CO₂-Äquivalenten verbunden, erscheint also fast vernachlässigbar (vgl. Tabelle 1).

Ein erkennbar größerer Effekt geht von den Korrekturen aus, die in den letzten Jahren an den Berechnungsmethoden zur Ermittlung der Klimagasbilanzen vorgenommen wurden. Denn diese Revisionen, die nicht nur Korrekturen der aktuellen Entwicklung umfassen, sondern für Deutschland auch eine Verringerung der Emissionen im Basisjahr

nach sich ziehen, sind bei gleicher prozentualer Reduktion gleichbedeutend mit einer Verschärfung der absoluten Minderungsverpflichtungen. So müsste Deutschland die Klimagasemissionen auf 957,1 Mill. t CO₂-Äquivalente verringern, wenn die jüngsten Berechnungen der Europäischen Umweltagentur zur Grundlage der Minderungsverpflichtungen erklärt würden.²

Da dieser Revisionsprozess offenbar noch nicht endgültig abgeschlossen ist, die Zielmarken insoweit noch nicht eindeutig feststehen, werden der folgenden Untersuchung die im Rahmen des dritten Nationalberichts der Bundesregierung an die Vertragsstaatenkonferenz vom 18. Oktober 2000 erstellten Bilanzen zugrunde gelegt.³ Danach belaufen sich die Minderungsverpflichtungen auf 257,2 Mill. t und das Minderungsziel beträgt im Durchschnitt der Jahre 2008/12 (erste Budgetperiode) 967,8 Mill. t CO₂-Äquivalente.

Die Verringerung der CO₂-Emissionen steht in Deutschland seit Anfang der neunziger Jahre auf der politischen Agenda. Auch wenn die bislang beobachteten Emissionsminderungen vielfältige Ursachen haben, so kann diese Politik durchaus als erfolgreich bezeichnet werden. Denn seit 1990 verringerte sich der Ausstoß der sechs klimawirksamen Spurengase um 19% (vgl. Tabelle 2). Dabei gehen die Minderungserfolge sowohl auf die Verringerung der CO₂-Emissionen als auch der übrigen fünf Klimagase zurück: die CO₂-Emissionen sind – bereinigt um Witterungseffekte und Auslastungsschwankungen - um 145,0 Mill. t bzw. 14,3 %, die übrigen Treibhausgase unbereinigt um 74,8 Mill. t bzw. 36,0 % gesunken.

Diese Minderungserfolge sind allerdings nicht allein das Ergebnis einer erfolgreichen Klimaschutzpolitik, sondern auch anderen Faktoren zuzuschreiben, die diese Entwicklung zum Teil maßgeblich mitgeprägt haben. In Deutschland trug vor allem die Wiedervereinigung und die damit verbundene Modernisierung des gesamten Kapitalstocks in der ehemaligen DDR in hohem Maße zu den erreichten Emissionsminderungen bei.⁴ Es überrascht insoweit nicht, dass sich die Emissionen der sechs Klimagase in den ersten fünf Jahren um reichlich 152 Mill. t, seit 1995 jedoch nur noch um 65,4 Mill. t verringert haben.

Für die folgende Vorausschätzung ist diese Feststellung von erheblicher Bedeutung, da

² Einzelheiten vgl. European Environment Agency (Hrsg.), Annual European Community greenhouse gas inventory 1990-2001 and inventory report 2003, Submission to the UNFCCC Secretariat, Kopenhagen, April 2003.

³ Einzelheiten vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.), Dritter Bericht der Regierung der Bundesrepublik Deutschland nach dem Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaveränderungen, Berlin 2000, S. 43.

⁴ Für eine detaillierte Analyse der Entwicklung in West- und Ostdeutschland vgl. Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, Ursachen der CO₂-Entwicklung in Deutschland in den Jahren 1990 bis 1995, Berlin und Karlsruhe 1997.

Tabelle 2

Beobachtete Entwicklung der sechs Klimagase in Deutschland 1990, 1998 bis 2001, in Mill. t CO ₂ -Äquivalente					
Sektor	1990	1998	1999	2000	2001*
nach Gasen					
Kohlendioxid ¹	1 014,5	886,0	859,2	857,9	870,2
Methan	110,7	65,2	63,9	60,6	58,3
Stickstoffdioxid	88,6	63,8	60,2	60,1	60,2
HFC	2,3	4,3	5,3	7,7	8,1
PFC	2,7	1,7	1,7	1,7	1,7
SF ₆	3,9	5,5	3,5	3,4	3,3
Insgesamt	1 222,7	1 026,5	993,8	991,4	1 001,8
beobachtete CO ₂ -Emissionen nach Hauptsektoren					
Energiewirtschaft ³	394,1	333,5	323,5	333,9	347,4
Industrie ⁴	238,9	163,1	156,9	163,2	153,1
darunter:					
Sektoren der Klimavereinbarung	169,4	132,9	127,4	129,9	122,4
Verkehr	162,9	181,1	187,0	183,0	178,2
Gewerbe, Haushalte	218,5	208,3	191,8	177,8	191,5
Insgesamt	1 014,4	886,0	859,2	857,9	870,2
bereinigte CO ₂ -Emissionen nach Hauptsektoren ²					
Energiewirtschaft ³	394,1	332,5	322,6	333,7	346,5
Industrie ⁴	238,9	167,8	162,1	165,2	158,4
darunter:					
Sektoren der Klimavereinbarung	169,4	133,2	130,1	128,5	128,0
Verkehr	162,9	180,6	186,5	182,3	177,6
Gewerbe, Haushalte	218,5	188,6	188,1	188,2	188,0
Insgesamt	1 014,4	869,5	859,3	869,4	870,5
Quelle: Angaben der Europäischen Umweltagentur und eigene Schätzungen. ⁻¹ beobachtete Werte. ⁻² um Temperatur- und Auslastungsschwankungen bereinigte Werte. – ³ ohne Industriekraftwerke. ⁻⁴ einschließlich Industriekraftwerke und prozessbedingte CO ₂ -Emissionen, jedoch ohne CO ₂ -Emissionen aus der energetischen Verwertung von Sekundärbrennstoffen und Energierohstoffen. -*)vorläufige Angaben.					

sie verdeutlicht, dass eine unbesehene Extrapolation der bisher erzielten Minderungserfolge in die Zukunft hinein zu erheblichen Überschätzungen der Minderungsmöglichkeiten führen kann. Umgekehrt gilt jedoch auch, dass eine Zunahme der Emissionen in der Vergangenheit keine automatische Begründung für weiter steigende Emissionen in der Zukunft ist. So konnten im Verkehrsbereich die direkten

Tabelle 3

CO₂-Emissionen¹ in Deutschland					
nach Verursachergruppen, 1990 und 1998 bis 2001					
in Mill. t					
Sektor	1990	1998	1999	2000	2001*
	Energiewirtschaft ²				
Kraft-, Heizkraftwerke	320,7	293,9	285,4	294,7	310,3
darunter:					
Kraftwerke nach Monitoringkonzept	297,0	268,0	272,0	281,0	294,5
Heizwerke	16,0	5,4	4,8	4,5	4,3
Verbund-Kraftwerke	34,1	13,9	13,3	12,5	10,9
Raffinerien	20,2	17,1	17,2	20,2	19,4
Kohlenbergbau	3,0	2,2	1,9	1,8	1,6
Insgesamt	394,1	332,5	322,6	333,7	346,5
	Industriesektoren der Klimavereinbarung ⁶				
Kaliindustrie	4,2	1,1	1,1	1,0	1,1
Zement ³	24,8	23,3	22,6	21,9	21,4
Kalk ³	8,6	7,9	7,8	8,1	7,8
Fliesen und Platten	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3
Ziegelindustrie ³	1,9	1,7	1,8	1,8	1,7
Feuerfest-Industrie	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2
Stahlindustrie ⁴	61,6	53,1	52,1	51,9	51,4
NE-Metalle	2,8	2,5	2,4	2,3	2,4
Chemie	40,8	25,8	24,8	24,1	24,7
Papier und Pappe	9,3	7,6	7,4	7,2	6,8
Glasindustrie ^{3, 5}	5,0	4,1	4,2	4,3	4,1
Textilindustrie	2,9	1,5	1,6	1,6	1,5
Zuckerindustrie	4,4	2,4	2,2	2,2	2,9
Elektrotechnik	2,2	1,6	1,6	1,7	1,7
Insgesamt	169,4	133,2	130,1	128,5	128,0
Industrie, insgesamt	238,9	167,8	162,1	165,2	158,4
Eigene Berechnungen. - ¹ um Temperatur- und Auslastungsschwankungen bereinigte Werte. - ² ohne Industriekraftwerke. - ³ einschließlich prozessbedingte CO ₂ -Emissionen, jedoch ohne CO ₂ -Emissionen aus der energetischen Verwertung von Sekundärbrennstoffen und Energierohstoffen. - ⁴ CO ₂ -Emissionen aus Brennstoff- und Reduktionsmitteleinsatz. - ⁵ ohne Wasserglas. - ⁶ einschließlich Industriekraftwerke. -*) Vorläufige Angaben.					

CO₂-Emissionen in den letzten Jahren um fast 10 Mill. t reduziert werden, obwohl bis Ende der neunziger Jahre die Emissionen in diesem Bereich stetig gestiegen sind⁵

Ähnliche Entwicklungstendenzen gelten namentlich auch für die CO₂-Emissionen. Denn auch für dieses von allen Klimagasen wichtigste Gas sind die Minderungserfolge insgesamt (wie auch die Reduktionsbeiträge der Sektoren, die die Klimavereinbarung repräsentieren) in den letzten Jahren deutlich geringer ausgefallen als noch zu Beginn der neunziger Jahre.

Dabei ist zu beachten, dass die CO₂-Emissionen eines bestimmten Jahres u.a. infolge von Witterungseinflüssen und konjunkturellen Minder- oder Mehrauslastungen zum Teil deutlich von der mittelfristig beobachteten Entwicklung abweichen können. So ist der Rückgang in den Jahren 1999 und 2000 (vgl. Tabelle 3) maßgeblich auf die im Vergleich zu 1990 wärmere Witterung und das Produktionswachstum in einzelnen Sektoren des Verarbeitenden Gewerbes zurückzuführen, die wegen der hohen Auslastung der Produktionskapazitäten eine Verringerung des spezifischen Energieverbrauchs und der spezifischen CO₂-Emissionen und damit eine Verbesserung der CO₂-Bilanz zur Folge hatten, die nicht den mittel- und langfristigen Effizienzverbesserungen entspricht. Nach Ausschaltung dieser Effekte ist die Entwicklung deutlich stetiger, die Ausschläge in den einzelnen Jahren entsprechend geringer. Gleichwohl lassen auch die witterungs- und auslastungsbereinigten Emissionsdaten einen Anstieg in den letzten Jahren erkennen, der vor allem von der Entwicklung in der Energiewirtschaft und hier insbesondere von den Kraftwerken und Heizkraftwerken verursacht wurde.⁶

In dieser Entwicklung kommt u.a. zum Ausdruck, dass Effizienzverbesserungen und Brennstoffsubstitutionen durch das Produktions- und Verbrauchswachstum aufgewogen werden können. So nahm zwischen 1995 und 2001 die Stromerzeugung in öffentlichen Kraftwerken um knapp 60 TWh zu, was bei einem Ausstoß von 590 g/kWh gleichbedeutend mit einem Anstieg der absoluten CO₂-Emissionen um 35,4 Mill. t ist. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass in diesem Zeitraum Kraftwerke von der Industrie in die allgemeine Versorgung umgruppiert und zudem im Rahmen von

⁵ Die CO₂-Emissionen im Verkehr umfassen die Emissionen des Straßenverkehrs, des Schienenverkehrs und der Binnenschifffahrt sowie die CO₂-Emissionen des Dieselverbrauchs in der Landwirtschaft. Der Luftverkehr bleibt im folgenden unberücksichtigt.

⁶ Die für die Kraft- und Heizkraftwerke ausgewiesenen CO₂-Emissionen enthalten auch die in Heizkraftwerken der allgemeinen Versorgung für die Wärmeerzeugung eingesetzten Brennstoffe und deren CO₂-Emissionen, die nach Angaben des Statistischen Bundesamtes in den einzelnen Jahren zwischen 20 und 22 Mill. t liegen. Diese Emissionen erhöhen demnach die Gesamtbilanz der Kraft- und Heizkraftwerke und unterscheiden sich von den CO₂-Bilanzen, die in den bisherigen Monitoring-Berichten verwendet wurden, um die der Wärme zugerechneten CO₂-Emissionen. Außerdem ist die Kernenergie mit der tatsächlichen und nicht –wie in den Monitoring-Berichten – mit der durchschnittlichen Erzeugung der neunziger Jahre in die Bilanz eingestellt. Diese konzeptionellen Unterschiede können für die letzten Jahre mit jeweils rund 7 Mill. t CO₂-Emissionen angesetzt werden. Für die Konzeption des Monitoring-Berichts vgl. etwa [Buttermann, Hillebrand, 2002](#).

Contracting-Modellen bislang von der Industrie selbst betriebene Kraftwerke von der allgemeinen Versorgung übernommen wurden. Folglich wird dieser Anstieg in der allgemeinen Versorgung zu etwa einem Drittel durch einen Rückgang der Stromerzeugung in der Industrie und den Bergbau-Verbundkraftwerken kompensiert⁷

3. Rahmenbedingungen der Prognose

Die im folgenden vorgestellten Prognosen sind grundsätzlich als bedingte Vorausschätzungen zu verstehen. Sie zeigen die Entwicklung ausgewählter gesamtwirtschaftlicher, sektoraler und energiewirtschaftlicher Größen unter Vorgabe einiger Rahmenfaktoren, der sogenannten exogenen Variablen⁸. Zu diesen exogenen Variablen gehören vor allem die demographische Entwicklung, außenwirtschaftliche Veränderungen sowie Normen und Regeln, die ausschließlich politischen Einflüssen unterliegend. Dies ist unmittelbar einsichtig in Bezug auf das Wachstum der Bevölkerung und ihre Zusammensetzung nach Alter und Geschlecht, die Entwicklung des Welthandels und die Entwicklung wichtiger Rohstoffpreise; diese Faktoren prägen zwar unmittelbar das Niveau der wirtschaftlichen Aktivitäten, werden aber selbst nicht bzw. kaum spürbar von den binnenwirtschaftlichen Aktivitäten beeinflusst. Ähnliches gilt *mutatis mutandis* für die vom Staat gesetzten Rahmenbedingungen, also etwa die Einkommen- und Körperschaftsteuersätze, die Sozialgesetze oder das allgemeine Wettbewerbsrecht.

Für die *Bevölkerungsentwicklung* liegen mit den demographischen Modellrechnungen relativ verlässliche Daten über die natürliche Bevölkerungsbewegung, d.h. die Entwicklung der Bevölkerungsstrukturen und -größe auf der Basis von altersspezifischen Geburten- und Sterbeziffern, vor⁹. Diese Ziffern haben sich in den letzten Jahren (wieder) als einigermaßen stabil erwiesen, so dass langfristige Bevölkerungsprognosen insoweit zum Standardprogramm der amtlichen Statistik gehören. Demgegenüber ist die Prognose der Wanderungen über die Grenzen des Staatsgebietes mit beträchtlichen Unsicherheiten verbunden. Auf lange Frist dürften die Erweiterung der EU, anhaltende politische Risiken in vielen Regionen der Welt und eine erkennbar zunehmende internationale Mobilität den Nettozustrom aus dem Ausland verstärken. Unter diesen Voraussetzungen ist bis zum Jahre 2015 mit einem leichten Rückgang der Bevölkerung auf 80,9 Mill. Personen zu rechnen (vgl. Tabelle 4).

Diese Bevölkerungsentwicklung wird - wie allgemein bekannt - von deutlichen Veränderungen der *Altersstruktur* begleitet: Bis zum Jahr 2020 wird der Jugendquotient,

⁷ So verringerte sich die statistisch erfasste Stromerzeugung in der Industrie und den Bergbau-Verbundkraftwerken seit 1995 um 18,7TWh, davon entfielen allein auf die Bergbauverbundkraftwerke 14,8 und auf die chemische Industrie 3,2 TWh.

⁸ Da die Vorgabe dieser exogenen Faktoren selbst mit zum Teil erheblichen Unsicherheiten behaftet ist, werden einige dieser Variablen im fünften Abschnitt modifiziert.

⁹ Einzelheiten vgl. Statistisches Bundesamt (Hrsg.), Ergebnisse der neunten koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung, Metzler und Pöschel, Stuttgart 2000.

Tabelle 4

Annahmen zur gesamtwirtschaftlichen Entwicklung in Deutschland					
2000 bis 2015					
	Einheit	2000	2005	2010	2015
Demographie					
Bevölkerung	Mill.	81,9	81,7	81,4	80,9
Haushalte	Mill.	37,9	39,2	39,7	39,5
Binnenwirtschaft					
Sozialversicherungstarif	%	39,3	40,0	40,0	40,0
Tariflohn, nominal	/h	18,3	21,3	25,4	29,3
Mehrwertsteuersatz	%	16,0	17,0	18,0	19,0
Nominalzins	%	4,7	4,9	5,1	5,3
Außenwirtschaft					
Wechselkurs	/\$	1,08	1,00	1,00	1,00
Welthandelsvolumen ¹	%	5,0	5,0	5,0	5,0

Eigene Berechnungen; - ¹Jahresdurchschnittliche Veränderungsrate

d.h. das Verhältnis der Zahl der unter 20jährigen zur Zahl der 20 bis 60jährigen auf etwa 31 % sinken (2000: 39 %); der Altenquotient, der den entsprechenden Anteil der über 60jährigen ausdrückt, von 41,5 % auf über 50 % steigen. Diese Entwicklung kann nicht ohne Einfluss auf das *Erwerbspersonenpotential* bleiben, d.h. auf jenen Teil der Bevölkerung, der an einer Erwerbstätigkeit interessiert ist. Zur Abschätzung des Erwerbspotentials wurde hier angenommen, dass der Anteil der Erwerbspersonen im Alter von 20 bis 60 Jahren an der Bevölkerung in dieser Altersgruppe wie in der Vergangenheit noch leicht steigt, und zwar von 83,5 % im Jahre 2000 auf 84,5 % im Jahre 2020. In dieser steigenden Erwerbsquote spiegeln u.a. eine wachsende Erwerbsneigung der Frauen, die - nicht zuletzt als Folge höherer Qualifikation - deutlich häufiger und länger als früher eine Erwerbstätigkeit aufnehmen.

Für eine exportorientierte Volkswirtschaft wie Deutschland ist die Entwicklung des Welthandels von erheblicher Bedeutung. Dabei ist gerade die Prognose dieser exogenen Größe mit erheblichen Unsicherheiten behaftet. Dazu tragen zum einen politische Faktoren wie das Gefährdungspotential durch den internationalen Terrorismus oder die Spannungen in verschiedenen Regionen der Welt bei, zum anderen aber auch ökonomische Risiken, die aus Ungleichgewichten in den staatlicher Einnahmen und Ausgaben oder der Leistungsbilanzen resultieren. Diesen Unsicherheiten wird im folgenden insoweit Rechnung getragen, als für die Wachstumsrate des *Welthandelsvolumens* eine Bandbreite möglicher Entwicklungen angenommen wird. Die obere Grenze wird bei einer Entwicklung liegen, die der Dynamik in den neunziger Jahren nahe kommt und von einem störungs- und krisenfreien Wachstum geprägt ist. Sie wird zusätzlich gefördert durch die Osterweiterung der Europäischen Union: der Welthandel wächst in dem gesamten Zeitraum um jährlich 6%. Die untere Grenze beschreibt demgegenüber ein Szenario, das eher von den Erfahrungen der letzten Jahre ausgeht und auch auf längere Sicht Terroranschläge, ökonomische Ungleichgewichte

und kriegerische Auseinandersetzungen für möglich hält: der Welthandel wächst in dem gesamten Zeitraum nur um jährlich 2,5%. Innerhalb dieser Bandbreiten wird in den folgenden Berechnungen zunächst eine mittlere Variante zugrunde gelegt, bei der das Welthandelsvolumen um jährlich 5% wächst.

Bei den *finanzpolitischen Vorgaben* wird angenommen, dass die im internationalen Vergleich überdurchschnittliche hohe Abgabenquote langfristig zurückgeführt werden wird. Für die Mehrwertsteuer wird unterstellt, dass im Zuge der EU-weiten Harmonisierung der Steuersätze bis 2010 eine schrittweise Anhebung des Mehrwertsteuersatzes auf 18% erfolgt. Mögliche Einnahmeüberschüsse aus der Mehrwertsteuer können zum Abbau des staatlichen Defizits verwendet werden.

Für den Nominalzins, hier gemessen an der Umlaufrendite festverzinslicher Wertpapiere, wird angenommen, dass dieser sich in den nächsten Jahren nicht grundlegend ändert und deshalb über den gesamten Zeitraum bei etwa 5% liegt. Allerdings wird eine grundlegend andere Entwicklung als Alternativszenario im nächsten Abschnitt betrachtet.

Tabelle 5

Preisentwicklung ausgewählter Primärenergieträger							
2000 bis 2012							
Energieträger	Einheit	2000	2005	2008	2010	2012	
Erdöl	real ¹	\$/barrel	28,80	25,00	25,00	25,00	25,00
	Nominal	\$/barrel	28,80	26,70	28,10	29,10	30,00
Importsteinkohle	real ¹	\$/t	36,85	41,00	41,00	41,00	41,00
	nominal	\$/t	36,85	43,70	46,00	47,50	49,00
Erdgas	real ¹	/MWh	10,25	10,65	10,65	10,65	10,65
	nominal	/MWh	10,25	11,40	12,00	12,35	12,80

Eigene Berechnungen- ¹in Preisen von 2000.

Über diese demographischen und weltwirtschaftlichen Vorgaben hinaus sind die Energiepreise eine wichtige Determinante der zukünftigen Entwicklung. Dabei werden diese auch in Zukunft maßgeblich von der Entwicklung der Erdölpreise abhängen. In dieser Prognose wird angenommen, dass der Weltrohölpreis nach Bereinigung um die Weltinflationsrate bis zum Jahr 2010 real nahezu konstant bleibt. Dabei ist nicht ausgeschlossen, dass dieser mittelfristig stabile Preispfad durch politische Konflikte in einzelnen Jahren zum Teil empfindlich gestört werden kann. Dieser Preispfad prägt mit geringen Abweichungen auch die Entwicklung der Preise bei allen übrigen Energien (vgl. Tabelle 5).

Über die makroökonomischen Rahmenbedingungen hinaus sind für die Entwicklung der CO₂-Emissionen in den einzelnen Bereichen der Volkswirtschaft die gesetzlichen Vorgaben von Bedeutung, die insbesondere die Umweltpolitik und hier insbesondere die Klimaschutzpolitik zu treffen haben. Charakteristisch für diese Vielzahl von gesetzlichen Regelungen war bislang, dass diese gerade nicht gesamtwirtschaftlich und damit sektorneutral, sondern in der Regel auf die Verringerung der Umweltbelastungen spezifischer Produktions- oder Verbrauchsprozesse zugeschnitten waren und insoweit die sektorale Strukturbildung zum Teil erheblich beeinflusst haben.

Dazu zählen insbesondere die nationalen Beschlüsse zur Steigerung der Energieeffizienz oder zum Ausbau regenerativer Energiequellen, die in folgenden Gesetzen festgehalten sind:

- das Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz-EEG),
- das Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz),
- die Energieeinsparverordnung (EnEV),
- die Fortführung der ökologischen Steuerreform.

Für die Zukunft sollten diese sektorspezifischen Eingriffe eigentlich an Bedeutung verlieren, denn der Emissionshandel ist kein add-on-, sondern ein alternatives Instrument der Klimaschutzpolitik, das zumindest teilweise die bestehenden Maßnahmen und Instrumente ersetzen kann. Ob diese Umorientierung allerdings tatsächlich gelingt, hängt nicht zuletzt vom Emissionshandel selbst und den damit erzielten ökonomischen und ökologischen Effizienzgewinnen ab.

Grundsätzlich ist nämlich bei der Projektion zukünftiger Treibhausgasemissionen zwischen den am Emissionshandel beteiligten und den übrigen Sektoren zu unterscheiden. Im Unterschied zu den nicht am Handel beteiligten Bereichen stellt die Menge der zugeteilten Emissionsrechte für die am Handel beteiligten Anlagen und Anlagenbetreiber eine verbindliche absolute Emissionsbegrenzung dar, die nur durch den Zukauf von Emissionsrechten, die je nach Marktlage mit hohen oder niedrigeren Zusatzkosten verbunden sein können, aufgebrochen werden kann.

Im Hinblick auf die Entwicklung der CO₂-Emissionen von besonderer Bedeutung ist der Beschluss der Bundesregierung zum Ausstieg aus der Kernenergie. Auch wenn der vollständige Ersatz der Kernkraftwerke erst jenseits der ersten Verpflichtungsperiode ansteht, so müssen für die Handelsperioden der Jahre 2005/07 sowie 2008/12 die für diese beiden Zeiträume erforderlichen Mehremissionen, die sich aus dem Ersatz der Kernkraftwerke ergeben, angemessen berücksichtigt werden.

Unter diesen exogenen Vorgaben ergibt sich für die Wirtschaft in Deutschland von 2005 bis 2012 eine vergleichsweise günstige Entwicklung. Das Bruttoinlandsprodukt wächst

Tabelle 6

Die gesamtwirtschaftliche Entwicklung in Deutschland¹								
Jahresdurchschnittliche Wachstumsraten in %, 2005 bis 2012/								
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Privater Verbrauch	1,6	2,0	1,8	2,0	2,1	2,0	1,9	1,9
Staatsverbrauch	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Ausrüstungen	3,7	4,0	3,8	3,8	3,7	3,2	3,4	3,2
Bauten	0,5	0,9	0,9	1,0	1,0	0,7	1,0	0,7
Ausfuhr	5,6	4,3	4,7	4,5	4,5	3,5	4,5	4,2
Einfuhr	3,3	2,9	3,2	3,1	3,1	2,5	3,0	2,7
Bruttoinlandsprodukt	1,9	2,0	2,0	2,0	2,0	1,4	1,9	1,7

Eigene Berechnungen- ¹in Preisen von 1995.

mit einer durchschnittlichen jährlichen Rate von etwa 2,0% (jahresdurchschnittliche Veränderung des BIP in Preisen von 1995 gegen vorherigen Zeitpunkt, vgl. Tabelle 6) - und damit wieder etwas rascher als im Durchschnitt der letzten zehn bzw. zwanzig Jahre, aber merklich langsamer als in den letzten 25 oder gar 40 Jahren.

Dieses Wachstum wird überwiegend von den Ausrüstungsinvestitionen getragen (mit 3,8 % jahresdurchschnittlicher Veränderung in Preisen von 1995); die Bauinvestitionen werden dagegen auch im Prognosezeitraum das gesamtwirtschaftliche Wachstum eher dämpfen (mit knapp 1 % Wachstum). Dominierende Nachfragekomponente bleibt freilich der private Verbrauch (mit einem Anteil am Bruttoinlandsprodukt von 55,8% und einer dem gesamtwirtschaftlichen Wachstum entsprechenden realen Zunahme von 1,8 bis 2,1 % p.a.), während der Staatsverbrauch annähernd stagniert (0,3%). Für die gesamtwirtschaftlichen Exporte wird ein Wachstum von 4,5%, für die Importe von 3,2 % prognostiziert. Dies impliziert, dass die hohe außenwirtschaftliche Verflechtung der deutschen Wirtschaft auch in Zukunft im Wesentlichen erhalten bleiben wird.

Zu dieser gesamtwirtschaftlichen Entwicklung werden nach unseren Erwartungen die einzelnen Wirtschaftszweige unter den getroffenen Prämissen in unterschiedlicher Weise beitragen. Die Produktion im Verarbeitenden Gewerbe erhöht sich bis zum Jahr 2007 (Ende der ersten Budgetperiode) mit einer jahresdurchschnittlichen Rate von 2,8 %, in der Zeit von 2008 bis 2012 verlangsamt sich das Wachstum auf 2,2 % p.a.¹⁰ Innerhalb des Verarbeitenden Gewerbes wachsen vor allem die energie- und rohstoffintensiven Grundstoffbereiche unterdurchschnittlich. Der Bereich Stahl und Eisen wird in der Zeit bis 2012 mit etwa 0,3%-Punkte pro Jahr moderat wachsen, die Herstellung von Steinen und Erden und Baustoffen in realer Rechnung zunächst fast

¹⁰ Beim Vergleich dieser Wachstumsraten mit den in Tabelle 7 bzw. 8 ausgewiesenen physischen Produktionsleistungen ist zu berücksichtigen, dass in einigen energieintensiven Grundstoffbereichen der Wertgehalt der Produktion zunimmt, das Wachstum in realer Rechnung daher höher liegt als das Wachstum der Mengenproduktion.

Tabelle 7

Produktionsentwicklung in der Industrie nach Sektoren der Klimavereinbarung, erste Handelsperiode					
Sektor	Einheit	2005	2006	2007	jahresd. %-Ver.
Kali	Mill. t Rohsalz	37,8	37,8	37,8	0,0
Zement	Mill. t Zement	31,2	31,3	31,7	0,5
Kalk	Mill. t Kalk	6,7	6,8	6,8	0,5
Fliesen	Mill. t Fliesen	1,0	1,0	1,0	0,0
Ziegel	Mill. t Ziegel	15,7	15,8	15,8	0,0
Feuerfest	Mill. t Feuerf.	1,2	1,2	1,2	0,0
Stahl	Mill. t Rohstahl	45,5	45,7	45,9	0,4
NE-Metalle	Mill. t Metall	8,8	9,1	9,4	2,3
Chemie	Produktionsindex	131,6	135,0	139,2	1,9
Papier	Mill. t Papier	20,5	21,3	21,9	2,2
Glas	Mill. t Glas	7,8	8,1	8,5	2,8
Textil	Produktionsindex	68,1	67,9	68,4	0,2
Zucker	Mill. t Rübenver.	29,3	29,7	30,0	0,7
El.-technik	Mill.	156,4	162,1	168,5	2,5

Eigene Berechnungen.

stagnieren, danach mit geringen Wachstum wieder Anschluss an die Entwicklung im Verarbeitenden Gewerbe zu finden versuchen.

Für andere Sektoren, die vor allem von der Entwicklung der Exportkonjunktur abhängen, erwarten wir hingegen, dass diese ihre Produktion langfristig überdurchschnittlich ausweiten können. So nimmt die Produktion chemischer Erzeugnisse vor allem aufgrund des prognostizierten Wachstums der Ausfuhren mit einer durchschnittlichen Rate von reichlich 2,8% p.a. zu. Auch die Papierindustrie zählt in Zukunft weiterhin zu den wachstumsintensiven Branchen. Bis zum Jahr 2012 expandiert die Papierproduktion mit jahresdurchschnittlich 2,8%.

Überdurchschnittlich wachsen werden voraussichtlich die Investitionsgüterbereiche. Diese Zunahme ist vor allem auf die Wirtschaftsbereiche Maschinenbau und Elektrotechnik zurückzuführen, in denen die reale Produktion im gesamten Zeitraum um 4,4 bzw. 3,5 % bis 2012 steigen wird. Die Wachstumsraten im gebrauchsgüter- und verbrauchsgüterproduzierenden Gewerbe entsprechen mit 2,2% p.a. weitgehend dem Durchschnitt des Verarbeitenden Gewerbes insgesamt.

Für die an der Klimavereinbarung beteiligten Sektoren sind die Produktionsentwicklungen für die beiden Handelsperioden nochmals in den Tabellen 7 und 8 zusammengefasst. Die dort ausgewiesene physische Produktion ist die Bezugsgröße der jeweiligen Selbstverpflichtungserklärungen, so dass die Multiplikation

Tabelle 8

Produktionsentwicklung in der Industrie nach Sektoren der Klimavereinbarung, zweite Handelsperiode					
Sektor	Einheit	2008	2010	2012	jahresd. %-Ver.
Kali	Mill. t Rohsalz	37,8	37,8	37,8	0,0
Zement	Mill. t Zement	32,1	33,0	33,8	1,8
Kalk	Mill. t Kalk	6,9	7,2	7,4	1,8
Fliesen	Mill. t Fliesen	1,0	1,0	1,0	-0,2
Ziegel	Mill. t Ziegel	15,8	15,7	15,6	-0,2
Feuerfest	Mill. t Feuerf.	1,2	1,1	1,1	-0,2
Stahl	Mill. t Rohstahl	46,1	46,5	46,8	0,4
NE-Metalle	Mill. t Metall	9,5	9,8	10,2	1,4
Chemie	Produktionsindex	143,4	151,0	160,0	3,7
Papier	Mill. t Papier	22,5	23,7	25,1	3,7
Glas	Mill. t Glas	8,8	9,4	10,0	4,4
Textil	Produktionsindex	68,9	69,3	70,9	0,9
Zucker	Mill. t Rübenver.	30,2	30,6	30,8	0,7
El.-technik	Mill.	174,9	186,6	199,9	4,6

Eigene Berechnungen.

dieser Mengen mit den in den jeweiligen Erklärungen gewählten spezifischen Verbrauchsgrößen die zu erwartende Entwicklung der CO₂-Emissionen ergibt.

Dabei ist allerdings zu beachten, dass in der Klimavereinbarung das Verursacherprinzip im strengen Sinne gilt, CO₂-Emissionen also nicht nur beim direkten Verbrauch kohlenstoffhaltiger Energieträger, sondern auch beim Verbrauch kohlenstofffreier Energieträger, deren Erzeugung jedoch mit CO₂-Emissionen verbunden ist, entstehen. Diese Abgrenzung gilt im Konzept des Emissionshandels nach der EU-Richtlinie nicht mehr. Dort werden allein die direkten CO₂-Emissionen aus dem Verbrauch kohlenstoffhaltiger Brennstoffe berücksichtigt. Diese Abgrenzung liegt auch den folgenden Prognosen zugrunde.

4. Prognose der Treibhausgasemissionen für die beiden Handelsperioden

Die Zunahme der sektoralen Produktion in dem hier betrachteten Zeitraum wäre ohne kompensierende Effizienzverbesserungen mit einem erheblichen Anstieg der CO₂-Emissionen verbunden. Allerdings konnte bereits in der Vergangenheit durch Effizienzverbesserungen bzw. den vermehrten Rückgriff auf CO₂-ärmere oder freie Brennstoffe ein Anstieg der absoluten CO₂-Emissionen vermieden werden.

Voraussetzung dafür, dass dies auch in den nächsten zehn Jahren gilt, sind weitere Effizienzverbesserungen und Brennstoffsubstitutionen in der industriellen Produktion.

Tabelle 9

Spezifische CO₂-Emissionen der Industrie¹ nach Sektoren der Klimavereinbarung, erste Handelsperiode					
Sektor	Einheit	2005	2006	2007	Veränderung gegenüber 1990 in %
Kali	kg CO ₂ /t Rohsalz	27	26	26	-67,9
Zement ²	kg CO ₂ /t Zement	636	631	627	-13,3
Kalk ²	kg CO ₂ /t Kalk	1 145	1 138	1 133	-6,1
Fliesen	kg CO ₂ /t Fliesen	309	303	297	-23,9
Ziegel	kg CO ₂ /t Ziegel	91	91	90	-25,8
Feuerfest	kg CO ₂ /t Erz.	161	160	160	-42,7
Stahl ³	kg CO ₂ /t Rohstahl	1 149	1 146	1 142	-18,4
NE-Metalle	kg CO ₂ /t Metall	342	341	341	-24,4
Chemie	Index, 1990=100	44	44	44	-56,3
Papier	kg CO ₂ /t Papier	344	341	338	-53,4
Glas ^{2, 4}	kg CO ₂ /t Glas	592	591	591	-21,5
Textil	Index, 1990=100	78	77	77	-23,5
Zucker	kg CO ₂ /t Rüben	85	84	84	-41,3
El.-technik	kg CO ₂ /Mill.	11	11	11	-54,5

Eigene Berechnungen. - ¹ einschl. CO₂-Emissionen aus dem Brennstoffeinsatz industrieller Kraftwerke und KWK-Anlagen jedoch ohne CO₂-Emissionen aus Fremdstrombezug. - ² Einschl. prozessbedingte CO₂-Emissionen jedoch ohne CO₂-Emissionen aus der thermischen Verwertung von Sekundärbrennstoffen. - ³ CO₂-Emissionen aus Brennstoff- und Reduktionsmitteleinsatz. ⁴ ohne Wasserglas.

In der Klimavereinbarung vom November 2000 und den Erklärungen der einzelnen Verbände sind diese Effizienzsteigerungen exakt beziffert,¹¹ sie lassen erwarten, dass die Energieproduktivität bis zum Jahr 2012 und darüber hinaus weiter gesteigert werden kann. Dabei sind die Effizienzfortschritte in den einzelnen Sektoren durchaus unterschiedlich und reichen von weniger als 8% in der Kalk-¹² bis zu knapp 70 % in der Kaliindustrie (vgl. Tabelle 9 und 10).

Diese Entwicklung wird hauptsächlich von der prognostizierten Verminderung der spezifischen Wärmenachfrage getragen, während der spezifische Stromverbrauch relativ moderat sinkt. Ursächlich für diese Tendenz ist, dass in vielen Produktionsbereichen eine Steigerung der Energieproduktivität nur durch den vermehrten Einsatz von Kapital

Tabelle 10

¹¹ Dies gilt auch unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Abgrenzung von direkten und indirekten CO₂-Emissionen.

¹² Für die Kalkindustrie ist dabei der Hinweis von Bedeutung, dass die hier ausgewiesenen Effizienzsteigerungen im Wesentlichen eine Folge der Verdrängung von Regel- durch Sekundärbrennstoffe und eines begrenzten Mehreinsatzes von Ergas sind.

Spezifische CO ₂ -Emissionen der Industrie ¹ nach Sektoren der Klimavereinbarung, zweite Handelsperiode					
Sektor	Einheit	2008	2010	2012	Veränderung gegenüber 1990 in %
Kali	kg CO ₂ /t Rohsalz	26	25	25	-69,4
Zement ²	kg CO ₂ /t Zement	622	612	603	-16,6
Kalk ²	kg CO ₂ /t Kalk	1 127	1 114	1 101	-8,2
Fliesen	kg CO ₂ /t Fliesen	291	279	268	-31,2
Ziegel ²	kg CO ₂ /t Ziegel	90	89	88	-27,7
Feuerfest	kg CO ₂ /t Erz.	159	158	156	-43,9
Stahl ³	kg CO ₂ /t Rohstahl	1 139	1 132	1 125	-19,4
NE-Metall	kg CO ₂ /t Metall	341	340	339	-24,8
Chemie	Index, 1990=100	43	43	42	-57,8
Papier	kg CO ₂ /t Papier	335	329	323	-55,4
Glas ^{2, 4}	kg CO ₂ /t Glas	590	589	588	-21,9
Textil	Index, 1990=100	76	75	73	-26,7
Zucker	kg CO ₂ /t Rüben	83	82	80	-44,2
El.-technik	kg CO ₂ /Mill.	11	10	10	-55,7

Eigene Berechnungen. -¹ einschl. CO₂-Emissionen aus dem Brennstoffeinsatz industrieller Kraftwerke und KWK-Anlagen, jedoch ohne CO₂-Emissionen aus Fremdstrombezug. -² Einschl. prozessbedingte CO₂-Emissionen jedoch ohne CO₂-Emissionen aus der thermischen Verwertung von Sekundärbrennstoffen. ³CO₂-Emissionen aus Brennstoff- und Reduktionsmitteleinsatz. ⁴ ohne Wasserglas.

möglich ist und viele der eingesetzten Techniken und Verfahren, die der Einsparung von Brennstoffen dienen, den Stromverbrauch erhöhen.¹³ Aber auch gestiegene Anforderungen an die Belange des Umweltschutzes (Einsatz hochwirksamer Elektrofilter) und der anhaltende Trend zur Automatisierung und elektronischen Steuerung der Produktionsprozesse tragen dazu bei, dass die ohnehin als geringer einzustufenden Stromsparpotenziale dadurch großenteils kompensiert werden!¹⁴

13 Die Veränderung des Energieträgermixes von Brennstoffeinsätzen hin zu Stromverbräuchen ist nach Abgrenzung der Handelsrichtlinie gleichbedeutend mit der Verlagerung von CO₂-Emissionen in die Stromerzeugung.

14 Neben dem Verbrauch von Brennstoffen ist z.B. die Herstellung von Zement durch einen erheblichen und in der Vergangenheit wachsenden Bedarf an elektrischer Energie, vor allem für den Betrieb der zahlreichen Mahlanlagen, gekennzeichnet. Erst durch den Einsatz neuer Mahltechniken sowie die Verwendung trennscharfer Hochleistungssichter in der Rohmehl- und Zementmahlung konnte dieser Trend in jüngster Zeit unterbrochen werden. Vom Zubau sog. Gutbett-Walzenmühlen, mit denen sich je nach Mahlbarkeit des Klinkers bzw. der Zumahlstoffe, der Anlagenkonfiguration und der angestrebten Mahlfeinheit Stromeinsparungen zwischen 7 und 50% realisieren lassen, sind bei der Zementherstellung in Zukunft weitere Impulse zur Verringerung des elektrischen Energiebedarfs zu erwarten.

Tabelle 11

CO₂-Emissionen in der ersten Handelsperiode					
in Mill. t					
Sektor	2005	2006	2007	Summe 2005/07	Durchschnitt 2005/07
Energiewirtschaft¹					
Kraft-, Heizkraftwerke	308,8	308,8	307,8	925,4	308,5
Heizwerke	4,1	4,0	4,0	12,1	4,0
Verbund Kraftwerke	10,9	10,5	10,5	31,9	10,6
Raffinerien	19,8	19,9	19,9	59,6	19,9
Kohlenbergbau	1,5	1,5	1,5	4,5	1,5
Insgesamt	345,1	344,7	343,7	1 033,5	344,5
Industriesektoren der Klimavereinbarung⁵					
Kaliindustrie	1,0	1,0	1,0	3,0	1,0
Zement ²	19,9	19,7	19,8	59,4	19,8
Kalk ²	7,7	7,7	7,7	23,1	7,7
Fliesen und Platten	0,3	0,3	0,3	0,9	0,3
Ziegelindustrie ²	1,4	1,4	1,4	4,2	1,4
Feuerfest-Industrie	0,2	0,2	0,2	0,6	0,2
Stahlindustrie ³	52,3	52,4	52,4	157,1	52,4
NE-Metalle	3,0	3,1	3,2	9,3	3,1
Chemie	23,9	24,3	24,9	73,1	24,4
Papier und Pappe	7,1	7,3	7,4	21,8	7,3
Glasiindustrie ^{2, 4}	4,6	4,8	5,0	14,4	4,8
Textilindustrie	1,5	1,5	1,5	4,5	1,5
Zuckerindustrie	2,4	2,4	2,4	7,2	2,4
Elektrotechnik	1,7	1,7	1,8	5,2	1,7
Klimavereinbarung	127,0	127,8	129,0	383,8	127,9
Industrie insgesamt	150,5	152,4	152,8	455,7	151,9
Eigene Berechnungen. ¹ ohne Industriekraftwerke. - ² einschließlich prozessbedingte CO ₂ -Emissionen jedoch ohne CO ₂ -Emissionen aus der energetischen Verwertung von Sekundärbrennstoffen und die energetische Verwendung von Energierohstoffen. ³ CO ₂ -Emissionen aus Brennstoff- und Reduktionsmitteleinsatz. ⁴ ohne Wasserglas. ⁵ einschließlich Industriekraftwerke.					

Für das Verarbeitende Gewerbe ist vom gegenwärtigen Niveau aus bis zum Jahr 2012 eine kontinuierliche Verringerung des spezifischen Brennstoffenergieverbrauchs zu erwarten. Dieser Prozess wird maßgeblich über den in neuen Maschinen und Anlagen inkorporierten technischen Fortschritt gesteuert und ist infolgedessen an branchenspezifische Investitionszyklen gebunden.

Die CO₂-Emissionen verringern sich durch den Übergang auf CO₂-freie oder -ärmere Brennstoffe im Vergleich zum Brennstoffeinsatz überproportional. Dabei kommt der Substitution fossiler Primärenergieträger durch Sekundärbrennstoffe eine besondere Bedeutung zu, da im Rahmen dieser Prognose noch als CO₂-neutral bewertet werden. In

Tabelle 12

CO ₂ -Emissionen in der zweiten Handelsperiode					
in Mill. t					
Sektor	2008	2010	2012	Summe 2008/12	Durch- schnitt 2008/12
Energiewirtschaft ¹					
Kraft-, Heizkraftwerke	302,7	307,6	329,1	1 558,9	311,8
Heizwerke	3,8	3,7	3,6	18,5	3,7
Verbund Kraftwerke	8,9	7,0	5,0	34,9	7,0
Raffinerien	19,8	20,2	20,1	100,3	20,1
Kohlenbergbau	1,4	1,2	1,0	6,0	1,2
Insgesamt	336,7	339,7	358,8	1 718,5	343,7
Industriesektoren der Klimavereinbarung ⁵					
Kaliindustrie	1,0	1,0	0,9	4,8	1,0
Zement ²	20,0	20,2	20,4	101,1	20,2
Kalk ²	7,8	8,0	8,2	40,0	8,0
Fliesen und Platten	0,3	0,3	0,3	1,4	0,3
Ziegelindustrie ²	1,4	1,4	1,4	7,0	1,4
Feuerfest-Industrie	0,2	0,2	0,2	0,9	0,2
Stahlindustrie ³	52,5	52,6	52,7	262,9	52,6
NE-Metalle	3,3	3,3	3,3	16,5	3,3
Chemie	25,5	26,5	27,7	133,0	26,6
Papier und Pappe	7,5	7,8	8,1	39,1	7,8
Glasindustrie ^{2,4}	5,2	5,5	5,9	27,6	5,5
Textilindustrie	1,5	1,5	1,5	7,5	1,5
Zuckerindustrie	2,4	2,4	2,4	11,9	2,4
Elektrotechnik	1,8	1,9	2,1	9,8	2,0
Klimavereinbarung	130,6	132,9	135,1	660,8	132,2
Industrie insgesamt	153,2	153,6	154,7	768,6	153,7
Eigene Berechnungen. ¹ ohne Industriekraftwerke. ² einschließlich prozessbedingte CO ₂ -Emissionen jedoch ohne CO ₂ -Emissionen aus der energetischen Verwertung von Sekundärbrennstoffen und Energierohstoffen. ³ CO ₂ -Emissionen aus Brennstoff- und Reduktionsmitteleinsatz. ⁴ ohne Wasserglas. ⁵ einschließlich Industriekraftwerke.					

der Zementindustrie z.B. hat die Verwertung heizwertreicher Abfallbrennstoffe (Altreifen, Altöl usw.) eine lange Tradition. Gegenwärtig wird hier rund ein Drittel des gesamten thermischen Brennstoffbedarfs (2001: etwa 101 PJ) durch kostengünstige Sekundärbrennstoffe substituiert.

In der Stahlindustrie werden Kohlen- und Kohlenwasserstoffträger wie z.B. Koks, Kohle und Schweröl stofflich zur Reduktion des Eisenerzes genutzt. Sie können daher nicht (oder nur in engen Grenzen) durch CO₂-ärmere oder -freie Reduktionsmittel substituiert werden. Akzentuiert wird dieser Zusammenhang noch dadurch, dass Koks

als Stützgerüst für die Durchgasung der Möllersäule unverzichtbar ist. Zudem werden die bei der Roheisen- und Stahlerzeugung anfallenden Kuppelgase (Kokereigas, Hochofen- und Konvertergas) im Produktionsprozess selbst oder zur Stromerzeugung eingesetzt und ersetzen daher in entsprechendem Umfang Primärenergieträger.

Die Substitution von festen und flüssigen Brennstoffen durch Erdgas, die in der Vergangenheit wesentlich zur Verringerung der traditionellen Luftschadstoffe beigetragen hat, wird in Zukunft eher von untergeordneter Bedeutung sein. Denn das Substitutionspotenzial zugunsten kohlenstoffarmer Energieträger wurde in der Vergangenheit mittelbar zu einem erheblichen Teil durch die umweltpolitischen Standards etwa im Rahmen der TA Luft ausgeschöpft.

Aus dem Zusammenspiel der bislang skizzierten Entwicklungsmuster ergibt sich für die CO₂-Emissionen der Industrie bis zum Jahr 2012 folgendes Bild: Bezogen auf das Jahr 1998 werden bis zum Jahr 2005 etwa 17,3 Mill. t CO₂ eingespart, dies entspricht einem Rückgang von etwa 10 % auf 150,5 Mill. t CO₂. Im Verlauf der ersten Budgetperiode wachsen die CO₂-Emissionen um etwa 2,3 Mill. t auf ein Niveau von 153 Mill. t im Jahr 2007 an; der Anstieg wird sowohl von den an der Klimavereinbarung beteiligten Sektoren als auch von den übrigen Bereichen des produzierenden Gewerbes verursacht.

Er ist ausschließlich eine Folge des Produktionswachstums und kann – wie im folgenden Abschnitt gezeigt wird – bei veränderten weltwirtschaftlichen Entwicklungen erkennbar verlangsamt werden. Die Steigerung der Energieproduktivität wie auch der Übergang auf CO₂-ärmere Energieträger stoßen zunehmend an technische Grenzen, so dass die Verringerung der spezifischen CO₂-Emissionen in den beiden Budgetperioden deutlich abgeschwächt wird. Die CO₂-Emissionen steigen folglich auch in der Zeit zwischen 2008 und 2012 um 1,5 Mill. t auf knapp 155 Mill. t an (Tabellen 11 und 12).

Für den Energieverbrauch der privaten Haushalte und des Gewerbes, des Handels und der Dienstleistungen existieren bereits gegenwärtig gesetzliche Vorgaben, die sowohl den Wärmebedarf der Gebäude und die Effizienz der Heizungsanlagen wie auch das Verbrauchsverhalten beeinflussen sollen. Die Umsetzung dieser Maßnahmen wird dazu führen, dass bis zum Jahr 2012 der Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen in diesem Marktsegment nicht mehr ansteigen, bei günstiger Entwicklung und einem stringenteren Vollzug des Ordnungsrechts sogar geringfügige Einsparungen möglich sind.

Auch im Verkehrsbereich, der hier nur die direkten CO₂-Emissionen des Straßenverkehrs, der Binnenschifffahrt und der Eisenbahn umfasst, kann ein weiterer Anstieg der CO₂-Emissionen, insbesondere durch Effizienzsteigerungen der Fahrzeugflotte, weitgehend vermieden werden (vgl. Tabelle 13). Mit dem Ersatz der älteren Fahrzeuge, die vor der Reform der Kfz-Steuer zugelassen wurden, durch Neufahrzeuge ist eine Verringerung des spezifischen Verbrauchs von etwa 1 Liter/100 km bei Ottomotoren und von 0,5 Liter/100 km bei Dieselfahrzeugen verbun-

Tabelle 13

Klimagasemissionen in der ersten Handelsperiode 2005 bis 2007, in Mill. t CO ₂ -Äquivalente					
	2005	2006	2007	Summe 2005/07	Durchschnitt 2005/07
	nach Gasen				
Kohlendioxid	856,2	856,4	854,9	2567,5	855,8
Methan	49,5	47,5	45,5	142,5	47,5
N ₂ O	57,1	56,5	55,8	169,4	56,5
HFC	10,6	11,6	11,7	33,9	11,3
PFC	1,6	1,6	1,6	4,8	1,6
SF ₆	3,6	3,6	3,7	10,9	3,6
Insgesamt	978,6	977,2	973,2	2 929,0	976,3
	CO ₂ -Emissionen nach Hauptsektoren				
Energiewirtschaft ¹	345,1	344,7	343,7	1 033,5	344,5
Industrie ²	150,5	152,4	152,8	455,7	151,9
darunter:					
Sektoren der Klimavereinbarung	127,0	127,8	129,0	383,8	127,9
Verkehr	178,8	178,0	177,6	534,4	178,1
Gewerbe, Haushalte	181,8	181,3	180,8	543,9	181,3
Insgesamt	856,2	856,4	854,9	2 567,5	855,8
Eigene Berechnungen. ¹ ohne Industriekraftwerke. ² einschließlich Industriekraftwerke und prozessbedingte CO ₂ -Emissionen jedoch ohne CO ₂ -Emissionen aus der energetischen Verwertung von Sekundärbrennstoffen und die energetische Verwendung von Energierohstoffen.					

den. Hinzu kommt, dass der Anteil der neuzugelassenen Fahrzeuge mit Dieselantrieb an den Neuzulassungen insgesamt schon seit geraumer Zeit ansteigt und der Verbrauch dieser Fahrzeuge im Durchschnitt aller Neuzulassungen um mehr als 1 Liter/100 km unter dem von Fahrzeugen mit Ottomotoren liegt. Diese Substitution bei den Neuzulassungen hat über die Effizienzverbesserungen bei allen Fahrzeugtypen hinaus eine weitere Reduktion des spezifischen Verbrauchs zur Folge.

Effizienzsteigerungen können auch bei Lastkraftwagen erwartet werden. Diese Tendenz zeigte sich bereits in den letzten vier Jahren beim Energieverbrauch und bei den CO₂-Emissionen. Denn zwischen 1999 und 2002 nahm der Verbrauch an Dieselmotoren insgesamt nicht mehr zu, obwohl der Anteil der Diesel-Pkw am gesamten Pkw-Bestand in den letzten Jahren von 13,5 auf 15,7% zugenommen hat und damit einen wachsenden Anteil des Dieselangebots für sich beansprucht. Auch wenn diese Entwicklung durch konjunkturelle Wachstumsverluste überzeichnet wird, so können die Verbesserung der Fahrzeugtechnik, die durch steigende Kraftstoffpreise induzierten Verhaltensänderungen und die übrigen Maßnahmen der Klimaschutzpolitik auch in diesem Bereich weitere Emissionsminderungen ermöglichen. Dieser Reduktionseffekt kann zumindest grundsätzlich durch steigende Verkehrsleistungen überkompensiert

Tabelle 14

Klimagasemissionen in der zweiten Handelsperiode 2008 bis 2012, in Mill. t CO ₂ -Äquivalente					
	2008	2010	2012	Summe 2008/12	Durchschnitt 2008/12
	nach Gasen				
Kohlendioxid	846,8	846,4	864,5	4 255,7	851,1
Methan	43,6	42,5	41,0	211,4	42,3
N ₂ O	56,0	54,9	53,6	274,1	54,8
HFC	11,9	12,5	12,9	62,1	12,4
PFC	1,7	1,6	1,6	7,9	1,6
SF ₆	4,3	4,8	4,8	23,4	4,7
Insgesamt	964,3	962,7	978,4	4 834,6	966,9
nachrichtlich: Ziel-Abweichungen durch Revisionen des Basisjahres ³	7,2	5,6	21,3	49,1	9,8
	CO ₂ -Emissionen nach Hauptsektoren				
Energiewirtschaft ¹	336,7	339,7	358,8	1 718,5	343,7
Industrie ²	153,2	153,6	154,7	768,6	153,7
darunter:					
Sektoren der Klimavereinbarung	130,6	132,9	135,1	660,8	132,2
Verkehr	176,1	174,2	173,0	872,5	174,5
Gewerbe, Haushalte	180,5	178,9	178,0	895,8	179,2
Insgesamt	846,8	846,4	864,5	4 255,7	851,1
Eigene Berechnungen. ¹ ohne Industriekraftwerke. ² einschließlich Industriekraftwerke und prozessbedingte CO ₂ -Emissionen, jedoch ohne energetische Verwendung von Sekundärbrennstoffen und Energierohstoffen; ³ ein negatives Vorzeichen bedeutet einen Überschuss an CO ₂ -Emissionen.					

werden.¹⁵ Ob dieser Effekt tatsächlich eintritt, hängt neben den Zielen und zukünftigen Maßnahmen der Verkehrspolitik nicht zuletzt von gesamtwirtschaftlichen und politischen Vorgaben wie beispielsweise der Osterweiterung der EU ab.

Zusammenfassend lässt sich demnach feststellen, dass das im Rahmen des EU-burden-sharing für Deutschland formulierte Minderungsziel erreicht werden kann. Einen wichtigen Beitrag dazu leisten die an der Klimavereinbarung beteiligten Sektoren und Unternehmen. Für die am Emissionshandel beteiligten Anlagen und Unternehmen ist das Instrument selbst eine Garantie dafür, dass die anvisierten Ziele tatsächlich erreicht werden. Für die übrigen Sektoren besteht diese Garantie a priori nicht, so dass Zielunter-

¹⁵ Dies gilt insbesondere dann, wenn durch die Osterweiterung der EU der Austausch von Gütern zwischen den Beitrittsländern und der übrigen EU stark anwächst und dadurch auch steigende Transportleistungen notwendig werden.

oder -überschreitungen möglich sind. Für die Rechtssicherheit der am Emissionshandel beteiligten Anlagen und Anlagenbetreiber ist jedoch unerlässlich, dass mögliche Zielverfehlungen in den übrigen Bereichen nicht durch nachträgliche Korrekturen der zugeteilten Emissionsrechte korrigiert werden. Dies gilt im übrigen auch für die gegenwärtig zu beobachtenden Revisionen des Basisjahres, die bei unveränderter prozentualer eine spürbare Verringerung der zulässigen absoluten Emissionen bedeuten und im Extremfall eine Zielverschärfung von knapp 10 Mill. t CO₂-Äquivalenten nach sich ziehen könnten (vgl. Tabelle 14).

5. Unsicherheiten der Prognose

Bereits zu Beginn des dritten Abschnitts wurde darauf hingewiesen, dass die vorliegenden Ergebnisse als bedingte Prognosen zu verstehen sind, die die zukünftige Entwicklung bei Vorgabe wichtiger exogener Faktoren beschreiben. Da eine Voraussage dieser exogenen Variablen selbst mit erheblichen Unsicherheiten behaftet ist, sollen im folgenden einzelne Größen variiert und in ihren Auswirkungen auf die CO₂-Emissionen dargestellt werden. Grundsätzlich sind diese Varianten nicht als Prognosen einer zukünftigen Entwicklung zu verstehen, sondern als Setzungen, die die Sensitivität der Ergebnisse verdeutlichen sollen.

5.1. Ausstieg aus der Kernenergie

Mit dem Beschluss zum Ausstieg aus der Kernenergie wird mittel- und langfristig ein Anstieg der CO₂-Emissionen verbunden sein. Der konkrete Zusatzbedarf hängt von einer Vielzahl von Annahmen, insbesondere von den in diese Rechnung eingestellten Substitutionsenergien und dem betrachteten Zeitraum ab. Für die erste Handelsperiode muss lediglich die Erzeugung von Stade (4,9 TWh, 672 MW) und Obrigheim (2,9 TWh, 357 MW) ersetzt werden. Bei der gegenwärtig insgesamt verfügbaren Kapazität von 106,3 GW dürfte diese Menge durch eine erhöhte Auslastung des bestehenden Kraftwerksparks auszugleichen sein, zumal binnen zwei Jahren kaum entsprechende Ersatzkapazitäten bereitgestellt werden können. So würde etwa die Erhöhung der Benutzungsstunden in Steinkohlekraftwerken von etwa 4.400 auf 4.670 Stunden ausreichen, die fehlende Menge auszugleichen.

Die erhöhte Erzeugung sollte allerdings von jenen Kraftwerken bereitgestellt werden, die neben entsprechenden Produktionsreserven gleichzeitig kostengünstig Strom erzeugen können, also mit den variablen Kosten innerhalb der „merit order“ rangieren. Dabei umfassen die variablen Kosten nicht nur die Brennstoffkosten, sondern auch jene Zusatzkosten, die der Erwerb zusätzlicher Emissionsrechte verursacht. Denn auch bei anlagenscharfer Zuteilung der Emissionsrechte ist nicht zu erwarten, dass genau jene Kraftwerke, die den ausfallenden Strom aus Kernkraftwerken zu ersetzen haben, mit den dafür notwendigen Zusatzrechten bei der Erstzuteilung ausgestattet werden. Folglich entscheidet - ähnlich wie bei der Brennstoffsubstitution - auch in diesem Fall die Höhe der Brennstoffkosten und der zusätzlichen CO₂-Kosten über die Ersatzenergie.

Tabelle 15

Zeitprofil des Ausstiegs aus der Kernenergie 2005 bis 2020				
Jahr	Brutto-Leistung in MW		Bruttoerzeugung in TWh	
	Kernkraft	Ersatzbedarf	Kernenergie	Ersatzmenge
2005	21 690	1 029	164,4	5,2
2006	21 690	1 029	164,4	5,2
2007	21 690	1 029	162,0	7,6
2008	20 465	2 254	155,5	14,1
2009	20 465	2 254	151,0	18,6
2010	19 625	3 094	143,6	26,0
2011	18 819	3 900	134,8	34,7
2012	15 636	7 083	109,1	60,5
2015	14 226	8 139	98,0	71,6
2020	5 739	16 980	23,1	146,5

Eigene Berechnungen.

Bei den für die Jahre 2005 bis 2007 erwarteten Brennstoffpreisen¹⁶ wird die zusätzliche Erzeugung in modernen Steinkohlekraftwerken die kostengünstigste Variante sein. Die reduzierte Erzeugung in Kernkraftwerken wird bei den in der ersten Handelsperiode erwarteten Brennstoffpreisen demnach vor allem durch eine höhere Ausnutzung modernerer Steinkohle- und – sofern dort noch Steigerungen möglich sind – neuer Braunkohleblöcke erfolgen. Eine höhere Auslastung moderner Erdgaskraftwerke wäre nur bei deutlich verringerten Brennstoffkosten zu erwarten.

Der Rückgang der Stromerzeugung in Atomkraftwerken kann allerdings nur kurzfristig durch den höheren Einsatz bestehender Kraftwerke aufgefangen werden, mittel- und längerfristig ist der Bau von Ersatzkapazitäten unausweichlich. Bereits gegen Ende der zweiten Handelsperiode fehlen mit dem Abgang von Biblis A (1225 MW) und Biblis B (1300 MW), Neckarwestheim I (840 MW), Brunsbüttel (806 MW) sowie Philippsburg I (926 MW) weitere 6054 MW, so dass unter Einschluss von Stade und Obrigheim die bis dahin insgesamt ausfallende Erzeugung auf etwa 60TWh zu veranschlagen ist (vgl. Tabelle 15).

Zwar könnte rein rechnerisch auch diese Menge durch eine höhere Auslastung des bestehenden Kraftwerksparks ersetzt werden, da die Kapazität der Steinkohlekraftwerke (rund 28 000 MW) ausreicht, um bei voller Ausnutzung zusätzlich etwa 70 TWh erzeu-

¹⁶ Dies sind im einzelnen: für Braunkohle 38 €, für Steinkohle 50 € und für Erdgas 145 € je Tonne (SKE) Brennstoffeinsatz.

Tabelle 16

Ausstieg aus der Kernenergie¹ und CO₂-Emissionen 2005 bis 2012			
Jahr	Ausfall der Bruttoerzeugung in TWh	Zusätzlicher Brennstoffbedarf in Mill.t SKE ¹	Zusätzliche CO ₂ -Emissionen in Mill. t
2005	5,2	1,5	4,0
2006	5,2	1,5	4,0
2007	7,6	2,2	5,9
2008	14,1	4,0	10,9
2009	18,6	5,3	14,4
2010	26,0	7,3	19,8
2011	34,7	9,5	25,9
2012	60,5	16,1	43,9

Eigene Berechnungen.- ¹Ersatz der Kernenergie durch moderne Steinkohlekraftwerke mit einem Wirkungsgrad von 47 %.

gen zu können. Dabei bliebe allerdings außer acht, dass in den Wintermonaten der größte Teil der Steinkohlekraftwerke bereits unter Volllast gefahren wird, eine Ersatz der dann fehlenden Kernenergie durch eine höhere Ausnutzung der Steinkohlekraftwerke unmöglich wäre.

Außerdem müsste die Ausnutzungsdauer der Steinkohlekraftwerke insgesamt von gegenwärtig etwa 4 400 auf 6 450 gesteigert werden, sämtliche Kraftwerke also im Dauerbetrieb genutzt werden, was angesichts des Alters der Anlagen und der grundlegenden Veränderung der Einsatzstruktur des bestehenden Kraftwerksparks mit erheblichen Problemen verbunden sein dürfte. Deshalb erscheint der Neubau von Kraftwerken als Ersatz für die vom Netz genommenen Kernkraftwerke zumindest nach 2010 unausweichlich.

Unter den in Abschnitt 3 geschilderten Annahmen über die Entwicklung der Brennstoffkosten ist für die Nutzung im Dauerbetrieb der Zubau von Kraftwerken auf Basis Stein- und Braunkohle kostengünstiger als der Ersatz von Kernenergie durch kombinierte Gas- und Dampfturbinen auf Basis Erdgas (Erdgas GuD-Anlagen). Diese Kostenrelationen werden sich auch durch den Handel mit CO₂-Emissionsrechten nicht grundlegend ändern. Denn nach dem Konzept der Richtlinie erhalten Neuanlagen bei Betriebsgenehmigung eine eigenständige Zuteilung, die sich nach dem Bedarf und dem Stand der Technik vergleichbarer Anlagen richten soll. Eine Prämierung effizienter und kohlenstoffextensiver Verstromungstechniken wie die Erdgas GuD-Technik ist in diesem Konzept nicht zu erwarten.

Der Beschluss zum Ausstieg aus der Kernenergie kann demnach bereits in der zweiten Handelsperiode eine deutliche Zunahme der CO₂-Emissionen verursachen, auch wenn als Ersatz moderne Steinkohlekraftwerke mit Brutto-Wirkungsgraden von mehr als

47 % genutzt werden (vgl. Tabelle 16). Der Anstieg erreicht im Durchschnitt der Jahre 2008 bis 2012 etwa 23 Mill. t und kann dazu führen, dass zusätzliche Maßnahmen notwendig werden, um das im EU-burden-sharing festgelegte Minderungsziel tatsächlich erreichen zu können.

5.2. Weltwirtschaftliche Unsicherheiten

Für eine exportorientierte Volkswirtschaft wie Deutschland ist die weltwirtschaftliche Entwicklung von zentraler Bedeutung, da mehr als ein Drittel des Bruttoinlandsproduktes über den Export von Waren und Dienstleistungen geschaffen wird. Zwar ist diese Abhängigkeit nicht als festes Verhältnis zwischen weltwirtschaftlicher und binnenwirtschaftlicher Entwicklung angelegt, sondern kann je nach Schwerpunkt der deutschen Exportmärkte und deren Dynamik variieren, die Bedeutung der Weltmärkte für die heimischen Wirtschaft ist jedoch unbestritten. Die Erfahrungen der letzten Jahre machen darüber hinaus deutlich, dass die nationalen politischen Entscheidungsträger, häufig auch die EU als ganzes keinen oder nur einen geringen Einfluss auf weltwirtschaftliche Entwicklungen nehmen können. Dies gilt insbesondere für die Entwicklung des Welthandelsvolumens.

Der Prognose der Klimagasemissionen im voraufgegangenen Abschnitt lag eine Entwicklung des Welthandels zugrunde, das mit 5% innerhalb der Bandbreite der möglichen Entwicklungen angenommen wurde. Eine Expansion der Weltwirtschaft mit durchschnittlich 5% pro Jahr ist allerdings keineswegs selbstverständlich. Die Erfahrungen der letzten Jahre belegen vielmehr, dass das Wachstum des Welthandels auch über einen längeren Zeitraum deutlich höher sein, aber auch hinter diesen Erwartungen zurückbleiben kann. Als Alternativszenarien werden deshalb zwei Varianten betrachtet, zum einen eine Halbierung dieser Wachstumsrate auf jährlich 2,5%, zum anderen eine noch stärkere Expansion mit jahresdurchschnittlichen Wachstumsraten von 6% angenommen. Für eine stärkere Expansion spricht u.a. auch der durch die Osterweiterung der europäischen Union verstärkte Austausch von Waren zwischen den alten EU-Mitgliedstaaten und den Beitrittsländern. Mit dieser Intensivierung des Handels wäre auch ein erhebliches Anwachsen der Transportströme verbunden. Zwar lassen sich die Konsequenzen für die Im- und Exportströme und das Transportaufkommen kaum exakt quantifizieren, sicher scheint jedoch zu sein, dass sich der Warenaustausch vor allem in den ersten Jahren der Erweiterung intensivieren wird. Deshalb wird für die folgenden Simulationen angenommen, dass durch die Osterweiterung der Weltexport zwischen 2005 und 2012 zusätzlich um bis zu 1,0%-Punkt je Jahr stärker expandiert als in den übrigen Szenarien (vgl. Tabelle 17).

Neben der Entwicklung des Welthandelsvolumens hat der Wechselkurs des Euro gegenüber dem Dollar eine wichtige außenwirtschaftliche Bedeutung; denn bislang werden wichtige Importenergien wie Steinkohle und Mineralöle und Rohstoffe in Dollar fakturiert. Wechselkurschwankungen bedeuten folglich stets auch steigende oder fallende Energie- und Rohstoffpreise. Darüber hinaus können Wechselkursveränderungen die Wettbewerbsfähigkeit wichtiger Exportgüterindustrien beeinflussen, auch wenn ein erheblicher Teil der deutschen Warenexporte in den Mit-

Tabelle 17

Alternative weltwirtschaftliche Entwicklungen 2005 bis 2012					
	Einheit	2005	2008	2010	2012
Welthandelsvolumen					
Referenzfall	Wachstumsrate %	5,0	5,0	5,0	5,0
Reduzierter Welthandel	Wachstumsrate %	2,5	2,5	2,5	2,5
Osterweiterung	Wachstumsrate %	5,5	6,0	6,0	5,5
Wechselkurs					
Referenzfall	\$/	1,00	1,00	1,00	1,00
Aufwertung	\$/	1,20	1,20	1,20	1,20
Abwertung	\$/	0,80	0,80	0,80	0,80
Eigene Berechnungen.					

gliedsländern der Europäischen Union bzw. in den übrigen Staaten Europas verbleibt.

Eine zuverlässige Prognose der Wechselkurse ist aufgrund der starken Schwankungen besonders schwierig. Zwar sollten Wechselkurse idealtypisch die unterschiedliche Inflationsentwicklung in den einzelnen Volkswirtschaften zum Ausgleich bringen; für die praktische Festlegung eines derartigen Wechselkurses fehlt jedoch sowohl der gegenwärtige Gleichgewichtswechselkurs als auch eine detaillierte Prognose der Inflationsraten wichtiger Handelspartner. Deshalb ist das im vorausgegangenen Abschnitt gewählte Austauschverhältnis des Dollar gegenüber dem Euro von 1,00\$/ eher als eine plausible Setzung denn als fundierte Prognose anzusehen

Aufgrund der Bedeutung, die der Wechselkurs des Euro gegenüber dem Dollar für die Binnenwirtschaft und damit auch für die Entwicklung der CO₂-Emissionen hat, werden im folgenden zwei Alternativen untersucht, die über einen längeren Zeitraum zum einen eine höhere, zum anderen eine niedrigere Austauschrelation zwischen diesen beiden Währungen beschreiben. Im ersten Fall verharrt der Wechselkurs des Dollar gegenüber dem Euro bei 1,20\$/ , in der zweiten Variante bei 0,80\$/ .

Alle vier untersuchten Varianten haben erhebliche Auswirkungen auf die nationalen Klimaschutzziele; die niedrigere Expansion des Welthandelsvolumens verursacht sogar einen erheblichen Überschuss an CO₂-Emissionen (vgl. Tabelle 18). Für die zweite Handelsperiode ergeben sich insgesamt Minderemissionen von rund 223 Mill. t, die im Durchschnitt ein Überschreiten des nationalen Minderungsziels um 3,6%-Punkte bedeuten. Die Minderungen entfallen überwiegend auf die Energiewirtschaft, die Industrie und den Verkehr; die CO₂-Bilanz der Privaten Haushalte, des Gewerbes, des Handels und der Dienstleistungen bleibt demgegenüber nahezu unverändert. Für den Emissionshandel ist dabei von Bedeutung, dass lediglich die Anlagenbetreiber in der

Tabelle 18

Klimagasemissionen und weltwirtschaftliche Entwicklung 2008 bis 2012, Abweichungen von der Referenzprognose in Mill. t CO ₂					
	2008	2010	2012	Summe 2008/12	Durchschnitt 2008/12
Reduzierter Welthandel					
Energiewirtschaft ¹	-11,8	-17,2	-23,4	-87,1	-17,4
Industrie ²	-5,7	-8,5	-11,6	-42,9	-8,6
Verkehr	-11,2	-18,1	-25,8	-91,6	-18,3
Gewerbe, Haushalte	-0,1	-0,3	-0,4	-1,4	-0,3
Insgesamt	-28,9	-44,1	-61,2	-222,9	-44,6
nachrichtlich: Ziel-Abweichung ³	-28,9	-44,1	-61,2	-222,9	-44,6
Osterweiterung					
Energiewirtschaft ¹	3,3	6,3	9,9	32,0	6,4
Industrie ²	1,3	2,5	4,0	13,0	2,6
Verkehr	2,4	5,0	8,3	26,0	5,2
Gewerbe, Haushalte	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Insgesamt	7,0	13,9	22,1	71,0	14,2
nachrichtlich: Ziel-Abweichung ³	7,0	13,9	22,1	71,0	14,2
Abwertung des Euro					
Energiewirtschaft ¹	3,2	3,4	3,7	16,9	3,4
Industrie ²	3,1	2,9	2,8	14,5	2,9
Verkehr	-0,8	-1,1	-1,4	-5,4	-1,1
Gewerbe, Haushalte	-1,1	-1,2	-1,2	-5,9	-1,2
Insgesamt	4,3	4,0	3,9	20,1	4,0
nachrichtlich: Ziel-Abweichung ³	4,3	4,0	3,9	20,1	4,0
Aufwertung des Euro					
Energiewirtschaft ¹	-3,4	-2,8	-2,3	-14,1	-2,8
Industrie ²	-3,9	-3,7	-3,6	-18,5	-3,7
Verkehr	0,9	1,1	1,5	5,7	1,1
Gewerbe, Haushalte	1,2	1,3	1,4	6,5	1,3
Insgesamt	-5,1	-4,0	-3,0	-20,4	-4,1
nachrichtlich: Ziel-Abweichung ³	-5,1	-4,0	-3,0	-20,4	-4,1
Eigene Berechnungen. ¹ ohne Industriekraftwerke. ² einschließlich Industriekraftwerke und prozessbedingte CO ₂ -Emissionen jedoch ohne die energetische Verwendung von Sekundärbrennstoffen und von Energierohstoffen. ³ ein negatives Vorzeichen bedeutet einen Überschuss an CO ₂ -Emissionen.					

Energiewirtschaft und in der Industrie diese überschüssigen Mengen zum Verkauf anbieten können.

Die Osterweiterung der EU und die daraus folgende Intensivierung der Handelsbeziehungen hat demgegenüber einen deutlichen Anstieg der CO₂-Emissionen und damit eine erhebliche Zielverfehlung zur Folge. Über die gesamte Handelsperiode entsteht ein Defizit in Höhe von rund 70 Mill. t CO₂, so dass Deutschland das im EU-burden-sharing festgelegte Ziel um knapp 1 %-Punkt verfehlt. Der Anstieg der direkten Emissionen konzentriert sich vor allem auf den Verkehrsbereich, für den das höhere Transportaufkommen mit einem zusätzlichen Ausstoß von insgesamt 26 Mill. t verbunden ist. Das gestiegene Transportaufkommen seinerseits ist eine unmittelbare Folge der höheren Produktionsleistung der Unternehmen, die mit einem Anstieg der direkten, vor allem aber der indirekten CO₂-Emissionen verbunden ist und sich entsprechend dem Richtlinienkonzept nicht in der Industrie, sondern in der Elektrizitätserzeugung niederschlagen.

Wechselkursschwankungen haben im Vergleich dazu erheblich stärkere Auswirkungen auf die CO₂-Bilanz der Privaten Haushalte, des Gewerbes, des Handels und der Dienstleistungen, da diese das Energiepreissystem entweder direkt über die Importpreise für Steinkohle, Erdöl und Mineralölprodukte oder indirekt über Preisanpassungen wichtiger Konkurrenzenergien wie Erdgas beeinflussen. Eine Abwertung des Euro gegenüber dem Dollar ist demnach mit einem Anstieg, eine Aufwertung mit einem Rückgang der Energiepreise verbunden.

Grundsätzlich trifft dieser Preisimpuls auch das produzierende Gewerbe, wird allerdings kompensiert durch die Wettbewerbseffekte, die Wechselkursveränderungen nach sich ziehen können. Insofern überrascht es nicht, dass die CO₂-Bilanz der Industrie invers zur Bilanz der Privaten Haushalte, des Gewerbes, des Handels und der Dienstleistungen reagiert. Eine Abwertung des Euro gegenüber dem Dollar bedeutet für die Industrie eine Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit und hat demnach einen Anstieg der CO₂-Emissionen zur Folge, eine Aufwertung dagegen einen Rückgang.

Insgesamt zeigen die Simulationen, dass weltwirtschaftliche Entwicklungen erhebliche Auswirkungen auf die CO₂-Minderungen haben können, die bei der Erstzuteilung der Emissionsrechte kaum exakt vorausszusehen sind.

5.3. Binnenwirtschaftliche Unsicherheiten

Über diese weltwirtschaftlichen Einflussfaktoren hinaus können auch nationale Faktoren die CO₂-Bilanz erheblich beeinflussen. Zu diesen Einflussfaktoren zählen sowohl ökonomische als auch außerökonomische Variablen. Für den Energieverbrauch der Privaten Haushalte gehören dazu insbesondere die Witterungsverhältnisse, da ein großer Teil der Energie zur Beheizung der Gebäude und Wohnungen genutzt wird.

Die Erfahrung zeigt, dass die Witterungsverhältnisse in einzelnen Jahren und über die

Tabelle 19

Alternative binnenwirtschaftliche Entwicklungen					
2005 bis 2012					
	Einheit	2005	2008	2010	2012
Witterungsverhältnisse					
Normaljahr ¹	Heizgradtage	3 406	3 406	3 406	3 406
Kaltjahre	Heizgradtage	3 806	3 806	3 806	3 806
Warmjahre	Heizgradtage	3 006	3 006	3 006	3 006
Nominalzins					
Referenzfall	%	4,7	4,9	5,1	5,3
Hochzinsphase	%	8,0	8,0	8,0	8,0

Eigene Berechnungen. – ¹Anzahl der Heizgradtage im Jahr 1990.

Jahre hinweg erheblichen Schwankungen unterliegen. Gemessen an den Gradtagszahlen¹⁷ lassen sich über die letzten Jahrzehnte Unterschiede von bis zu 40% zwischen Minimum und Maximum feststellen. Zwar gleichen sich diese Temperaturschwankungen über einen längeren Zeitraum aus, in einzelnen Jahren können diese sich jedoch kumulieren und dadurch den Energieverbrauch auch über mehrere Jahre in die gleiche Richtung beeinflussen.

Um die Auswirkungen der Witterungsverhältnisse auf die CO₂-Bilanz abschätzen zu können, werden im folgenden zwei Temperatur-Extreme als Ausgangspunkt der Simulationen gewählt, zum einen eine lang anhaltende Periode von überdurchschnittlich warmen, zum anderen von überdurchschnittlich kalten Jahren (vgl. Tabelle 19). In den kalten Jahren liegt die Anzahl der Heizgradtage um 400 Einheiten über, in den warmen Jahren um 400 Einheiten unter dem Niveau des Jahres 1990.

Über diese witterungsabhängigen Einflüsse hinaus existiert eine Vielzahl von rechtlichen, institutionellen, technischen und ökonomischen Faktoren, die eine zum Teil erhebliche Bedeutung für den Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen besitzen. Weniger offenkundig ist der Einfluss solcher Variablen, die als makroökonomische Steuerungsgrößen eingesetzt werden und keinen unmittelbaren Bezug zum Energiesystem aufweisen. Dazu gehört der langfristige Nominal- bzw. Realzins, der das Rentabilitätskalkül auch von Investitionen in Energieeinsparungen und alternative Techniken beeinflusst.

Um die Auswirkungen der Zinssätze auf die CO₂-Bilanz darstellen zu können, wird im folgenden ein kräftiger Anstieg der Nominalzinssätze von etwa 5 auf 8% unterstellt. Grundsätzlich führt ein derartiger Impuls dazu, dass die Rentabilität von kapitalintensi-

¹⁷ Üblicherweise wird der Temperatureinfluss mit Hilfe von Gradtagszahlen gemessen; diese Maßzahl gibt die Anzahl der Tage an, an denen die Durchschnittstemperatur unterhalb eines bestimmten Niveaus, in der Regel 17° C, liegt.

Tabelle 20

Klimagasemissionen und binnenwirtschaftliche Entwicklung 2008 bis 2012, Abweichungen von der Referenzprognose in Mill. t CO ₂					
	2008	2010	2012	Summe 2008/12	Durchschnitt 2008/12
Warmjahre					
Energiewirtschaft ¹	0,5	1,1	1,7	5,3	1,1
Industrie ²	-0,4	-0,4	-0,4	-1,9	-0,4
Verkehr	-0,3	-0,4	-0,5	-1,9	-0,4
Gewerbe, Haushalte	-18,2	-18,6	-19,0	-93,0	-18,6
Insgesamt	-18,5	-18,4	-18,3	-92,1	-18,4
nachrichtlich: Ziel-Abweichung ³	-18,5	-18,4	-18,3	-92,1	-18,4
Kaltjahre					
Energiewirtschaft ¹	0,1	0,3	0,5	1,3	0,3
Industrie ²	0,4	0,4	0,4	1,9	0,4
Verkehr	0,3	0,4	0,4	1,7	0,3
Gewerbe, Haushalte	18,2	18,6	19,1	93,1	18,6
Insgesamt	19,0	19,8	20,5	98,8	19,8
nachrichtlich: Ziel-Abweichung ³	19,0	19,8	20,5	98,8	19,8
Hochzinsphase					
Energiewirtschaft ¹	-13,4	-20,9	-22,7	-96,3	-19,3
Industrie ²	-1,0	-1,2	-1,5	-6,1	-1,2
Verkehr	-9,1	-13,6	-17,6	-67,3	-13,5
Gewerbe, Haushalte	-2,7	-3,0	-3,4	-15,2	-3,0
Insgesamt	-26,1	-38,8	-45,2	-184,9	-37,0
nachrichtlich: Ziel-Abweichung ³	-26,1	-38,8	-45,2	-184,9	-37,0
Eigene Berechnungen. – ¹ ohne Industriekraftwerke. ² einschließlich Industriekraftwerke und prozessbedingte CO ₂ -Emissionen jedoch ohne energetische Verwendung von Energierohstoffen. – ³ ein negatives Vorzeichen bedeutet einen Überschuss an CO ₂ -Emissionen.					

ven Techniken zur Energieeinsparung sinkt, da bei unveränderlichen Energieeinsparungen die Kapitalkosten zunehmen. Deshalb ist zu erwarten, dass bei hohen Zinsen die Investitionen in Energieeinsparmaßnahmen tendenziell rückläufig sind.

Für Brennstoffsubstitutionen hat diese Aussage hingegen keine allgemeine Gültigkeit, wie der Hinweis auf die GuD-Technik in der Elektrizitätserzeugung belegt. Folglich werden kohlenstoffärmere und kapitalextensivere Techniken bei steigenden Zinsen Wettbewerbsvorteile gegenüber kapitalintensiven Techniken erringen, so dass durch die

Substitution von kohlenstoffreichen durch kohlenstoffärmere Energieträger die CO₂-Bilanz insgesamt entlastet wird.

Bei den hier ausgewählten Zinssätzen sind die CO₂-Minderungen so erheblich, dass ähnlich wie beim reduzierten Welthandel das Minderungsziel von 21% um mehr als 2 %-Punkte übertroffen wird (vgl. Tabelle 20). Ausschlaggebend dafür sind zum einen die starken kontraktiven Wirkungen von hohen Zinsen auf das gesamtwirtschaftliche Wachstum und die Binnenkonjunktur. Zum anderen werden durch die hohen Zinsen Minderungstechniken mit relativ niedrigen Kapitalkosten gegenüber kapitalintensiven Techniken kostengünstiger. Dies ist insbesondere in der Stromerzeugung zu beobachten, wo die kapitalintensiven Techniken der Stein- und Braunkohleverstromung gegenüber Erdgas-GuD-Anlage weitere Marktanteile verlieren. Deshalb entfällt der größte Beitrag der Emissionsminderungen auf die Energiewirtschaft, insbesondere die Elektrizitätserzeugung.

Für die CO₂-Bilanz von ähnlichem Gewicht sind die Witterungsverhältnisse. Lügen die Durchschnittstemperaturen in der ersten Handelsperiode etwa um 10% unter dem langjährigen Mittel, entstünde ein zusätzlicher Bedarf an CO₂-Emissionen von durchschnittlich knapp 20 Mill. t. Würden diese Witterungsbedingungen mit einem dynamisch wachsenden Welthandel zusammenfallen, könnte sich ein kumuliertes CO₂-Minderungsdefizit von knapp 150 Mill. t ergeben.

6. Zusammenfassende Bewertung

Am 2. Juli 2003 hat das EU-Parlament in zweiter Lesung den Gemeinsamen Standpunkt des Ministerrats vom 18. März 2003 zur Einführung eines EU-weiten Handels mit Treibhausgasemissionen einschließlich der zuvor im Konsens mit Ministerrat und EU-Kommission erzielten Änderungen gebilligt. Eine endgültige Verabschiedung ist deswegen in naher Zukunft zu erwarten. An diesem EU-weiten Handel mit Emissionsrechten nehmen Anlagen der Energiewirtschaft und ausgewählte energieintensive Produktionsprozesse teil. Voraussetzung für die Etablierung eines Handels ist die Zuteilung von Emissionsrechten für die am Handel zu beteiligenden Anlagen und Anlagenbetreiber. Diese Zuteilung muss für die erste Handelsperiode bis zum 30. September 2004, für die zweite Handelsperiode bis zum 31. Dezember 2006 erfolgen.

Grundlage dieser Zuteilung wie auch die erwarteten Minderungen in den nicht am Emissionshandel beteiligten Sektoren ist eine Prognose der Klimagasemissionen der einzelnen Verbraucher- und Verbrauchergruppen für diese beiden Handelsperioden. Für die Energiewirtschaft und die Industrie konnte dabei auf die in der Klimavereinbarung und der Vereinbarung zur CO₂-Minderung und KWK-Förderung festgelegten spezifischen Emissionsminderungen zurückgegriffen werden. Die in diesen Vereinbarungen festgelegten Minderungsziele sind ebenso wie die Maßnahmen und Vereinbarungen im Verkehrsbereich und die Anstrengungen im Bereich der Gebäude-

Tabelle 21

Bandbreite der CO₂-Emissionen 2008 bis 2012, in Mill. t CO ₂			
	Minimum	Kyoto-Ziel	Maximum
	Summe 2008/12		
Energiewirtschaft ¹	1 622,2	1 718,5	1 750,5
Industrie ²	725,7	768,6	783,1
Verkehr	780,9	872,5	898,5
Gewerbe, Haushalte	802,8	895,8	988,9
Insgesamt	3 931,6	4 255,7	4 421
nachrichtlich:			
Ziel-Abweichung ³	- 324,1	0	165,3
	Durchschnitt 2008/12		
Energiewirtschaft ¹	324,4	343,7	350,1
Industrie ²	145,1	153,7	156,6
Verkehr	156,2	174,5	179,7
Gewerbe, Haushalte	160,6	179,2	197,8
Insgesamt	786,3	851,1	884,2
nachrichtlich:			
Ziel-Abweichung ³	- 64,8	0	33,1
Eigene Berechnungen. – ¹ ohne Industriekraftwerke. ² einschließlich Industriekraftwerke und prozessbedingte CO ₂ -Emissionen jedoch ohne energetische Verwendung von Energierohstoffen. - ³ ein negatives Vorzeichen bedeutet einen Überschuss an CO ₂ -Emissionen.			

und Wohnraumbeheizungen ein wichtiger Beitrag zur Erfüllung der im Kyoto-Protokoll und im EU-burden-sharing vereinbarten Minderungsziele.

Allerdings sind insbesondere für die zweite Handelsperiode von 2008 bis 2012 auch Entwicklungen möglich, die erhebliche Abweichungen vom Zielkorridor mit sich bringen können (vgl. Tabelle 21). So wird eine nachhaltige Verbesserung der weltwirtschaftlichen Rahmenbedingungen dazu führen, dass das Wachstum der sektoralen Produktion nicht mehr durch Effizienzverbesserungen und Brennstoffsubstitutionen kompensiert werden kann, mit der Ausweitung der Produktion also ein Anstieg der CO₂-Emissionen verbunden ist. Folglich nimmt unter diesen Voraussetzungen auch der Bedarf an Emissionsrechten der am Emissionshandel beteiligten Anlagen und Anlagenbetreiber zu.

Umgekehrt ist eine niedrigere Expansion des Welthandelsvolumens mit deutlichen sektoralen und gesamtwirtschaftlichen Wachstumseinbußen verbunden, die für die CO₂-Bilanz eine spürbare Entlastung bedeuten. Das im EU-burden-sharing festgelegte Minderungsziel kann unter diesen Voraussetzungen mit 3,6%-Punkten sogar übererfüllt werden. Die daraus folgenden frei verfügbaren Emissionsrechte stehen dem Handel allerdings nur dann zur Verfügung, wenn sie von den von der Richtlinie betroffenen Anlagen und Anlagenbetreibern zum Verkauf angeboten werden.

Über ungewisse und kaum zuverlässig zu prognostizierende weltwirtschaftliche Entwicklungen hinaus hängt das Ausmaß des Bedarfs oder des Überschusses an CO₂-Emissionen auch von binnenwirtschaftlichen Faktoren und politischen Entscheidungen, die in keinem unmittelbaren Zusammenhang mit der Klimaschutzpolitik stehen, ab. So führt allein eine Folge von relativ kalten Jahren zu einem zusätzlichen Bedarf an CO₂-Emissionen in Höhe von jährlich knapp 20 Mill. t. Würden diese Witterungsbedingungen mit einem dynamisch wachsenden Welthandel zusammenfallen, könnte sich ein kumuliertes CO₂-Minderungsdefizit zwischen 2008 und 2012 von knapp 165 Mill. t ergeben.

Diese divergierenden Entwicklungen machen deutlich, dass die im nationalen Allokationsplan festgelegten Emissionsbudgets nicht als strenge Vorgaben, sondern als Bandbreiten definiert werden sollten. Insbesondere sollte der Umfang der Emissionsrechte so bemessen sein, dass ökonomisch günstige Entwicklungen wie eine stärkere Expansion des Welthandels nicht durch eine Verknappung von Emissionsrechten behindert werden.

Den politischen Entscheidungsträgern obliegt deshalb die Aufgabe, die für diese Flexibilität notwendigen Emissionsrechte bereitzustellen. Das Kyoto-Protokoll bietet mit dem Einsatz der flexiblen Instrumente Joint Implementation (JI) und Clean Development Mechanism (CDM) die Möglichkeit dazu. Um den Handel mit Emissionsrechten nicht zu einem unkalkulierbaren Preis- und Mengenrisiko werden zu lassen, sollte staatlichen Institutionen diese Ausgleichsfunktion per Gesetz auferlegt werden.

Anhang - Schaubilder

