

# **Klimaschutz und Emissionshandel – Probleme und Perspektiven**

**Von Paul Klemmer, Bernhard Hillebrand  
und Michaela Bleuel**

The logo for RWI (Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung) is displayed in a large, outlined, serif font. The letters are white with a black outline, set against a white background.

**RWI-Papiere, Nr. 82**

# Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung

Vorstand: Prof. Dr. Paul Klemmer (Präsident),  
Prof. Dr. Ullrich Heilemann (Vizepräsident)

Verwaltungsrat: Heinrich Frommknecht (Vorsitzender); Eberhard Heinke, Dr. Dietmar Kuhnt, Dr. Henning Osthues-Albrecht (stellv. Vorsitzende); Prof. Dr.-Ing. Dieter Ameling, Manfred Breuer, Prof. Dr. Walter Eberhard, Prof. Dr. Harald B. Giesel, Marianne Halstrick-Schwenk, Dr. Thomas Köster, Hartmut Krebs, Rolf Hermann Nienaber, Heinz Putzhammer, Dr. Gerd Willamowski, Prof. Dr. Heribert Zitzelsberger

Forschungsbeirat: Prof. Dr. Joachim Frohn, Ulrich Hombrecher, Prof. Dr. Gebhard Kirchgässner, Dr. Matthias Köppel, Prof. Dr. Wim Kösters, Prof. Dr. Horst Zimmermann

---

## RWI-Papiere, Nr. 82

Herausgeber: Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung, Hohenzollernstraße 1/3, 45128 Essen, Tel. 0201/81 49-0 – Alle Rechte vorbehalten – Redaktionelle Bearbeitung: Joachim Schmidt – ISSN 1433-9382 – ISBN 3-928739-95-6

Essen, September 2002

# **Klimaschutz und Emissionshandel – Probleme und Perspektiven**

**Von Paul Klemmer, Bernhard Hillebrand,  
und Michaela Bleuel**

The logo for RWI (Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung) is displayed in a large, outlined, serif font. The letters are white with black outlines, set against a white background.

**RWI-Papiere, Nr. 82**

**Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek**

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Kurzexpertise im Auftrag  
der Deutschen Energie-Agentur (dena), Berlin

Herausgeber: Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung,  
Hohenzollernstraße 1-3, 45128 Essen, Telefon (0201) 81 49-0  
Internet: [www.rwi-essen.de](http://www.rwi-essen.de), e-mail: [rwi@rwi-essen.de](mailto:rwi@rwi-essen.de)  
Redaktionelle Bearbeitung: Joachim Schmidt

ISSN 1433-9382 – ISBN 3-928739-95-6

Essen, September 2002

# Klimaschutz und Emissionshandel – Probleme und Perspektiven

## 1. Problemstellung

Auf der dritten Konferenz der Vertragsstaaten zur Klimarahmenkonvention in Kyoto wurden sowohl für die nationale als auch die internationale Klimaschutzpolitik wichtige Grundsätze verabschiedet:

- Die so genannten „Annex-B“-Staaten<sup>1</sup> (d.h. Industrieländer einschl. Osteuropa und ehemalige UdSSR) verpflichten sich zu einer Reduktion der Gesamtemissionen von CO<sub>2</sub> und fünf weiteren Klimagasen bis zur Budgetperiode 2008 bis 2012 gegenüber 1990 um mindestens 5 vH.
- Um diese Minderungsverpflichtungen zu erfüllen, können neben nationalen Maßnahmen zumindest im Ansatz auch übernationale Minderungsstrategien eingesetzt werden, die entweder zwischen Industrieländern (Artikel 6; *Joint Implementation*, JI) oder zwischen Industrie- und Entwicklungsländern (Artikel 12; *Clean Development Mechanism*, CDM) abgewickelt werden.
- Ab dem Jahr 2008 kann ein Teil der erforderlichen Emissionsminderungen durch den Zukauf von Emissionsrechten erfüllt und überschüssige Minderungen zum Kauf angeboten werden (Artikel 17; *Emissions Trading*, ET).

Der Handel mit Emissionsrechten gilt grundsätzlich als effizientes Instrument, um ein vorgegebenes Reduktionsziel kostenminimal zu erreichen. Denn auf dem Markt für Emissionsrechte bildet sich ein Gleichgewicht zwischen Nachfrage und Angebot nach Emissionsrechten. Das Gleichgewicht wird vom Preis für Emissionsrechte erzwingen, der sich auf exakt jenem Niveau einpendelt, bei dem jede zusätzliche Nachfrage nach Emissionsrechten höhere Kosten verursacht als die Verringerung der Emissionen und jedes zusätzliche Angebot höhere Vermeidungskosten induziert, als vom Markt honoriert wird. In diesem Idealmodell enthält der Preis alle Informationen, die für die Investitions- und Verbrauchsentscheidungen der Marktteilnehmer von Bedeutung sind. Insbesondere beeinflusst er das Wirtschaftlichkeitskalkül der Marktteilnehmer in der Weise, dass das Minderungsziel mit den geringsten Zusatzkosten tatsächlich erreicht wird. Ähnlich effizient ist nur noch ein Abgabensystem, allerdings ohne die beim Emissionshandel automatisch gegebene ökologische Treffsicherheit.

Kosteneffizienz und ökologische Treffsicherheit sind günstige Bedingungen, um dieses Instrument im Rahmen der nationalen oder internationalen Klimaschutzpolitik einsetzen zu können. Damit ließen sich etwa die Minderungsverpflichtungen der Annex-B-Staaten, der Europäischen Union (EU) wie auch der einzelnen Mitglied-

---

1 Die im Kyoto-Protokoll festgelegten Reduktionsziele sind für die einzelnen Staaten bzw. Staatengruppen in Anlage B enthalten (so genannte „Annex-B-Staaten“). Diese Liste deckt sich zwar weitgehend mit der in der Anlage I zur Klimarahmenkonvention enthaltenen Aufzählung der Industrie- und Transformationsländer (so genannte „Annex-I-Staaten“), ist jedoch mit dieser nicht identisch. Neu hinzugekommen sind Kroatien, Liechtenstein, Monaco und Slowenien, getrennt aufgeführt sind die Tschechische Republik und die Slowakei, nicht mehr aufgeführt ist die Türkei.

staaten kostenminimal erfüllen. Mit dieser Intention hat die EU-Kommission im März 2000 ein Grünbuch über den Handel mit Emissionsrechten für die Europäische Union vorgelegt (Kommission der Europäischen Gemeinschaften (2000)) und die darin entwickelten Vorstellungen im Rahmen eines Richtlinienentwurfs im Oktober 2001 konkretisiert (Kommission der Europäischen Gemeinschaften (2001)).

In Deutschland ist seit Beginn der neunziger Jahre eine Vielzahl von Maßnahmen ergriffen worden, mit denen eine Reduktion der klimawirksamen Spurengase erreicht werden soll. Das Bündel reicht von ordnungsrechtlichen Ge- und Verboten über zusätzliche Steuern und Abgaben bis hin zu freiwilligen Vereinbarungen. Der Handel mit Emissionsrechten entweder innerhalb Deutschlands oder über die Grenzen hinweg ist bislang weder intensiv diskutiert noch als Instrument des nationalen Klimaschutzprogramms berücksichtigt worden. Insofern überrascht es nicht, dass der EU-Vorschlag zur Einführung eines Handels mit Treibhausgasen zu teilweise heftigen Reaktionen in Deutschland geführt hat, die von grundsätzlicher Ablehnung über kritische Prüfung bis hin zu einhelliger Zustimmung reichen. In dieser Auseinandersetzung droht jedoch eine sachliche Diskussion der Vor- und Nachteile dieses Instruments verloren zu gehen.

Ziel des vorliegenden Diskussionspapiers ist es, Kriterien und Vorschläge zu entwickeln, wie ein Emissionshandel in Deutschland praktisch erprobt und umgesetzt werden kann. Dabei sollen nicht nur die Beschlüsse von Kyoto und Marrakesch, sondern vor allem auch die in Deutschland bereits eingeführten Maßnahmen und Instrumente der Klimaschutzpolitik angemessen berücksichtigt werden. Insofern ist die Arbeit nicht darauf angelegt, erneut die Vorteile eines Emissionshandels darzustellen, sondern hat zum Ziel, konkrete Lösungsvorschläge zu erarbeiten, um den Emissionshandel in Deutschland erproben und schließlich als eigenständiges Instrument der Klimaschutzpolitik etablieren zu können. Dieser Aufgabenstellung entsprechend gliedert sich die Arbeit im Wesentlichen in vier Teile:

- Im ersten Teil werden die internationalen Rahmenbedingungen für den Handel mit Emissionen, insbesondere die Beschlüsse von Kyoto und die darin festgelegten Konkretisierungen eines Emissionshandels skizziert.
- Der zweite Teil dient dazu, die grundsätzlichen konzeptionellen Anforderungen an den Emissionshandel zu formulieren und Konfliktfelder aufzuzeigen, die im Hinblick auf die nationale und EU-weite Energie- und Umweltpolitik auftreten können.
- Im dritten Abschnitt werden die Grundzüge ausgewählter Handelsmodelle wie der SO<sub>2</sub>-Handel in den Vereinigten Staaten, der Handel mit Treibhausgas-Emissionen im Vereinigten Königreich und mit CO<sub>2</sub> in Dänemark sowie die Vorschläge der EU-Kommission zu einem EU-weiten CO<sub>2</sub>-Emissionshandel vorgestellt.
- Aufbauend auf den Erfahrungen anderer Länder und der spezifischen Ausgestaltung nationaler Klimaschutzpolitiken (wie der Klimavereinbarung in Deutschland) werden im letzten Teil konkrete Lösungsmöglichkeiten für die Implementation eines nationalen oder EU-weiten Emissionshandels diskutiert.

Die Studie schließt mit einer zusammenfassenden Bewertung, in der die konkreten Vorschlägen zu einem nationalen Emissionshandel und zur Umsetzung auf europäischer Ebene gebündelt dargestellt und die diskutierten Gestaltungsmerkmale explizit berücksichtigt werden.

## 2. Internationale Rahmenbedingungen eines Emissionshandels

Das Emissionshandelsmodell gehört heute zum Standard des umweltpolitischen Instrumentariums. Die grundsätzlichen ökologischen und ökonomischen Wirkungsmechanismen sind weitgehend bekannt, so dass auf ihre Darstellung im Folgenden verzichtet werden kann<sup>2</sup>. Das Idealmodell unterliegt in der Realität jedoch vielfältigen Restriktionen, die sich zum Teil aus den spezifischen Eigenschaften des Instruments selbst, zum Teil aus den im Kyoto-Protokoll und in Marrakesch getroffenen Vereinbarungen ergeben. So ist nach Artikel 17 des Kyoto-Protokolls der Handel mit Emissionsrechten auf die Annex-I-Staaten beschränkt und kann erst ab dem Jahr 2008 aufgenommen werden. Handelspartner sind in erster Linie Staaten, auch wenn ein Handel zwischen Firmen, Nicht-Regierungsorganisationen oder auch Einzelpersonen nicht explizit ausgeschlossen ist. Zum Handel zugelassen sind zwei Typen von Emissionszertifikaten: Zum einen Emissionsminderungen, die ihrerseits aus JI und CDM Projekten generiert werden (*Emission Reduction Units* (ERUs) und *Certified Emission Reduction* (CERs)), zum anderen Emissionsrechte, die als Gutschriften aus Senken (*Removal Units* (RMUs)) entstehen oder als erlaubte Emissionen (*assigned amount units*, AAUs) im Zieljahr festgelegt sind. Die erlaubten Emissionen ergeben sich dabei als Differenz aus den (Basis-) Emissionen des Landes im Jahr 1990 abzüglich der spezifischen Minderungsverpflichtung für den ersten Verpflichtungszeitraum bis Ende 2008. Deutschland hat bei einer Emissionsmenge von 1 208 Mill. t CO<sub>2</sub>e im Jahr 1990 und einer Minderungsverpflichtung von 21 vH (bzw. 254 Mill. t CO<sub>2</sub>e) für den Zeitraum 2008 bis 2012 einen Anspruch auf eine Menge erlaubter Emissionen in Höhe von jährlich 955 Mill. t CO<sub>2</sub>e. Die in der ersten Verpflichtungsperiode tatsächlich emittierten Mengen müssen demnach durch zugeteilte Emissionsrechte, durch Gutschriften aus Senken oder durch Emissionsminderungen aus JI und CDM-Projekten gedeckt werden. Abweichungen zwischen tatsächlichen Emissionen einerseits und Emissionsrechten bzw. Minderungen andererseits können allerdings nicht vollständig durch Zukauf am Lizenzmarkt, sondern müssen zum Teil durch nationale Minderungen ausgeglichen werden. Mit dieser Regelung soll erreicht werden, dass jedes Land seiner tatsächlichen Reduktionsverpflichtung, die sich in den *assigned amounts* niederschlägt, nachkommt und Emissionsminderungen nicht durch alleinigen Zukauf von Emissionsrechten generiert. Das Handelsvolumen wurde durch einen Beschluss auf der 7. Vertragsstaatenkonferenz in Marrakesch (COP7) zusätzlich eingeschränkt. Demnach sind die Mitglieder des Emissionshandels dazu verpflichtet, 90 vH der ihnen zugeteilten Emissionsrechte als Reserve (*commitment period reserve*) zurück zu halten (Marrakesch Accords Art. I J 4. Annex 7). Für Deutschland, das von 1990 bis 2000 etwa 190 Mill. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente reduziert hat, könnte bei entsprechender Definition dieser Differenz die verbleiben-

2 Das Modell handelbarer Emissionsrechte geht auf eine Arbeit von Dales (1968) zurück; vertiefend dazu z.B. Weimann 1995: 245ff.; Cansier 1993: 192ff.; Rubin 1996; Bonus 1998.

de Verpflichtung vollständig über den Zukauf von Emissionsminderungen erfüllt werden.

Über den Handel mit Emissionsrechten hinaus erlaubt das Kyoto-Protokoll für die nationalen Verpflichtungen auch den Einsatz von übernationalen Minderungserfolgen, sofern diese aus gemeinsamen Projekten entweder zwischen Industrieländern (JI) oder zwischen Industrie- und Entwicklungsländern (CDM) erschlossen werden. Im Unterschied zum ET können bei diesen flexiblen Mechanismen allerdings nur Emissionsminderungen übertragen werden, wobei ihr Umfang sowohl der Anerkennung der beteiligten Staaten bedarf als auch von einem *business-as-usual*-Fall abhängt, der die Entwicklung ohne diese Maßnahme beschreibt. Die Zusätzlichkeit über den *business-as-usual*-Fall hinaus ist für die flexiblen Instrumente des JI und CDM essentiell, da nur diese zusätzlichen Minderungen entweder als *Emission Reduction Units* (ERUs) oder als *Certified Emission Reductions* (CERs) anrechenbar sind. Emissionsminderungen aus CDM-Projekten können bis zum Jahr 2008 angespart (*banking*; Artikel 12,10) und auf die jeweiligen Minderungsverpflichtungen in der ersten Budgetperiode 2008 bis 2012 angerechnet, JI-Projekte erst ab dem Jahr 2008 berücksichtigt werden.

CDM und JI werden nach dem Kyoto-Protokoll zwar ebenso wie ET als flexible Instrumente bezeichnet, dürften jedoch eher als Maßnahmen zur Emissionsminderung anzusehen sein. Im Unterschied dazu ist der Emissionshandel tatsächlich ein Instrument, das auf die Festlegung von projektbezogenen Minderungserfolgen nicht zwingend angewiesen ist und in dessen Rahmen z.B. auch ERUs und CERs zur Zielerfüllung eingesetzt werden können.

### 3. Konzeptionelle Elemente eines Handels mit Emissionsrechten

Unabhängig von der jeweiligen Ausgestaltung eines Handelsmodells stellen sich bei der konkreten Umsetzung einige grundsätzliche Probleme, die für die Wirksamkeit des Instruments wie auch für die ökonomischen Folgen von Bedeutung sind. Diese Probleme werden im Folgenden erläutert, um darauf bei der Diskussion der bislang implementierten Handelsmodelle wie auch bei der Entwicklung eines Handelssystems für Deutschland zurückgreifen zu können.

#### 3.1. Definition der Rechte

Die Unterscheidung von Emissionen einerseits, von Emissionsminderungen andererseits zeigt bereits, dass ein Handelssystem nicht zwingend in eine eindeutige Form gezwängt werden muss, sondern in weiten Grenzen gestaltet werden kann. Grundsätzlich ist sowohl der Handel mit Emissionsrechten (*cap and trade*) als auch der mit Emissionsminderungen (*baseline and credit*) möglich – im ersten Fall beziehen sich die Rechte auf die bei der Umsetzung der Minderungsverpflichtungen verbleibenden zulässigen Gesamtemissionen, im zweiten Fall auf die Minderungsverpflichtungen selbst. Das gesetzte Ziel wird in beiden Fällen erreicht. Da das zulässige Emissionsvolumen in der Regel die Minderungen um ein Vielfaches übersteigt, ist das potenzielle Handelsvolumen von Emissionsrechten ebenfalls deutlich größer

als das von -minderungen. Mit stetiger Annäherung an das Ziel nimmt allerdings das Handelsvolumen der Rechte kontinuierlich ab, jenes von Emissionsminderungen entsprechend zu. Da das Ziel unabhängig von der Festlegung der Rechte im Einzelnen in jedem Fall erreicht wird, sind auch hybride Formen von Handelssystemen denkbar, in denen Emissions- mit Minderungsrechten kombiniert werden können. Beispielsweise stellt der Rückgriff auf ERUs oder CERs zum Ausgleich bestehender Zielverfehlungen eine solche hybride Form dar.

Die Festlegung von Minderungsrechten setzt allerdings eine genaue Definition der Minderungen voraus, die ihrerseits entweder an bestimmte Maßnahmen oder bestimmte Zeiträume gebunden sind. Die endliche Laufzeit von Projekten oder Minderungsmaßnahmen hat außerdem zur Folge, dass Minderungsrechte ebenfalls nur zeitlich begrenzt zugesprochen werden können. Im Gegensatz dazu können Emissionsrechte auch unbefristet festgelegt werden, wobei ihre stetige Abwertung garantiert, dass ein vorgegebenes Ziel erreicht wird.

### 3.2. Allokation der Emissionsrechte

Die Markteinführung von Emissionsrechten ist mit einem gravierenden Wechsel der Eigentumsverhältnisse der bislang als Kollektiv genutzten Lufthülle als Speicher für klimawirksame Spurengase verbunden. Dieser Wandel vom jedermann zugänglichen zum Eigentumsrecht berührt nicht nur ökonomische, sondern vor allem rechtliche Fragen, die unter dem Stichwort „Schutz des Eigentums“ sogar den Rang von verfassungsrechtlichen Grundsatzfragen einnehmen können. Grundsätzlich kann die Zuteilung der Rechte nach den bisherigen Besitzständen, zu einem administrierten Festpreis oder durch eine Versteigerung erfolgen. Verfassungsrechtliche Probleme des Bestandsschutzes für genehmigte Anlagen lassen sich am ehesten ausschalten, wenn die Anfangsverteilung nach dem Besitzstandprinzip kostenlos (*grandfathering*) erfolgt. Zwar können damit potenzielle Neuemittenten diskriminiert werden, da diese durch den nachträglichen Erwerb von Emissionsrechten belastet werden. Allerdings lassen sich diese Probleme durch entsprechende Maßnahmen bei der Festlegung oder der stetigen Abwertung der Rechte auffangen.

Schwieriger dürfte hingegen das Problem der *early actions* zu beheben sein. Denn bei einer kostenlosen Erstvergabe der Rechte nach Maßgabe der tatsächlichen Emissionen werden Unternehmen, die bereits Investitionen in energie- bzw. CO<sub>2</sub>-sparende Techniken getätigt haben, im Vergleich zu weniger fortschrittlichen schlechter gestellt. Diese Wettbewerbsverzerrung kann nur durch Standards (*benchmarks*) abgefangen werden, mit deren Hilfe anstelle von tatsächlichen Emissionen rechnerische zugeteilt werden, die sich etwa aus der Multiplikation eines entsprechend definierten technischen Standards mit absoluten Produktions- oder Verbrauchsgrößen ergeben. Dabei soll nicht verkannt werden, dass die Definition derartiger technischer Standards mitunter schwierige Abgrenzungs- und Messprobleme verursachen kann. In der Praxis konnte jedoch gezeigt werden, dass diese Mischverfahren praktikabel sein können.

Die Versteigerung der Emissionsrechte zu einem administrierten Preis setzt bekanntlich voraus, dass die Lizenzbehörde Informationen bezüglich der Grenzvermeidungskosten der Emittenten besitzt. Nur dann kann ein markträumender Gleichgewichtspreis bestimmt werden, der Anreizkompatibilität im Sinne der gewollten Mengenrestriktion sichert. Da die Vermeidungskosten jedoch unbekannt sind, wird eine Versteigerung mit hoher Wahrscheinlichkeit falsche Preissignale setzen. Außerdem stellt die kostenpflichtige Primärvergabe der CO<sub>2</sub>-Lizenzen im Rahmen von Auktionen, insbesondere wenn anstelle spezifischer Minderungsverpflichtungen mit der absolut emittierten Gesamtmenge gehandelt werden soll, einen massiven Eingriff in die verfassungsrechtlich garantierten Eigentumsrechte dar.

Insgesamt betrachtet ist unter den genannten Entscheidungskriterien für die Anfangsverteilung eine modifizierte kostenlose Erstzuteilung, bei der bestimmte technische Standards berücksichtigt werden, alternativen Erstverteilungsverfahren vorzuziehen.

Die Probleme der Anfangsverteilung sind ein charakteristisches Merkmal der Festlegung von Emissionsrechten, insbesondere des Übergangs von einem bislang frei verfügbaren zum Eigentumsrecht. Würde man die Rechte nicht an den Emissionen selbst, sondern an den Minderungen festmachen, ließen sich zumindest die Probleme der Anfangsverteilung umgehen. Denn Emissionsminderungen werden erst durch Effizienzsteigerungen, Brennstoffsubstitutionen oder andere Maßnahmen erworben, stellen mithin ein Eigentumsrecht auf potenzielle zukünftige Entwicklungen, nicht jedoch auf den gegenwärtigen Besitzstand dar. Zwar ist auch bei Minderungsrechten eine selektive Wirkung zu erwarten, die darin zum Ausdruck kommt, dass die Anzahl der Minderungsrechte, die ein Unternehmen generieren kann, umso größer sein wird, je kostengünstiger die Verringerung seiner Emissionen ist. Dies ist jedoch gerade die intendierte Wirkung der Minderungsrechte: Sie entspricht im Übrigen der Mechanik eines Handelsmodells, das auf Emissionsrechten basiert, wobei anstelle von Rechten Minderungsrechte gehandelt werden. Praktiziert wird dieser Ansatz – wie im folgenden Abschnitt beschrieben – gegenwärtig in Großbritannien, wo Unternehmen Emissionsminderungen im Rahmen einer Auktion anbieten, wobei der Preis vom Staat in einem iterativen Verfahren festgelegt wird.

### **3.3. Marktabgrenzung und -teilnehmer**

Konstitutiv für einen Emissionshandel ist die ökonomische Effizienz, mithin das Ausnutzen von Kostenunterschieden bei der Verringerung der Emissionen. Aus diesem Grundsatz folgt, dass ein Emissionshandel umso liquider sein wird, je mehr Akteure mit unterschiedlichen Vermeidungskosten am Handel teilnehmen können. Da in der empirischen Forschung weitgehend Einigkeit darüber besteht, dass die Effizienzunterschiede zwischen einzelnen Verbrauchergruppen innerhalb eines Staates, insbesondere jedoch zwischen Verbrauchergruppen verschiedener Staaten erheblich sind, ist ein übernationaler Markt grundsätzlich einem nationalen und ein nationales System, das alle Verbrauchergruppen einschließt, einem auf ausgewählte Verbraucher beschränkten vorzuziehen. Dies gilt allerdings nur im Hinblick auf das Handelssystem und die damit verbundenen Minderungsziele. Andere Ziele, die sich in

der Nachhaltigkeitsdiskussion als Drei-Säulen-Modelle<sup>3</sup> etabliert haben, werden damit nicht automatisch erfüllt; im Gegenteil: Je globaler ein Emissionshandel angelegt wird, umso schwieriger dürften nationale Ziele der Wirtschaftspolitik aufrecht zu erhalten sein. Dies gilt nicht nur für die Sicherung eines angemessenen wirtschaftlichen Wachstums, die Stabilisierung des Preisniveaus oder die Gewährleistung eines außenwirtschaftlichen Gleichgewichts, sondern auch für die Sicherheit der Energieversorgung und eine angemessene Beschäftigung. Vor diesem Hintergrund gewinnt die Diskussion darum, ob ein globaler Handel allein auf Staatenebene oder auch zwischen Unternehmen zulässig sein, eine neue Dimension.

Dem Idealmodell eines freien Handels sind jedoch bereits durch das Kyoto-Protokoll einschneidende Restriktionen auferlegt worden. Wie erwähnt ist nach Artikel 17 der Handel mit Emissionsrechten auf die Annex-I-Staaten beschränkt. Dadurch werden zum einen alle kostengünstigen Minderungspotenziale, die außerhalb dieser Staaten angesiedelt sind, aus dem Markt ausgeklammert. Folglich wird sich das Angebot auf kostenintensivere Minderungsoptionen konzentrieren, der Preis für Emissionsminderungen deutlich höher liegen als in einem globalen System. Damit ist zum anderen die Gefahr von Wettbewerbsverzerrungen verbunden, die insbesondere energieintensive Produktionsbereiche mit hohen Vermeidungskosten treffen und Standortverlagerungen von Annex-I in Nicht-Annex-I-Staaten nach sich ziehen können.

Ferner sieht das Kyoto-Protokoll vor, dass über den internationalen Handel nur ein Teil der Emissionsminderungen, zu der sich ein Staat verpflichtet hat, abgedeckt werden kann (*supplementarity*). Auch wenn eine exakte Festlegung dieser Schwelle mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden sein kann, das Volumen der über den Zukauf realisierten Emissionsminderungen insoweit unbestimmt ist, stellen diese Bedingungen erhebliche Einschränkungen für den Handel dar. Folglich weicht der Emissionshandel nach den Grundsätzen des Kyoto-Protokolls deutlich von dem Idealmodell eines globalen Marktes, der eine kostenminimale Realisation eines global definierten Minderungsziels garantiert, deutlich ab.

In der Anerkennung der einzelnen Mitgliedstaaten als Träger der Verpflichtungen liegt begründet, dass diese die zur Erfüllung der Reduktionsverpflichtungen notwendigen Maßnahmen autonom treffen können. Eine Verpflichtung zur Anwendung eines bestimmten Instruments oder Maßnahmenbündels besteht nicht. Dies gilt insbesondere auch für einen staatenübergreifenden Emissionshandel. Die Anerkennung der staatlichen Verantwortung bedeutet zudem, dass jeder Mitgliedstaat der EU frei darüber entscheiden kann, welchen Beitrag zur Gesamtminderung er einzelnen Verbrauchergruppen abverlangt<sup>4</sup>. Auch wenn diese innerstaatliche Lastenverteilung

---

3 Als „Drei-Säulen-Konzept“ hat sich in der öffentlichen Nachhaltigkeits-Diskussion der vergangenen Jahre das Zusammenspiel der Begriffe Ökonomie-, Ökologie- und Sozialverträglichkeit etabliert; vgl. z.B. Klemmer 1994: 14–19; Rat der Sachverständigen für Umweltfragen 1996; Meyerhoff, Petschow 1996.

4 Diesem Grundsatz trägt auch die EU-Kommission in ihrem Richtlinienvorschlag zur Einführung eines EU-weiten Handels mit Treibhausgasen Rechnung, da die einzelnen Mitgliedstaaten nach Annex III autonom bei der Aufstellung der nationalen Allokationspläne sind.

möglichst effizient, d.h. mit den geringsten Zusatzkosten erreicht werden sollte, so gehen in diese Aufteilung nicht nur Aspekte des Klimaschutzes, sondern u.a. auch energiewirtschaftliche, sektorale und makroökonomische Überlegungen ein. Denn neben dem Minderungsziel sind die Mitgliedstaaten auch anderen Zielen verpflichtet, wie sie beispielsweise im Maastrichter Vertrag für die Mitgliedstaaten oder im Stabilitäts- und Wachstumsgesetz aus dem Jahre 1967 für Deutschland festgelegt sind und unter den Stichworten Beschäftigungssicherung, Stabilität des Preisniveaus, angemessenes wirtschaftliches Wachstum und außenwirtschaftliches Gleichgewicht subsumiert werden können.

Erschwerend kommt hinzu, dass ein eindeutig definiertes globales Reduktionsziel nicht existiert. Stattdessen gelten partielle Ziele für einzelne Staaten bzw. Staatengruppen. So haben sich im Kyoto-Protokoll nur die Industrieländer einschl. Osteuropa und ehemalige UdSSR zu einer Reduktion der Gesamtemissionen von CO<sub>2</sub> und fünf weiteren Klimagasen bis zur Budgetperiode 2008 bis 2012 gegenüber 1990 um mindestens 5 vH, die EU als Ganzes zu einer Minderung um 8 vH und Deutschland im Rahmen des *EU-burden-sharing* zu einer Reduktion um 21 vH verpflichtet. Auch dürften die nationalen Ziele nur zum Teil das Ergebnis ökonomischer Effizienzüberlegungen gewesen sein. Deswegen besteht die Gefahr, dass durch ein übernationales Handelssystem einzelstaatliche Reduktionsverpflichtungen in Frage gestellt und letztlich obsolet werden. Denn Minderungen erfolgen dann in jenen Sektoren, die über die kostengünstigsten Minderungsoptionen verfügen, unabhängig davon, in welchem Staat diese angesiedelt sind und wie das jeweilige nationale Reduktionsziel definiert wurde. Dies ist solange unbedenklich, wie die einzelnen Staaten für die im Kyoto-Protokoll festgelegten Minderungsverpflichtungen nicht in Anspruch genommen, die Staatengemeinschaft als Ganzes also das gesteckte Ziel erreicht. Wird dieses übernationale Ziel jedoch verfehlt, was insbesondere bei den auf ausgewählte Sektoren begrenzten Handelssystemen möglich ist, werden die einzelnen Mitgliedstaaten für ihre jeweiligen Einzelziele in Anspruch genommen. In der Anerkennung der einzelnen Nationalstaaten als Träger der Verpflichtungen liegt daher begründet, dass Käufe oder Verkäufe auf einem EU-weiten oder globalen Markt für Emissionsrechte stets der Anerkennung und Kontrolle durch die beteiligten Nationalstaaten bedürfen. Folglich nimmt der Staat entweder direkt oder indirekt stets am Emissionshandel teil.


### **3.4. Klimaschutz, Versorgungssicherheit und allgemeine Ziele der Wirtschaftspolitik**

Die Verantwortung der staatlichen Institutionen erstreckt sich jedoch nicht nur auf die Erfüllung der im Kyoto-Protokoll festgelegten Klimaschutzziele einschließlich der dazu notwendigen Kontrollen, sondern umfasst u.a. auch energiewirtschaftliche, sektorale und makroökonomische Ziele. Konflikte zwischen ökologischen, ökonomischen und sozialen Zielen sind insbesondere dann zu erwarten, wenn durch die Ausgestaltung eines Handelssystems die selektiven Wirkungen, die für einen Handel mit klimawirksamen Spurengasen ohnehin konstitutiv sind, verstärkt werden. Dies gilt etwa für Deutschland, wo die Stromerzeugung gegenwärtig zu mehr als der Hälfte auf Braun- und Steinkohle basiert und wichtige Grundstoffe wie Zement, Rohstahl oder Papier unter Einsatz kohlenstoffhaltiger Energieträger gewonnen

werden. Zwar ist selbstverständlich, dass die Wirtschaftsstruktur einem steten Wandel unterworfen ist, die Bedeutung der kohlenstoffhaltigen Energieträger und energieintensiven Grundstoffe sich in Zukunft auch ohne ein Handelssystem ändern wird. Dennoch sind Standortverlagerungen, die durch ein regional oder sektoral begrenztes Handelssystem provoziert werden, gerade auch im Hinblick auf das Ziel einer Verringerung der globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen wenig hilfreich. Für die nationale und EU- weite Struktur der Energieversorgung ist darüber hinaus von Bedeutung, dass durch den Handel mit CO<sub>2</sub>-Emissionen eine weitere Spreizung der Energiepreise entsprechend dem CO<sub>2</sub>-Gehalt der einzelnen Energieträger induziert wird. Überproportionale Zuschläge werden Stein- und Braunkohle zu tragen haben. Diese Energieträger decken nicht nur in Deutschland, sondern auch in anderen Mitgliedstaaten der EU einen erheblichen Teil des Brennstoffeinsatzes in der öffentlichen Stromerzeugung und der öffentlichen Fernwärmeversorgung ab (Tabelle 1). Unabhängig vom konkreten Preis für Emissionsrechte ist daher ein Substitutionsprozess zu erwarten, bei dem CO<sub>2</sub>-reiche durch -ärmere oder -freie Energieträger vollständig verdrängt werden. Dabei sind kurz- und langfristige Wirkungen zu unterscheiden: kurzfristig, d.h. bei unveränderlichem Kraftwerkspark, kann sich nur die Rangfolge der eingesetzten Kraftwerke (*merit order*) verändern, der Substitutionseffekt ist mithin limitiert durch die Struktur des bestehenden Kraftwerksparks. Seine volle Wirkung wird das Handelsregime erst langfristig entfalten, wenn sich durch den Bau neuer und die Stilllegung alter Kraftwerke die Struktur der öffentlichen Strom- und Wärmeerzeugung zu Gunsten von kohlenstoffärmeren Energieträgern wie Erdgas oder -freien wie Kernenergie oder regenerative Energiequellen verschiebt.

Für Deutschland kommt erschwerend hinzu, dass mit dem Beschluss zum Ausstieg aus der Kernenergie mittel- und langfristig ein Anstieg der CO<sub>2</sub>-Emissionen verbunden ist, was den Bedarf an zusätzlichen Emissionsrechten erhöht. Die konkrete Höhe hängt von einer Vielzahl von Annahmen, insbesondere von den in diese Rechnung eingestellten Substitutionsenergien ab. Würde man im bestehenden Kraftwerkspark Uranbrennstoff durch Steinkohle ersetzen, würde der CO<sub>2</sub>-Ausstoß bei den gegenwärtigen Wirkungsgraden von etwa 40 vH um etwa 130 Mill. t zunehmen. Allerdings ist ein vollständiger Ersatz der Stromerzeugung in Kernkraftwerken durch eine höhere Auslastung der bestehenden Steinkohlekraftwerke technisch nicht möglich, da deren Kapazität (rund 28 000 MW) gerade ausreicht, um bei voller Ausnutzung zusätzlich etwa 70 TWh zu erzeugen. Das kurzfristige Substitutionspotenzial ist bei Braunkohle noch stärker limitiert, da diese Kraftwerke bereits gegenwärtig in der Grundlast eingesetzt werden, eine Steigerung der Auslastung daher kaum noch möglich ist. Insofern ist der Ersatz von Atomstrom zwingend auf den Neubau von Kraftwerken angewiesen. Die dadurch entstehenden zusätzlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen hängen vor allem vom Kohlenstoffgehalt des Ersatzbrennstoffes ab. Unterstellt man etwa einen Ersatz allein durch Steinkohle, erhöhen sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen um etwa 120 Mill. t. Wird die gleiche Menge Strom durch Erdgas-GuD-Anlagen erzeugt, verringert sich der zusätzliche Ausstoß um mehr als die Hälfte auf rund 55 Mill. t. Der zusätzliche Bedarf an Emissionsrechten steigt allerdings aufgrund des gestaffelten Endes der Regellaufzeiten bzw. der Reststrommengen für die einzelnen Anlagen über einen Zeitraum von 2003 bis 2022 erst allmählich an. Unabhängig von der Substitutionsenergie wird die Verringerung der Stromerzeugung aus Kernkraft

Tabelle 1

<b>Stromerzeugung in den Mitgliedstaaten der EU nach Brennstoffeinsatz</b>					
1999					
	Steinkohle	Braunkohle	Kernenergie	Erdgas	Übrige <sup>1</sup>
in TWh					
Belgien	9,9	0,0	49,0	19,2	7,5
Dänemark	20,0	0,0	0,0	9,1	9,7
Deutschland	143,1	136,0	170,0	55,1	55,1
Finnland	9,0	0,0	23,0	9,5	28,0
Frankreich	27,4	1,5	394,2	7,5	98,4
Griechenland	0,0	32,4	0,0	3,9	13,6
Irland	5,8	0,0	0,0	7,0	9,5
Italien	23,6	0,3	0,0	87,0	160,7
Niederlande	19,0	0,0	3,8	49,3	14,5
Österreich	2,9	1,5	0,0	8,7	48,5
Portugal	15,0	0,0	0,0	8,1	20,5
Schweden	1,9	0,0	73,2	0,4	79,8
Spanien	62,5	11,1	58,9	19,1	59,9
Vereinigtes Königreich	106,1	0,0	96,3	141,4	25,9
in vH der Erzeugung insgesamt					
Belgien	11,6	0,0	57,2	22,4	8,7
Dänemark	51,6	0,0	0,0	23,5	24,9
Deutschland	25,6	24,3	30,4	9,8	9,8
Finnland	13,0	0,0	33,1	13,7	40,3
Frankreich	5,2	0,3	74,5	1,4	18,6
Griechenland	0,0	64,9	0,0	7,8	27,2
Irland	26,2	0,0	0,0	31,2	42,6
Italien	8,7	0,1	0,0	32,0	59,2
Niederlande	21,9	0,0	4,4	56,9	16,8
Österreich	4,7	2,4	0,0	14,1	78,7
Portugal	34,5	0,0	0,0	18,5	47,0
Schweden	1,2	0,0	47,1	0,3	51,4
Spanien	29,6	5,3	27,8	9,0	28,3
Vereinigtes Königreich	28,7	0,0	26,0	38,2	7,0
Eigene Berechnungen nach Angaben der Internationalen Energie Agentur (IEA). – <sup>1</sup> Erzeugung aus Heizöl, Biomasse, Wasser, Wind und sonstigen regenerativen Energiequellen.					

die Nachfrage nach CO<sub>2</sub>-Zertifikaten jedoch stetig erhöhen. Die genaue Höhe lässt sich allerdings kaum exakt beziffern, da wesentliche Aspekte an dieser Stelle nicht im Detail erörtert werden können. Dazu gehören etwa die Entwicklung der Stromnachfrage, Emissionsrückgänge anderer Sektoren, Steigerung der Energieeffizienz

oder die Substitution von im Inland erzeugten durch importierten Strom. Emissionshandel und der Beschluss zum Ausstieg aus der Kernenergie implizieren jedenfalls langfristig eine deutliche Abkehr vom bislang bewährten, ausgewogenen Energiemix in der Strom- und Wärmeerzeugung.

#### 4. Emissionshandel in der Praxis

Bevor ein Handel mit Emissionen bzw. -minderungen in Deutschland konkret implementiert werden kann, sind – wie gezeigt – wichtige konzeptionelle Grundfragen zu klären. Darüber hinaus tritt eine Vielzahl von konkreten Umsetzungsproblemen auf, deren Lösung nicht über Grundsatzdiskussionen, sondern eher experimentell, d.h. über ein pragmatisches Vorgehen zu erwarten ist. Hilfreich kann in diesem Zusammenhang auch der Blick auf andere Länder sein, die bereits über erste Erfahrungen mit der Implementation eines Handelssystems verfügen. Dazu gehören etwa der Handel mit SO<sub>2</sub>-Zertifikaten in den Vereinigten Staaten und der geplante Handel mit CO<sub>2</sub>-Äquivalenten im Vereinigten Königreich.

##### 4.1. Handel mit SO<sub>2</sub>-Emissionen in den Vereinigten Staaten

Seit 1995 ist der Handel mit SO<sub>2</sub>-Zertifikaten Bestandteil des US-Programms zur Bekämpfung des sauren Regens (Hansjürgens 1998; Schwarze 1997). Das Handelssystem wurde in Teil IV zur Novellierung des *Clean Air Act* (CAA) gesetzlich festgelegt; Ziel ist eine Halbierung der SO<sub>2</sub>-Emissionen von 1980 bis 2010, wobei das Ziel in drei Etappen erreicht werden soll. In der ersten Phase, die den Zeitraum von 1995 bis 1999 umfasst, ist für die größten SO<sub>2</sub>-Emittenten der öffentlichen Versorgung – Kraftwerke mit einer installierten Leistung von mehr als 100 MW<sub>el</sub> und einem spezifischen SO<sub>2</sub>-Ausstoß von mehr als 31,5 kg SO<sub>2</sub>/t SKE Brennstoffeinsatz<sup>5</sup> – eine Verringerung von 9,3 auf 5,55 Mill. t SO<sub>2</sub> festgelegt. Ab dem Jahr 2000 tritt die zweite Phase in Kraft, in der bis zum Jahr 2009 die SO<sub>2</sub>-Emissionen aller öffentlichen Kraftwerke mit einer installierten Leistung von mehr als 25 MW<sub>el</sub> auf 9,48 Mill. t reduziert werden sollen. Ab 2010 gilt für diese Gruppe eine weitere Zielverschärfung um 0,5 Mill. t auf 8,95 Mill. t SO<sub>2</sub>.

Die für die einzelnen Phasen definierten Teilziele gelten unveränderlich für alle Jahre des jeweiligen Zeitraums, eine kontinuierliche Annäherung an die gesetzlich festgelegten Restemissionen etwa in Form von Abwertungen ist nicht vorgesehen. Die Ziele werden durch die Vergabe von SO<sub>2</sub>-Emissionsrechten in Höhe der Restemissionen erreicht, die bis 1999 für die erste Phase, bis 2009 für die zweite Phase und ab 2010 für die dritte Phase noch erlaubt sein sollen. Deren Zuteilung erfolgt nach einem modifizierten *grandfathering*, wobei sich in der ersten Phase die Anzahl der Rechte aus der Multiplikation des über die Jahre 1985 bis 1987 gemittelten absolu-

---

5 Der im CAA festgelegte Grenzwert ist in amerikanischen Einheiten definiert und beträgt 2,5 lbs SO<sub>2</sub>/MBTU. Dabei bezeichnet lbs das amerikanische *short pound* (0,453 kg), MBTU den Energiegehalt des eingesetzten Brennstoffs in *Millionen Britisch Thermal Units* (1 MBTU entspricht 36 kg SKE).

Tabelle 2

<b>Emissionsrechte und Marktteilnehmer des SO<sub>2</sub>-Emissionshandels in den USA</b>					
1996 bis 2000					
	1996	1997	1998	1999	2000
Emissionsrechte in 1000 t					
Insgesamt	8 296,5	7 147,5	6 969,2	6 990,1	9 966,5
darunter:					
Basisrechte	5 550,8	5 550,8	5 550,8	5 550,8	9 166,6
Bonusrechte Phase I <sup>1</sup>	1 336,7	271,3	178,2	171,7	–
Rechte für Substitutionen <sup>2</sup>	1 160,3	1 024,2	948,7	909,5	417,0
Rechte für Kompensationen <sup>3</sup>	15,1	15,8	15,8	85,1	10,6
Rechte für Auktionen	150,0	150,0	150,0	150,0	250,0
Rechte für Opt-in Einheiten	48,5	95,9	97,9	97,4	97,8
Beteiligte Anlagen					
Insgesamt	431	423	408	398	2 262
davon:					
Table 1 Units	263	263	263	263	263
Substitutionseinheiten <sup>2</sup>	160	152	134	118	–
Kompensationseinheiten <sup>3</sup>	1	1	1	7	–
Opt-in Einheiten	7	7	10	10	10
Eigene Berechnungen nach Angaben der United States Environmental Protection Agency (EPA). – <sup>1</sup> Bonusemissionen für Anlagen mit fortschrittlicher Rauchgasentschwefelung (Entschwefelungsgrad von 90 vH). – <sup>2</sup> Emissionsrechte für Anlagen der Phase II, die bereits in Phase I am Handel teilnehmen. – <sup>3</sup> Emissionsrechte für Anlagen, die sinkende Stromerzeugung in Altanlagen kompensieren.					



ten Brennstoffeinsatzes mit dem spezifischen SO<sub>2</sub>-Ausstoß (31,5 kg SO<sub>2</sub>/t SKE) ergibt. Mit Beginn der Phase II werden diese Rechte auf weniger als die Hälfte abgewertet, da ab dem Jahr 2000 der absolute Brennstoffeinsatz der Jahre 1985 bis 1987 nur noch mit einem spezifischen SO<sub>2</sub>-Ausstoß von 15,1 kg SO<sub>2</sub>/t SKE<sup>6</sup> bewertet werden darf. Die zugeteilten Emissionsrechte sind frei handelbar und nicht an den Betrieb einer bestimmten Anlage gebunden, bleiben insbesondere auch bei Stilllegung in vollem Umfang erhalten. Nicht genutzte SO<sub>2</sub>-Rechte können in die nächsten Abrechnungsperioden auch über die Phase I hinaus übertragen werden („banking“).


Wie erwähnt sind die für die jeweiligen Teilzeiträume definierten Minderungsziele eindeutig fixiert. Dennoch ist das Handelssystem insbesondere in Phase I so flexibel ausgestaltet, dass die Anpassungsfähigkeit der beteiligten Kraftwerksbetreiber nicht überfordert wird. So können Unternehmen zusätzliche Emissionsrechte in Phase I dadurch erwerben, dass sie anstelle von Emissionsminderungen in Kraftwerksein-

6 Der im CAA festgelegte Grenzwert beträgt nun 1,2 lbs SO<sub>2</sub>/MBTU (15,1 kg SO<sub>2</sub>/t SKE Brennstoffeinsatz).

Tabelle 3

<b>Verbrauch und Überschuss von Emissionsrechten im SO<sub>2</sub>-Emissionshandel</b>					
1995 bis 1999; in Mill. t SO <sub>2</sub>					
	1995	1996	1997	1998	1999
Alle Anlagen					
Emissionsrechte	8,74	8,30	7,15	6,97	6,99
Emissionen	5,30	5,44	5,47	5,29	4,94
Überschuss	3,44	2,86	1,68	1,68	2,05
Kumulierter Überschuss	3,44	6,30	7,98	9,66	11,71
Table 1 Units					
Emissionsrechte	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55
Emissionen	4,45	4,77	4,77	4,66	4,35
Überschuss	1,10	0,78	0,78	0,89	1,20
Kumulierter Überschuss	1,10	1,88	2,66	3,55	4,75

Eigene Berechnungen nach Angaben der EPA.



heiten der Phase I gleich hohe oder höhere Minderungen in eigenen Anlagen erzielen, die erst ab 2000 am Handel teilnehmen müssen. Über diesen Substitutionsmechanismus wurde bis 1999 etwa 1 Mill. t zusätzliche SO<sub>2</sub>-Rechte mit leicht abnehmender Tendenz geschaffen. Einen ähnlichen Umfang hatten in den ersten beiden Jahren die zusätzlichen Emissionsrechte, die Anlagen zugeteilt wurden, die bis 1997 Anlagen zur Rauchgasreinigung mit einem Entschwefelungsgrad von mindestens 90 vH implementiert hatten. Allein durch diese beiden zusätzlichen Zuteilungsformen wurde die starre Zielfestlegung in Phase I erheblich aufgelockert (Tabelle 2).

Ab dem Jahr 2000 sind alle öffentlichen Kraftwerke mit einer installierten Nettoleistung von mehr 25 MW verpflichtet, am SO<sub>2</sub>-Handel teilzunehmen. Dadurch hat sich die Anzahl der Marktteilnehmer mehr als verfünffacht, obwohl die Anzahl der Emissionsrechte gegenüber Phase I nur um etwa ein Drittel angestiegen ist. Dass trotz dieser relativen Verknappung der SO<sub>2</sub>-Markt auch im Jahr 2000 relativ entspannt war, ist den hohen Überschüssen zuzuschreiben, die in der ersten Phase erzielt wurden, in der die tatsächlichen Emissionen zum Teil erheblich unter den zugeteilten Emissionsrechten lagen (Tabelle 3). Da nicht genutzte Rechte – wie erwähnt – in die nachfolgenden Abrechnungszeiträume übertragen werden können, hat sich innerhalb von fünf Jahren ein Überschuss an SO<sub>2</sub>-Rechten von mehr als 11,7 Mill. t aufgebaut. Im Jahr 2000 ist dieser Überschuss allerdings um 1,23 Mill. t SO<sub>2</sub> abgebaut worden, da erstmals die tatsächlichen Emissionen deutlich höher waren als die zugeteilten Rechte.

Der in allen Jahren der ersten Phase bestehende Angebotsüberschuss dürfte maßgeblich mit dazu beigetragen haben, dass sich die Preise am Handelsmarkt stets auf einem relativ niedrigen Niveau bewegten: bis Ende 2000 lag der Preis für eine Tonne SO<sub>2</sub>-Emissionsrechte in einem Band von 100 bis 200 \$, war mithin so niedrig, dass es wirtschaftlicher erschien, überschüssige Rechte nicht am Markt anzubieten und

zu verkaufen, sondern in das folgende Jahr zu übertragen. Dieses Verhalten ist zugleich ein Beleg dafür, dass die Marktteilnehmer mittel- und langfristig steigende SO<sub>2</sub>-Preise erwarten. Denn die bislang dominierende Vermeidungsstrategie, anstelle von schwefelreicher -arme Kohle einzusetzen, dürfte in den nächsten Jahren nicht mehr ausreichen, um das vorgegebene Emissionsvolumen tatsächlich einhalten zu können. Folglich wird in Zukunft der Bau von Rauchgasentschwefelungsanlagen erforderlich sein, der mit Vermeidungskosten von mehr als 1 000 \$/t SO<sub>2</sub> verbunden ist. Da sich der SO<sub>2</sub>-Preis mittel- und langfristig an diesen Grenzvermeidungskosten orientieren wird, dürfte in der Tat ein signifikanter Preisanstieg am SO<sub>2</sub>-Markt wahrscheinlich sein.

Die Zuteilung von Emissionsrechten an neu in den Markt eintretende Unternehmen war im Vergleich zu Altanlagen erheblich restriktiver: Bis 1995 erfolgte die Zuteilung auf der Basis eines Emissionsgrenzwertes von 3,8 kg SO<sub>2</sub>/t SKE<sup>7</sup> und beschränkte sich auf 65 vH des potenziellen Brennstoffeinsatzes insgesamt; ab 1995 müssen *newcomer* ihren Bedarf an SO<sub>2</sub>-Emissionsrechten vollständig über den Zukauf decken. Auch wenn diese Regelung grundsätzlich eine Diskriminierung von neu in den Markt eintretenden Kraftwerksbetreibern darstellt, so ist bei der Bewertung zu berücksichtigen, dass der Zukauf von Emissionsrechten in der Regel durch die höhere Effizienz von neu errichteten Kraftwerken kompensiert wird. Denn der Kauf von Rechten zu einem Preis von 200 \$/t SO<sub>2</sub> induziert bei einem Schwefelgehalt der Kohle von 0,5 bis 0,8 vH Zusatzkosten von allenfalls 2 \$/t SKE. Bei älteren Kraftwerken mit einem Wirkungsgrad von 38 vH wäre dies gleichbedeutend mit einem Anstieg der Stromerzeugungskosten von 0,064 c/kWh, bei neueren Kraftwerken (Wirkungsgrad 45 vH) erreichen die Zusatzkosten 0,054 c/kWh. Infolge des höheren Wirkungsgrades der Neuanlagen liegen die Brennstoffkosten insgesamt jedoch um etwa 0,2 c/kWh niedriger als in Altanlagen, so dass sie trotz des vollständigen Zukaufs der Rechte kostengünstiger produzieren können.

#### 4.2. Handel mit Treibhausgas-Emissionen im Vereinigten Königreich

Im Vereinigten Königreich ist der Handel mit Emissionsrechten Bestandteil eines umfassenden Maßnahmenkatalogs, mit dem die Regierung ihre Minderungsverpflichtungen, die sie im Rahmen des Kyoto Protokolls und des EU-*burden sharing* eingegangen ist, erfüllen will. Das Maßnahmenbündel gleicht dem deutschen Klimaschutzprogramm und enthält neben dem Emissionshandel die Einführung einer „Energiesteuer“ (*Climate Change Levy*, CCL), Regelungen zu Selbstverpflichtungserklärungen der Industrie (*negotiated agreements*) und zur Energieeinsparung bzw. effizienteren Energienutzung. Allein über den Handel mit Emissionslizenzen sollen nach Schätzungen des *Department for Environment, Food and Rural Affairs* (DEFRA) bis zum Jahr 2010 zusätzliche Emissionsminderungen von jährlich bis zu 7,7 Mill. t CO<sub>2</sub> erzielt werden.

Vorbereitet und konzeptionell erarbeitet wurde das Handelssystem (*Emissions Trading Scheme*, ETS) von der *Emissions Trading Group* (ETG), die 1999 von der *Confederation of British Industry* (CBI) und dem *Advisory Committee on Business and*

7 Der im CAA festgelegte Grenzwert beträgt nun 0,3 lbs SO<sub>2</sub>/MBTU (3,8 kg SO<sub>2</sub>/tSKE).

*the Environment* (ACBE) gegründet wurde und in der etwa 100 Unternehmen sowie Mitarbeiter des DEFRA und anderer Organisationen tätig sind. Im März 2000 legte die ETG der Regierung erstmals einen Entwurf für ein nationales Handelssystem mit Treibhausgasen vor, die daraufhin das ETS als weiteres Instrument in ihr Klimaschutzprogramm implementierte. Das ETS soll zunächst national erprobt, sodann als nationales System etabliert und im Jahr 2008 in einen europaweiten Handel mit Emissionsrechten integriert werden. Seit August 2001 können sich Unternehmen, die am Handel teilnehmen möchten, registrieren lassen, am 11. und 12. März 2002 fand die erste Versteigerung der Emissionslizenzen statt, und der Handel auf nationaler Ebene begann offiziell am 1. April 2002. Die Teilnahme am ETS ist grundsätzlich freiwillig, Ein- und Austrittsoptionen existieren jedoch nicht. Das gegenwärtige Handelsmodell sieht vier unterschiedliche Möglichkeiten zur Teilnahme vor:

- *Direct participant* verpflichten sich zu einer jährlichen absoluten Minderung ihrer Treibhausgasemissionen gegenüber einem Referenzwert und können mit diesen Minderungen am Handel teilnehmen. Die nach deren Abzug vom Referenzwert verbleibenden Restemissionen unterliegen nicht der Lizenzpflicht. Liegen die tatsächlichen Emissionen unterhalb dieser erlaubten Emissionsmenge (*cap*), kann die Differenz am Lizenzmarkt zum Kauf angeboten werden; kann die Minderungsverpflichtung nicht eingehalten werden, muss das Unternehmen zusätzliche Lizenzen am Markt kaufen (*cap and trade*).
- *Agreement participant* können am Handel teilnehmen, wenn sie sich im Rahmen von *negotiated agreements* zur Verminderung entweder der spezifischen oder der absoluten Treibhausgasemissionen im Vergleich zu einer *baseline* verpflichten (*baseline and credit*). Zum Handel zugelassen sind nur die über die Verpflichtung hinausgehenden Emissionsreduktionen. Durch den Beitritt zum ETS können diese Unternehmen allerdings auch als Käufer von Lizenzen auftreten.
- *Project participant* sind jene Unternehmen, die absolute Emissionsminderungen durch spezielle Projekte wie die Installation von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen oder durch den Einsatz regenerativer Energien erzielen. Die Anzahl der Emissionsminderungen ergibt sich aus dem Vergleich dieser Projekte mit einem Referenzwert; sie werden dem Unternehmen durch die ETA gutgeschrieben und können am Markt gehandelt werden.
- *Trading participant*: Alle anderen Wirtschaftssubjekte, die nicht unter die genannten Gruppen fallen, können sich bei der ETA registrieren lassen und am Handel teilnehmen.

Zu absoluten Reduktionszielen und damit als *direct participant* können sich alle privat- und öffentlich-rechtlichen Unternehmen verpflichten, die in Großbritannien direkt oder indirekt Treibhausgase emittieren. Ausgenommen sind solche Wirtschaftssubjekte, deren Emissionen aus folgenden Aktivitäten stammen:

- Elektrizitäts- oder Wärmeerzeugung, die mit *direkten* Emissionen verbunden sind
  - es sei denn, Gewinnung und Nutzung liegen innerhalb eines Unternehmens (*on-site use*)<sup>8</sup>;

---

<sup>8</sup> Dies gilt beispielsweise für Industriekraftwerke, deren Strom- und Wärmeerzeugung überwiegend der Deckung des Eigenbedarfs dient.

- Anlagen, die bereits im Rahmen der *negotiated agreements* mit spezifischen Emissionsminderungen erfasst wurden;
- Land- und Wassertransport,
- Methan-Emissionen, die unter die *Landfill Directive* fallen,
- Haushalte.

Durch die direkte Teilnahme am Handelssystem schließen die Unternehmen einen rechtlich verbindlichen Vertrag mit der britischen Regierung, in dem sie das Regelwerk des ETS akzeptieren und für die Nichterfüllung der festgesetzten Reduktionsziele vollständig verantwortlich gemacht werden können. Sie können die absoluten Reduktionsziele auf eine oder mehrere Anlagen beziehen; jede Anlage ist dabei die Summe mehrerer Einzelquellen desselben Typs, wobei als Einzelquelle jede separat identifizierbare Quelle von Treibhausgasemissionen gilt<sup>9</sup>. Basis dieser Berechnungen ist ein relativ kompliziertes Regelwerk, das in sechs Schritten vorschreibt, wie die Liste aller Emissionsquellen zu erstellen ist, mit denen das Unternehmen am Emissionshandel teilnehmen möchte. Jeder einzelne Schritt wird von den Unternehmen schriftlich dokumentiert, von unabhängigen Gutachtern überprüft, durch den *UK Accreditation Service* (UKAS) beglaubigt und schließlich der ETA vorgelegt<sup>10</sup>. Die so ermittelte Liste enthält alle Treibhausgasquellen eines Unternehmens, auch diejenigen, die es nicht in den Emissionshandel einbringen möchte. Diese detaillierte Aufstellung ist notwendig, um einzelne Quellen, deren Emissionsmenge im jährlichen Durchschnitt (bezogen auf den Basiszeitraum 1998 bis 2000, s.o.) nicht mehr als 10 000 t CO<sub>2</sub> bzw. 1 vH *aller* in der jeweiligen Liste enthaltenen Emissionsquellen beträgt (*size threshold*), identifizieren und vom Handel ausschließen zu können oder sie zu einem späteren Zeitpunkt – falls die Emissionsmenge dieser Quellen im Laufe der Verpflichtungsperiode den *size threshold* übersteigt – in die *baseline* aufnehmen und in den Handel einbringen zu können<sup>11</sup>. Die Liste musste bis zum 1. Februar 2002 bei der ETA eingereicht und dort gleichzeitig ein Konto (*compliance account*) eröffnet werden, auf dem alle Bewegungen der Zertifikate registriert werden und das gleichzeitig über die Erfüllung der Verpflichtungen Aufschluss gibt.

9 Z.B. entscheidet ein Unternehmen, dem ETS mit einer Anlage beizutreten, die durch Elektrizitätsnutzung indirekte Emissionen erzeugt. Alle indirekten Emissionen aus Elektrizitätsnutzung, die dieser Anlage zugerechnet werden, stellen eine Einzelquelle dar, deren Summe gilt als Basis für die direkte Reduktionsverpflichtung, die das Unternehmen mit dieser Anlage eingegangen ist.

10 Im Einzelnen sind im ersten Schritt alle Quellen, die vom Unternehmen kontrolliert werden können, zu identifizieren, im zweiten Schritt diese Quellen nach industriellen und anderen Sektoren aufzuteilen und jene Quellen zu bestimmen, die ins Handelssystem einbezogen werden sollen. Für die einzubeziehenden Quellen werden im dritten Schritt die Emissionsdaten erfasst, die für die Festlegung der *baseline* erforderlich sind. Gleichzeitig sind diese Daten Grundlage für die Entscheidung, ob die einzelnen Quellen die Voraussetzungen für die Teilnahme am Handel erfüllen. Sind diese erfüllt, werden die Quellen im vierten Schritt entweder mit ihren CO<sub>2</sub>- oder ihren gesamten Treibhausgasemissionen in die Liste übernommen. Erst nach diesen Schritten können die einzelnen Quellen in die *Guidelines for the measurement and reporting of emissions in the UK Emissions Trading Scheme* übernommen werden, die wiederum die Voraussetzung für die Berechnung der *baseline* ist. Die Ermittlung und Kalkulation richtet sich dabei nach den genannten *Guidelines* ([www.defra.gov.uk/environment/climate-change/trading/pdf/trading-reporting.pdf](http://www.defra.gov.uk/environment/climate-change/trading/pdf/trading-reporting.pdf)).

11 Die daraus ermittelte *baseline* entspricht also nicht zwangsläufig der Summe der Emissionsmengen aus den Quellen der Liste, sondern kann geringer sein.

Ändert sich die Größe eines Unternehmens, das als *direct participant* am Emissionshandel teilnimmt, z.B. durch die Akquisition eines anderen Unternehmens, müssen alle Quellen, die neu einfließen und entweder mehr als 25 000 t CO<sub>2</sub> bzw. 2,5 vH der ursprünglichen *baseline* ausmachen (je nach dem, welcher Wert geringer ist)<sup>12</sup>, in die oben dargestellte Liste aufgenommen werden. Damit verändern sich sowohl die Liste aller unternehmensinternen Quellen als auch die *baseline* und damit die Reduktionsverpflichtungen.

Von besonderer Bedeutung mit Blick auf die in Deutschland bislang erfolgreiche Klimaschutzpolitik über Verbandserklärungen ist die Regelung, dass sich kleine und mittelständische Betriebe zu Gruppen zusammenschließen können, um dadurch die Chance, im Rahmen des Auktionsverfahrens Emissionszertifikate zu ersteigern, erhöhen und die Summe ihrer individuellen Verpflichtungsziele in die Versteigerung einbringen zu können<sup>13</sup>. Im Rahmen einer solchen *group participation* vertritt ein „Agent“ (z.B. ein Mitglied der Gruppe, eine Handelsvereinigung oder ein unabhängiger Gutachter), der die Emissionsmengen der einzelnen Unternehmen in einer Datenbank verwaltet und an die ETA weiterleitet, Zertifikate kauft oder verkauft und den Unternehmen beratend zur Seite steht, die Unternehmensgruppe im Handelssystem. Dabei gilt jedes beteiligte Unternehmen individuell als *direct participant* und ist somit verantwortlich für das Erfassen aller relevanten Emissionsmengen und die Einhaltung der Reduktionsziele.

Der Eintritt in das System als *direct participant* mit einer oder mehreren Anlagen und deren Quellen schließt den Eintritt in das ETS als *agreement participant* mit der gleichen Anlage aus, mit anderen Worten: Ein Unternehmen kann unter Anrechnung ein und der selben Quelle nicht gleichzeitig von finanziellen Beiträgen durch den Staat und einer Begünstigung bei der Energiesteuer profitieren. Auf der anderen Seite ist es jedoch möglich, unternehmenseigene Anlagen, die nicht unter die Verpflichtungserklärung (*negotiated agreement*) fallen, in das Auktionsverfahren als *direct participant* einzubringen oder eine auf die Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen lautende Verpflichtungserklärung einer Anlage um eine direkte Reduktionsverpflichtung aller übrigen Treibhausgase zu erweitern.

Die Emissionsminderungen der *direct participants* ergeben sich aus den innerhalb der Verpflichtungsperiode von 2002 bis 2006 anvisierten Reduktionen gegenüber der *baseline*. Diese errechnet sich aus dem Durchschnitt der betreffenden Emissionsmengen des Unternehmens aus den Jahren 1998, 1999 und 2000. Liegen keine ausreichenden Daten vor, können in Ausnahmefällen auch die durchschnittlichen Emissionsmengen der Jahre 1999 und 2000 oder sogar nur die des Jahres 2000 herangezogen werden<sup>14</sup>. Im Unterschied zum amerikanischen SO<sub>2</sub>-Handel wird im bri-

---

12 Dieser *change threshold* bezieht sich kumulativ auf die gesamte Verpflichtungsperiode von 2002 bis 2006.

13 Dabei wird die Größe kleiner und mittlerer Unternehmen nach den von der Europäischen Kommission festgelegten SME Standards definiert, die u.a. Unternehmen nach Anzahl der Arbeitnehmer und Umsatz klassifiziert, vgl. <http://www.dti.gov.uk/SME4/define.htm>.

14 Die Ermittlung der *baseline* auf Basis der genannten Jahre ist für solche Unternehmen insbesondere im Auktionsverfahren nachteilig, die bereits vor 1998 Investitionen in Vermeidungstechniken getätigt und damit ihre Emissionsmengen reduziert haben (*early actions*-Problematik).

tischen also nicht mit Emissionsrechten, sondern mit Emissionsminderungen (*credits*) gehandelt. Die Rechte werden nicht auf der Basis der tatsächlichen oder in einem Zieljahr zu erreichenden Emissionen definiert, sondern als Differenz zwischen der *baseline* und den darüber hinaus durch spezifische Maßnahmen geschaffenen Minderungen. Diese können sowohl CO<sub>2</sub> als auch die übrigen fünf Kyoto-Gase umfassen, die in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten berechnet und jährlich nach ihren Quellen erfasst werden. Die Zertifikate berechtigen zum Ausstoß von jeweils einer Tonne CO<sub>2</sub> bzw. CO<sub>2</sub>-Äquivalente (CO<sub>2</sub>e); sie werden von der ETA ausgegeben und kontrolliert und sind zunächst nur für die erste Verpflichtungsperiode (2002 bis 2006) gültig.

*Agreement participants*<sup>15</sup> erhalten ihre Emissionsrechte am Ende eines jeden Verpflichtungsjahres, wenn sie ihre Emissionen über das im Rahmen einer Selbstverpflichtung gesteckte Ziel hinaus reduzieren<sup>16</sup>. Derzeit haben sich etwa 8 000 Unternehmen im Rahmen einer Selbstverpflichtung bereit erklärt, ihre Treibhausgase um einen bestimmten Prozentsatz zu senken. Dabei kann sich die Selbstverpflichtung auf die Minderung sowohl der absoluten als auch der spezifischen Emissionen beziehen. Als Gegenleistung wird den Unternehmen eine Verringerung der Klimasteuer (*climate change levy* – CCL) um 80 vH eingeräumt.<sup>17</sup> Im Rahmen des ETS wird solchen Unternehmen die Möglichkeit geboten, die über die Selbstverpflichtung hinaus realisierten Emissionsminderungen am Markt zu handeln. Damit setzen sich die Unternehmen zusätzlichen Kontroll- und evtl. auch Sanktionsmaßnahmen aus; es ist also anzunehmen, dass nur dann ein Anreiz besteht, in den Lizenzmarkt als *agreement participant* einzutreten, wenn sich der Markt etabliert hat, die Lizenzen auf einem relativ hohen Preisniveau gehandelt werden und Emissionsminderungen über das ursprüngliche Ziel hinaus zu geringen Kosten möglich sind.

Auch *agreement participants* müssen beim Eintritt in das Handlessystem zunächst ein Konto bei der ETA eröffnen, auf dem alle Bewegungen der Lizenzen registriert werden. Um Emissionsminderungen oder Lizenzzukäufe für die Verpflichtungserklärung geltend machen zu können, muss das betroffene Unternehmen einen *compliance account* eröffnen, in dem entweder absolute oder relative Emissionsminderungen registriert werden. Werden auf den Konten sowohl Käufe als auch Verkäufe von Lizenzen registriert, müssen die Unternehmen Stromnutzungs- oder Emissionsdaten vorlegen, die zuvor überprüft und beglaubigt wurden<sup>18</sup>. Tritt ein *agreement participant* hingegen nur als Käufer in den Markt ein, unterliegt er keiner (gegenüber der

15 Gegenüber den *direct participants* existieren für die *agreement participants* bisher keine endgültigen Regelungen im Rahmen des UKETS; ein Grund dafür dürfte nicht zuletzt in der komplexen Regelung der Verpflichtungszeiträume (*milestone periods*) im Rahmen der *Climate Change Agreements* liegen, nach der die jeweiligen Unternehmen nur alle zwei Jahre ihre Emissionsreduktionen ausweisen müssen. Nähere Informationen hierzu sind zu beziehen über die *Sustainable Energy Policy Division* (SEP3), *Department for Environment, Food and Rural Affairs* (DEFRA), London.

16 Die Höhe der zugeteilten Berechtigungen entspricht genau dem Maß der Übererfüllung des Reduktionsziels.

17 Im Rahmen des *Climate Change Programm* wird seit 2001 eine Energiesteuer in Höhe von z.B. 0,43 pence/kWh auf Strom und 0,15 pence/kWh auf Kohle erhoben.

18 In besonderen Fällen müssen die Unternehmen zusätzlich Daten zur Produktion und zum Produktmix vorlegen.

Selbstverpflichtungserklärung) zusätzlichen Berichts- oder Beglaubigungspflicht bzgl. der Emissionsmengen<sup>19</sup>.

Unternehmen, die sich nicht zu direkten Emissionsminderungszielen verpflichten möchten, können dem ETS beitreten, wenn sie gegenüber ihrem *business-as-usual*-Pfad durch die Implementierung bestimmter Projekte (wie den erhöhten Einsatz regenerativer Energien) ihre Treibhausgasemissionen reduzieren. Die so eingesparten Emissionen werden den *project participants* als Kredite gutgeschrieben; diese sind als Lizenzen am Markt handelbar. Im Gegensatz zu den *direct* und den *agreement participants* sind die Regelungen für sie bisher noch nicht endgültig festgelegt. Das liegt nicht zuletzt daran, dass von den Unternehmen hier neben der Vorlage aktueller Emissionsdaten auch ein *business-as-usual*-Szenario als Referenz entwickelt werden muss. Ebenso wie *direct* und *agreement participants* müssen sie sich bei der ETA registrieren lassen und ein Konto eröffnen, auf dem alle Transfers von Emissionslizenzen mit Datum und Lizenznummer verzeichnet werden.

Alle Unternehmen und Privatpersonen, die nicht als *direct*, *agreement* oder *project participants* am Lizenzhandel teilnehmen möchten, können dennoch bei der ETA ein Konto eröffnen, um mit Lizenzen zu handeln<sup>20</sup>.

Eine wichtige Grundlage des britischen Modells ist die Begrenzung des Handels zwischen dem absoluten (*direct participant*) und dem relativen (*agreement participant*) Sektor. Ein unkontrollierter Handel zwischen diesen beiden Gruppen könnte nämlich zur Folge haben, dass spezifische Emissionsminderungen aus dem relativen Sektor zur Verringerung der Emissionen im absoluten Sektor genutzt werden, die tatsächlich erreichten Gesamt-minderungen daher unter Umständen erheblich kleiner sind als die in beiden Teilen ausgewiesenen. Um dieses Problem zu vermeiden, hat die ETA ein *gateway*-System eingeführt, das einer Verwässerung im Sinne der Zielverfehlung der nationalen Reduktionsverpflichtung entgegenwirken soll<sup>21</sup>.

In diesem *gateway* werden alle Transfers von Emissionslizenzen zwischen dem absoluten und dem relativen Sektor erfasst. Eine Handel zwischen diesen ist nur solange möglich, wie die Anzahl der Emissionsrechte, die vom absoluten in den relativen Sektor fließen, größer ist als die Summe der Emissionsrechte, die in umgekehrter Richtung fließen. Übertrifft die Anzahl der Berechtigungen, die den relativen Sektor verlassen, die Anzahl der Verkäufe aus dem absoluten Sektor, schließt sich das *gateway*, ein Handel zwischen beiden Sektoren ist nicht mehr möglich. Da alle Bewegun-

---

19 Ein Beispiel: Ein Unternehmen verpflichtet sich zu jährlichen Reduktionsminderungen von 10 000 t CO<sub>2</sub>. Am Ende der ersten *milestone-period* wurde für es eine Emission von 10 600 t CO<sub>2</sub> gemessen. Es kauft daraufhin eine Lizenz über 1 000 t CO<sub>2</sub>, die auf seinem Konto gutgeschrieben werden. Am 31. Januar des Folgejahres informiert die ETA die zuständige Selbstverpflichtungsbehörde über ein Guthaben von 1 000 t CO<sub>2</sub> auf dem Konto des betreffenden *direct participant*; die Behörde gleicht damit die Zielverfehlung aus, das Unternehmen qualifiziert sich somit für einen Erlass der Energiesteuer um 80 vH für die nächsten zwei Jahre.

20 Ein solcher *trading account* kann auch von allen anderen Teilnehmern neben ihren *compliance accounts* eröffnet werden und entweder absolute oder relative Minderungslizenzen enthalten.

21 Die Gefahr einer solchen Zielverwässerung liegt in der Natur relativer Reduktionsziele: Ein Unternehmen kann sein relatives Reduktionsziel erfüllen oder sogar oberhalb dessen liegen, obwohl seine Emissionen z.B. aufgrund von Produktionsausweitungen steigen.

gen im *gateway* sofort erfasst und online über die ETS Homepage verfolgt werden können, müssen *agreement participants* jede Nachfrage nach Lizenzen online melden und erhalten die Rechte nur dann, wenn die Menge durch einen Input vom absoluten in den relativen Sektor gedeckt werden und somit netto kein Transfer vom relativen in den absoluten Sektor entstehen kann.

Am Ende eines jeden Jahres, zum ersten Mal also im Dezember 2002, muss jedes Unternehmen der ETA eine geprüfte und beglaubigte Emissionsstatistik aller in das Handelssystem eingebrachter Quellen vorlegen. Übersteigen die Emissionen die erlaubte Menge, muss das Unternehmen bis spätestens drei Monate nach Ablauf des Verpflichtungsjahres (hier also am 31. März 2003), die notwendigen zusätzlichen Lizenzen vorlegen. Kann dieser Zeitrahmen nicht eingehalten werden oder wird gegen andere Regeln des ETS (beispielsweise bei der Datenerfassung) verstoßen, verhängt ein Komitee (*compliance regime*) Maßnahmen oder Strafen.

Verfehlt ein Unternehmen auch nach Ablauf der 3-Monats-Frist das jährliche Reduktionsziel, bleibt die Anreizzahlung aus, und die erlaubten Emissionen für das folgende Jahr werden, analog zu den Beschlüssen der Marrakesch-Konferenz, um die überschüssigen Emissionen des vergangenen Jahres multipliziert mit dem Faktor 1,1 bzw. 1,2 gekürzt. Bisher wurde ein Erfüllungskontrollsystem, das neben diesen Maßnahmen die Auflage finanzieller Strafzahlungen bei Nichterfüllung des Reduktionsziels vorsieht, noch nicht per Gesetz festgelegt, dies soll jedoch im Laufe dieses Jahres geschehen. Entscheidet sich ein Unternehmen, vor Ablauf der Verpflichtungsperiode 2006 das ETS zu verlassen und kann es zum Zeitpunkt des Austritts nicht nachweisen, dass es das absolute Reduktionsziel, zu dem es sich im Rahmen der Auktion verpflichtet hat, erfüllt, muss es alle bisher geleisteten Anreizzahlungen zuzüglich deren Verzinsung an die ETA zurück erstatten. Damit soll verhindert werden, dass Unternehmen frühzeitig aus dem ETS ausscheiden und dadurch das nationale Emissionsminderungsziel nicht erreicht wird<sup>22</sup>.

Das Aufsparen von Emissionsrechten (*banking*) für spätere Verpflichtungsperioden ist nur begrenzt möglich. Konnten *direct participants* ihre Emissionsmengen über die während der Auktion ersteigerte Menge reduzieren, so können sie die Lizenzen, die aus einem solchen *surplus* entstehen, bis zum Ende der ersten Verpflichtungsperiode laut Kyoto-Protokoll (2008 bis 2012) uneingeschränkt ansparen. Alle Lizenzen, die nicht unter diese Regelung fallen, d.h. auch alle Lizenzen, die von *agreement, project participants* und allen anderen Marktteilnehmern am Ende des Jahres 2007 gehalten werden, werden um einen bestimmten Prozentsatz abdiskontiert. Dieser wird in Abhängigkeit von der Entwicklung des Marktes in den nächsten Monaten festgelegt.

Der Handel mit Emissionsminderungen erfordert einen spezifischen Mechanismus zur Festlegung der Anfangsausstattung. Im britischen System ist dafür eine Auktion

---

<sup>22</sup> Die gleichen Maßnahmen gelten auch für solche Unternehmen, die am Ende der Verpflichtungsperiode aus dem ETS ausscheiden möchten und zu diesem Zeitpunkt ihr zu Beginn ersteigertes Reduktionsziel nicht erreicht haben.

vorgesehen, die allerdings nicht – wie beim Handel mit Emissionsrechten – auf den Erwerb bislang unentgeltlich vorhandener Rechte, sondern auf die Schaffung von zusätzlichen Emissionsminderungen abzielt. Um diese wirtschaftlich attraktiv zu machen, werden dafür Subventionen gewährt. Damit diese möglichst effizient eingesetzt werden, ist ihr Volumen insgesamt begrenzt; es wurde auf 215 Mill. £ über den gesamten Verpflichtungszeitraum von 2002 bis 2006 festgelegt. Mit der Auktion soll also erreicht werden, dass die Anzahl der angebotenen Emissionsminderungen zu dem vom Staat festgelegten Budget maximal wird.

Die erste Versteigerung von Emissionsminderungslizenzen erfolgte am 11. und 12. März; der Handel begann offiziell am 1. April 2002. Die Auktion wurde als digitalisiertes Verfahren durchgeführt, an dem sich die jeweiligen Unternehmen im Internet beteiligen können. In der ersten Auktionsrunde am 11. März 2002 setzte der Auktionator zwei Preise je Tonne CO<sub>2</sub>e fest, einen Einstiegs- und einen Endpreis; der Einstiegspreis lag nach Angaben des DEFRA bei 100 £/t CO<sub>2</sub>e, der Endpreis der ersten Runde 2 bis 10 vH darunter. Alle beteiligten Unternehmen wurden aufgefordert, zu Preisen innerhalb dieser Spanne ein Reduktionsvolumen zu bieten, das sie innerhalb der Verpflichtungsperiode realisieren können. Da die Summe aller gebotenen Reduktionsvolumina multipliziert mit dem Lizenzpreis nicht dem von der Regierung bereitgestellten Betrag entsprach, wurde die Auktion mit einem neuen Einstiegspreis wiederholt, der dem Endpreis der ersten Runde entsprach. Der Endpreis wurde entsprechend auf 90 bis 98 vH des neuen Einstiegspreises fixiert. Dieses Verfahren wurde solange wiederholt, bis das staatliche Budget durch die angebotenen Minderungen und den erzielten Marktpreis vollständig ausgeschöpft war<sup>23</sup>. Das Marktgleichgewicht wurde nach neun Runden erreicht (Tabelle 4). Zum Endpreis von 53,37 £ haben die beteiligten Unternehmen eine Reduktion von 4 675 404 t CO<sub>2</sub> geboten; dabei lag nach Angaben der DEFRA das Biervolumen eines Unternehmens jedoch oberhalb der 20 vH-Grenze. Die Auktion wurde beendet, das betreffende Unternehmen erhielt 20 vH des Gesamtbudgets, und das Reduktionsvolumen sank um 647 228 t auf 4 028 176 t CO<sub>2</sub>.


Das Ergebnis der durch Umweltminister *Meacher* und den Leiter der *Government's Advisory Committee on Buisness and the Environment* (ACBE), *Dr. Chris Fay*, als enormen Erfolg bezeichneten Auktion am 11. und 12. März 2002 muss bei näherer Betrachtung relativiert werden. Die 34 an der Versteigerung beteiligten Unternehmen haben zu einem Preis von insgesamt 214 977 952,97 £ Emissionsminderungen von 4 028 176 t CO<sub>2</sub> geboten, der daraus resultierende Zertifikatspreis von 53,37 £ bzw. 86,86 €/t CO<sub>2</sub> liegt jedoch weit oberhalb des von der EU prognostizierten Preises von ca. 30 €. <sup>24</sup> Zusätzlich wurde die zur Liquiditätssicherung des Marktes eingeführte Einschränkung, ein Unternehmen bzw. eine Unternehmensgruppe dürfe nicht mehr als 10 vH des gesamten Auktionsvolumens ersteigern (*budget share cap*), An-

23 Ob dieser Gleichgewichtspreis allerdings den Grenzkosten für Emissionsminderungen entspricht, kann zumindest bezweifelt werden. Denn die Angebote spiegeln nur jene Kosten wider, die ein Unternehmen aus heutiger Sicht tragen muss, um die jährliche Reduktionspflicht erfüllen zu können. Da jedoch davon auszugehen ist, dass sich diese Vermeidungskosten im Zeitablauf (bei gleichem jährlichem Reduktionsvolumen) ändern werden, dürfte auch der zukünftige Gleichgewichtspreis Änderungen unterliegen, die zum Zeitpunkt der Auktion kaum vorausgesehen werden konnten.

Tabelle 4

<b>Ergebnis der <i>descending clock</i>-Auktion im britischen Emissionshandel</b>			
Runde	Auktionspreis in £/t CO <sub>2</sub>	Maximal gebotene Minde- rungsmenge in 1000 t CO <sub>2</sub>	Insgesamt ersteigeter Betrag in Mill. £
1	90,00	4 881,1	439,3
2	85,00	4 873,7	414,3
3	80,00	4 866,7	389,3
4	75,00	4 856,5	364,2
5	70,00	4 845,6	339,2
6	65,00	4 827,2	313,8
7	60,00	4 812,6	288,8
8	55,00	4 680,0	257,4
9	53,37	4 675,4	249,5
Ende	53,37	4 028,2	215,0

Eigene Berechnungen nach Angaben des DEFRA.



fang März auf 20 vH erhöht. Dadurch konnten acht Großkonzerne über 85 vH der bereitgestellten Anreizzahlungen erwerben, allein vier von ihnen lagen deutlich über der ursprünglichen 10 vH-Marke<sup>25</sup>. Ob diese Unternehmen dadurch jedoch den Markt kontrollieren können, ist fraglich, da mit dem Beitritt einer Vielzahl weiterer Unternehmen als *agreement participants* Anfang 2003 gerechnet wird. Weiter ist davon auszugehen, dass durch die Ausdehnung des *budget share cap* ebenfalls das Volumen der Minderungslizenzen erhöht werden konnte.

Erfolgreich war die erste Auktion jedoch insoweit als die versteigerten rund 4 Mill. t CO<sub>2</sub>e immerhin 4,35 vH der gesamten Reduktionsverpflichtung abdecken, die Großbritannien im Rahmen des EU-*burden sharing* in Höhe von 92,8 Mill. t CO<sub>2</sub>e eingegangen ist.

Das ETS gilt weltweit als das erste nationale Handelssystem für Treibhausgase. Durch die vier verschiedenen Eintrittsmöglichkeiten wurde versucht, ein möglichst breites Spektrum von Unternehmen anzusprechen und gleichzeitig die parallel existierenden klimapolitischen Instrumente zu integrieren. Dadurch ist jedoch ein relativ komplexes Regelwerk entstanden, das oftmals dem Anspruch der Transparenz nicht genügen kann. Dies mag ein wichtiger Grund für die zurückhaltende Reaktion und geringe Beteiligung der Unternehmen gewesen sein. Hinzu kommt, dass das Regel-

24 Dabei ist vermuten, dass in dem ökonomischen Kalkül der an der Versteigerung beteiligten Unternehmen nicht nur die Emissionsminderungen und Minderungskosten, sondern auch die garantierten staatlichen Zuschüsse eine Rolle gespielt haben, die wegen der Fixierung des Budgets auf 215 Mill. £ umso geringer ausfallen, je höher das Angebot an Emissionsminderungen ist.

25 Auf das Unternehmen *INEOS Flour Ltd* fielen dabei genau 20 vH, obwohl es mit einer durchschnittlichen jährlichen Emission von 1,8 Mill. t CO<sub>2</sub>e eher zu den Kleinemittenten von Treibhausgasen zählt. Durch den Beitritt zum ETS hat sich das Unternehmen zu einer Reduktion um gut 43 vH bzw. jährlich 161 127 t CO<sub>2</sub> verpflichtet und erhält dafür im Gegenzug 8,6 Mill. £ am Ende jeden Jahres.

werk bis zum offiziellen Start weder vollständig ausformuliert noch in die nationale Gesetzgebung implementiert war, was die Unsicherheiten bei den Unternehmen zusätzlich erhöht haben dürfte<sup>26</sup>.

Ebenfalls kritisch zu betrachten ist die Rolle der Regierung. Neben der Ausformulierung der Richtlinien kommen ihr weitere zentrale Funktionen zu: Sie kontrolliert die Monitoring-Berichte der Unternehmen, ist für die Anreizzahlungen an die *direct participants* verantwortlich und gründet und beaufsichtigt die ETA. Somit obliegt die gesamte Administration des Handelssystems der öffentlichen Verwaltung. Mögliche Effizienz- und Kostenaspekte sowie die höhere Akzeptanz eines Systems, das zumindest in Teilen (wie der Datenverarbeitung und der Prüfung von Messvorrichtungen) an privatwirtschaftliche Unternehmen ausgegliedert wird, wurden bei der Konzeption des ETS nicht berücksichtigt und könnten ein weiterer Grund für die bislang geringe Beteiligung der britischen Unternehmen am Emissionshandel sein.

Ein zusätzlicher Anreiz, sich entweder direkt oder im Rahmen einer Selbstverpflichtungserklärung am Emissionshandel zu beteiligen, besteht in den im Kyoto Protokoll formulierten flexiblen Mechanismen (JI und CDM). Diese projektbezogenen Mechanismen eröffnen den Marktteilnehmern zusätzliche Flexibilität und Effizienzgewinne; leider werden sie im Regelwerk des UKETS nur in einem Anhang erwähnt, sollten jedoch als Instrumente zur Realisierung der Reduktionsverpflichtungen in das Emissionshandelssystem integriert werden.

#### 4.3. Das dänische Modell des CO<sub>2</sub>-Emissionshandels

Das Handelssystem wurde im Juni 1999 vom dänischen Parlament im Rahmen der Elektrizitätsreform verabschiedet und trat nach Zustimmung der EU im Juni 2000 in Kraft. Ziel des Emissionshandels ist eine Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Bereich der öffentlichen Stromerzeugung von 23 Mill. t (2000) auf 20 Mill. t (2003), wobei dieses Ziel in jährlichen Reduktionsschritten von 1 Mill. t erreicht werden soll. Der Handel ist in dieser Phase auf jene Stromerzeuger beschränkt, die mehr als 100 000 t CO<sub>2</sub> pro Jahr emittieren, umfasst mithin nur die acht größten der 500 am dänischen Markt tätigen Energieerzeuger, darunter auch die deutsche E.ON (vormals PreussenElektra) und die schwedische Vattenfall. Infolge ihrer Größe entfallen auf diese acht Marktteilnehmer 90 vH der CO<sub>2</sub>-Emissionen der öffentlichen Elektrizitätserzeugung.

Die Emissionsrechte werden den jeweiligen Unternehmen kostenlos auf Basis der spezifischen Emissionswerte der Jahre 1994 bis 1998 zugeteilt<sup>27</sup> und in jährlichen Abständen um einen bestimmten Betrag abgewertet, so dass sich in der Summe die angestrebten jährlichen Minderungen von 1 Mill. t ergeben. Die Rechte sind zwei


26 So ist bis heute nicht geklärt, ob auch nach der Auktion Anfang März noch Unternehmen als *direct participants* eintreten können.

27 Dabei ist zu beachten, dass gerade in den Jahren 1994 bis 1997 aufgrund erhöhter ausländischer Nachfrage nach Strom vor allem in Schweden und Norwegen die Exportquote für dänischen Strom signifikant angestiegen ist und damit auch der CO<sub>2</sub>-Ausstoß der dänischen Kraftwerke in diesem Zeitraum weit über den Durchschnittswerten vergangener Jahre lag.

Tabelle 5

<b>Emissionsrechte im dänischen CO<sub>2</sub>-Emissionshandel</b>			
2001 bis 2003; in Mill. t CO <sub>2</sub>			
	2001	2002	2003
Energi E2 A/S	8,22	7,58	7,14
Elsam A/S	10,53	9,87	9,42
E.ON	0,97	0,84	0,75
I/S Avedøreværket 2	0,09	0,53	0,51
Ostkraft Produktion A/S	0,06	0,06	0,06
Energi Randers Prod. A/S	0,20	0,20	0,20
Dansk Shell A/S	0,10	0,10	0,10
NRGI AMBA (Anholt)	0,00	0,00	0,00
Freie Rechte	1,83	1,83	1,83
Insgesamt	22,00	21,00	20,00

Eigene Berechnungen nach Angaben der Dänischen Energie Agentur.



schen den betroffenen Unternehmen handelbar. Das *newcomer*-Problem, das bei einer kostenlosen Zuteilung eine große Rolle spielt, ist in diesem Modell von relativ geringer Bedeutung, da der Handel zunächst auf drei Jahre beschränkt ist, innerhalb dieses Zeitraumes der Bau neuer Kraftwerke – wenn überhaupt – nur in Einzelfällen zu erwarten ist. Dennoch sind Neuemittenten bei der Allokation der Emissionsrechte insoweit berücksichtigt worden, als 1,825 Mill. t CO<sub>2</sub> je Jahr in Form freier Rechte definiert wurden (Tabelle 5), die auch Neuemittenten zugeteilt werden können.

Im ersten Jahr konnte allerdings kein Handel beobachtet werden; dies dürfte u.a. damit zusammenhängen, dass die Zahl der Marktteilnehmer eng begrenzt ist und die Unterschiede in den Vermeidungskosten so gering sind, dass ein Handel für die Unternehmen kaum wirtschaftliche Vorteile bietet.<sup>28</sup> Auch ist gegenwärtig noch offen, in welcher Form der Handel über das Jahr 2003 hinaus fortgeführt wird, welche Minderungsziele dann für die Unternehmen der öffentlichen Elektrizitätsversorgung gelten und ob die im Zeitraum 2000 bis 2003 erzielten Emissionsminderungen über das Jahr 2003 hinaus noch zum Handel zugelassen sind. Diese Unsicherheiten dürften eine wesentliche Ursache dafür sein, dass Unternehmen ihre Emissionsminderungen bislang zurückgehalten haben, statt sie am Markt zu verkaufen.

In einem am Ende jedes Jahres bei der dänischen Energie-Agentur vorgelegten Monitoring-Bericht werden die Emissionsmengen der Unternehmen mit den ausgegebenen Berechtigungen abgeglichen. Übersteigen die Emissionen die jeweiligen Be-

<sup>28</sup> Nach Informationen des Energie-Informations-Dienstes hat im Frühjahr 2002 E.ON zur Erfüllung seiner Minderungsverpflichtungen 120 000 t Emissionsrechte gekauft; Angaben zum Preis liegen nicht vor.

rechtigungen, muss das Unternehmen eine Strafgebühr von 5 \$/t Mehremission zahlen. Die verglichen mit z.B. amerikanischen Maßstäben geringen Strafzahlungen werden mit dem Hinweis auf den niedrigen Strompreis sowie den Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit dänischer Energieerzeuger gegenüber der europäischen Konkurrenz gerechtfertigt.

Das CO<sub>2</sub>-Minderungsziel von insgesamt 3 Mill. t bis zum Jahr 2003 im Vergleich zum Ausgangsjahr 2000 kann laut dänischen Studien („Energy 21: The Danish Government's Action Plan for Energy (1996)“ und „Energy 2000: A Plan of Action for Sustainable Development (1990)“) von den Unternehmen zu Kosten von 0 bis 30 \$/t CO<sub>2</sub> realisiert werden. Als eine vergleichsweise kostengünstigste Alternative zur CO<sub>2</sub>-Minderung gilt dabei die Verringerung der Stromexporte oder die Steigerung der Einfuhr aus schwedischen oder norwegischen Wasserkraftwerken.

#### **4.4. Emissionshandel nach den Vorstellungen der EU-Kommission**

Die EU-Kommission hat am 23. Oktober 2001 einen Richtlinienvorschlag für die Einführung eines Handels mit Treibhausgasemissionen in der EU vorgelegt (Kommission der Europäischen Gemeinschaften 2001). Damit soll ein umweltpolitisches Instrument, das nicht nur als ökologisch treffsicher, sondern auch als wirtschaftlich effizient gilt, für die EU-weite Klimaschutzpolitik eingesetzt werden. Der Handel soll ab dem Jahr 2005 auf Unternehmensebene zwar EU-weit, jedoch auf Anlagen der Energiewirtschaft (Strom- und Wärmeerzeugung, Raffinerien, Kokereien), der Eisenmetallerzeugung und -verarbeitung, der mineralverarbeitenden Industrie (Zement, Kalk, Glas, keramische Erzeugnisse) sowie der Zellstoff, Papier- und Pappeerzeugung begrenzt werden. Der Handel umfasst nur CO<sub>2</sub>, ist zudem auf Anlagen und Unternehmen innerhalb der EU beschränkt und lässt die Minderungsmöglichkeiten von Projekten aus JI oder CDM ungenutzt.

Der Rahmen der vorliegenden Arbeit würde gesprengt, wenn die ökologischen und ökonomischen Implikationen dieses Regelwerks im Folgenden vollständig aufgezeigt werden sollten. Auf einige Aspekte, die für die politische Diskussion von Bedeutung sein können, soll jedoch hingewiesen werden. Nach dem Richtlinienentwurf sind Kraftwerke, Heizkraftwerke, Heizwerke, Raffinerien und Kokereien als Teilnehmer am Emissionshandel vorgesehen. Zu den Kraftwerken zählen auch die in der Industrie betriebenen Anlagen, auch wenn die betreibenden Unternehmen selbst nicht als Handelspartner zugelassen sind. Da der Handel sich zumindest in Phase I allein auf CO<sub>2</sub> bezieht, werden über den Preis für CO<sub>2</sub>-Emissionsrechte die einzelnen Brennstoffe nach ihrem Kohlenstoffgehalt unterschiedlich stark belastet. Besonders betroffen sind die in der reinen Strom- und Wärmeerzeugung und in der Kraft-Wärme-Kopplung eingesetzten Energieträger Stein- und Braunkohle. Unabhängig von den im Abschnitt 3.4. kurz dargestellten Veränderungen im Energiemix wird die Belastung der Brennstoffe nach ihrem CO<sub>2</sub>-Gehalt zum Teil erhebliche Kostenverzerrungen in der Stromerzeugung zwischen den EU-Mitgliedstaaten induzieren.

Tabelle 6

<b>EU-weiter Emissionshandel und Kosten der Stromerzeugung bei unterschiedlichen Lizenzpreisen</b>			
in €/MWh			
	5 €/t CO <sub>2</sub>	10 €/t CO <sub>2</sub>	30 €/t CO <sub>2</sub>
Absolut			
Belgien	1,51	3,02	9,06
Dänemark	3,72	7,44	22,31
Deutschland	3,15	6,30	18,91
Finnland	1,53	3,05	9,15
Frankreich	0,42	0,84	2,53
Griechenland	4,28	8,55	25,66
Irland	3,79	7,59	22,77
Italien	2,69	5,37	16,11
Niederlande	3,37	6,73	20,20
Österreich	1,12	2,25	6,74
Portugal	2,92	5,84	17,51
Schweden	0,22	0,45	1,34
Spanien	2,33	4,67	14,00
Vereinigtes Königreich	2,34	4,69	14,06
Abweichung gegenüber Schweden			
Belgien	1,29	2,57	7,72
Dänemark	3,49	6,99	20,96
Deutschland	2,93	5,86	17,57
Finnland	1,30	2,60	7,81
Frankreich	0,20	0,40	1,19
Griechenland	4,05	8,10	24,31
Irland	3,57	7,14	21,42
Italien	2,46	4,92	14,77
Niederlande	3,14	6,29	18,86
Österreich	0,90	1,80	5,40
Portugal	2,69	5,39	16,17
Schweden	0,00	0,00	0,00
Spanien	2,11	4,22	12,66
Vereinigtes Königreich	2,12	4,24	12,72
Eigene Berechnungen.			



Denn trotz der deutlichen Strukturveränderungen im Kraftwerkspark können die Zusatzkosten einschließlich der Erlöse aus dem Verkauf von Emissionsminderungen in der Stromerzeugung nicht vollständig neutralisiert werden – der überwiegende Teil wird kosten- und preiswirksam. Dabei hängt der Kostenimpuls naturgemäß von der

Höhe der CO<sub>2</sub>-Lizenzpreise, vor allem aber von der Struktur des Brennstoffeinsatzes in den einzelnen Mitgliedstaaten ab. Länder mit einem vergleichsweise hohen Anteil von kohlenstoffhaltigen Energieträgern werden überproportional hohe Zusatzkosten zu tragen haben, solche mit einem relativ hohen Anteil an Atomstrom oder regenerativen Energiequellen nur marginal belastet (Tabelle 6). Im Vergleich etwa zu Schweden, dessen Stromerzeugung nahezu ausschließlich auf Wasserkraft und Kernenergie basiert, induziert ein EU-weiter Emissionshandel in Deutschland oder in anderen Ländern mit vergleichbaren Brennstoffeinsätzen mehr als zehn Mal so hohe Zusatzkosten.

Diese Kostensteigerungen addieren sich zu den direkten Belastungen der Unternehmen, die aus der Teilnahme an dem EU-weiten Emissionshandel und der Lizenzpflicht für den Einsatz von kohlenstoffhaltigen Energieträgern resultieren. Die zu erwartenden Belastungen hängen naturgemäß von der Struktur des Energieeinsatzes ab, sie sind besonders ausgeprägt bei jenen Sektoren, die ihren Energiebedarf über den Einsatz überdurchschnittlich kohlenstoffhaltiger Festbrennstoffe decken. Dazu gehören in Deutschland insbesondere die Stahlerzeugung auf Basis des Oxygenverfahrens und die Zementproduktion. Das Emissionshandelssystem ähnelt insofern in seinen Wirkungen der ökologischen Steuerreform: Durch das Handelsregime wird eine stärkere Spreizung der sektoralen Produktionskosten induziert und daher über die CO<sub>2</sub>-Minderungen hinaus der sektorale Strukturwandel beschleunigt, in dessen Folge energieintensive Produktionssegmente zu Gunsten weniger energieintensiver zurückgedrängt werden. Darüber hinaus werden zunehmend im Inland erzeugte Produkte durch Importe aus Drittländern ersetzt, die möglicherweise in Anlagen mit erheblich niedriger Energieeffizienz hergestellt werden (*leakage*-Problem).

Die Wirkungen werden sich jedoch nicht auf die direkten Belastungen der am Emissionshandel beteiligten Unternehmen beschränken. Vielmehr ist aufgrund der wechselseitigen Verflechtungen der Sektoren zu erwarten, dass zumindest ein Teil dieser direkten Wirkungen auf nachgelagerte Sektoren überwältigt wird und daher in Form von Preissteigerungen bei nichtenergetischen Vorleistungs-, Konsum-, Investitions- und Exportgütern wirksam wird.

Grundsätzlich wird sich der Überwälzungsprozess, der aus den gestiegenen Kosten resultieren kann, nach Angebot und Nachfrage auf den einzelnen Märkten richten und daher hinsichtlich Umfang und Dauer von Sektor zu Sektor unterscheiden. Maßgeblich für die konkrete Wirkung ist vor allem die Wettbewerbssituation auf den jeweiligen Absatzmärkten. Eine starke Marktstellung von Importprodukten beispielsweise, die im Substitutionswettbewerb zu inländischen Erzeugnissen stehen, dürfte der Überwälzung gestiegener Produktionskosten enge Grenzen setzen. Dies gilt vor allem für energieintensive Massenprodukte, die in weltweit standardisierten Verfahren produziert werden wie Zement, Stahl oder Papierrohstoffe und Papier. Dies gilt auch dann, wenn man berücksichtigt, dass ein EU-weites Handelssystem die Produktionskosten auch in anderen EU-Mitgliedstaaten erhöht, Wettbewerbnachteile auf dem europäischen Binnenmarkt also nur gegenüber Anbietern aus Nicht-EU-Mitgliedstaaten resultieren.

## 5. Konkretisierung eines Emissionshandels in Deutschland

### 5.1. Rahmenbedingungen eines nationalen Emissionshandels

Im Idealmodell des Emissionshandels enthält der Preis alle Informationen, die für die Investitions- und Verbrauchsentscheidungen der Marktteilnehmer von Bedeutung sind. Insbesondere beeinflusst er das Wirtschaftlichkeitskalkül der Unternehmen und privaten Haushalte in der Weise, dass das Minderungsziel mit den geringsten Zusatzkosten erreicht wird. Es ist offenkundig, dass in einem globalen Handelssystem der Einsatz anderer Instrumente, seien es Ge- oder Verbote, zusätzliche Steuern oder Abgaben auf Emissionen im Prinzip überflüssig ist. Dies betrifft selbstverständlich auch die bislang in Deutschland ergriffenen Maßnahmen zur Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Es wäre allerdings naiv anzunehmen, dass mit der Etablierung eines Emissionshandels die übrigen Instrumente per Gesetz aufgehoben würden. Insofern stellt sich eher die Frage, wie Überschneidungen vermieden, mit dem Handel bislang nicht genutzte kostengünstige Emissionsminderungen erschlossen werden können. Von besonderer Bedeutung sind in diesem Zusammenhang jene Maßnahmen, die im nationalen Klimaschutzprogramm enthalten sind, wie das EEG, das Gesetz zur Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung, die Energiesparverordnung, die Klimavereinbarung zwischen der Bundesregierung und der deutschen Wirtschaft vom 9. November 2000 und die Ergänzungen durch die KWK-Vereinbarung oder die ökologische Steuerreform. Für das im Folgenden zu entwickelnde Handelsmodell sind dabei vor allem die Kosten- und Preiseffekte dieser gesetzlichen Rahmenbedingungen von Belang, da diese sich – zum Teil jedenfalls – mit den Kosten- und Preiseffekten eines Handelssystems überschneiden können.

Das EEG zielt ähnlich wie das KWK-Gesetz darauf ab, die Wettbewerbsfähigkeit jener Techniken zur Stromerzeugung zu verbessern, die einen wichtigen Beitrag zur Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen leisten können. Dabei ist für ein zukünftiges Handelssystem entscheidend, dass diese Anreize über das Strompreissystem – sei es in Form fester Einspeisevergütungen, sei es in Form von Zuschüssen – implementiert sind. Da unabhängig von der konkreten Form eines Handelsmodells zu erwarten ist, dass mit der Pflicht zum Erwerb von Emissionsrechten auch die Kosten der in Kraftwerken eingesetzten Brennstoffe steigen, werden sich letztlich auch die Strompreise erhöhen. Die konkreten Wirkungen sind zwar abhängig von der Struktur des Kraftwerkparcs, der Effizienz der Energieumwandlung und den Substitutionsprozessen, die durch einen Emissionshandel angestoßen werden. Allerdings ist offensichtlich, dass sich infolge steigender Strompreise die Wettbewerbsfähigkeit der Stromerzeugung auf Basis regenerativer Energiequellen bzw. der Kraft-Wärme-Kopplung verbessert, die im KWK-Gesetz festgelegten Vergütungssätze daher ohne Schaden für die Wettbewerbsfähigkeit dieser Techniken reduziert werden können. Darüber hinaus ist davon auszugehen, dass Strom aus regenerativen Energiequellen oder aus KWK konventionell erzeugten verdrängt, die daraus resultierenden Emissionsminderungen oder frei werdenden Emissionsrechte mithin am Lizenzmarkt veräußert werden können. In beiden Fällen entsteht den Betreibern eine doppelte „Dividende“, zum einen durch die gestiegenen Einspeisevergütungen, zum anderen durch den

Verkauf von Emissionsrechten bzw. -minderungen. Insofern dürfte eine entsprechende Anpassung des EEG und des KWK-Gesetzes notwendig sein, beim KWK-Gesetz etwa in der Weise, dass die Vergütungssätze bzw. Zuschüsse nur noch als Bruttogrößen abzüglich der CO<sub>2</sub>-induzierten Preissteigerungen für Strom ausgewiesen werden. Dabei soll nicht verschwiegen werden, dass eine exakte Quantifizierung dieser Preisimpulse mit erheblichen Unsicherheiten behaftet ist, wie dies bei der Kostenüberwälzung durch das KWK-Vorschaltgesetz zu beobachten war.

Ähnliche Doppelwirkungen sind von der ökologischen Steuerreform nicht zu erwarten; im Gegensatz zum EEG und KWK-Gesetz wurde mit dem Gesetz zum Einstieg und zur Fortführung der ökologischen Steuerreform nicht der Energieeinsatz insgesamt, sondern nur der endgültige Verbrauch einer zusätzlichen Steuer unterworfen. Insbesondere der Energieeinsatz zur Strom- und/oder Wärmeerzeugung bleibt steuerfrei, auch wenn diese Umwandlung mit zum Teil erheblichen Belastungen der Umwelt und einem beträchtlichen Verbrauch von Energieressourcen verbunden ist. Folglich können Überschneidungen von Emissionshandel und Ökosteuer für den Bereich der Energieumwandlung ausgeschlossen werden.

Für den Endverbrauch gilt dies allerdings nicht ohne Weiteres; denn der Handel mit Emissionen kann über die Brennstoffkosten das Strompreisniveau beeinflussen, da die Zusatzkosten einschließlich der Erlöse aus dem Verkauf von Emissionsminderungen in der Stromerzeugung möglicherweise nicht vollständig durch Umstrukturierungen des Kraftwerksparks neutralisiert werden können, der vermutlich überwiegende Teil daher kosten- und preiswirksam wird. Bei unveränderter Stromsteuer sind diese Preissteigerungen zu den direkten Belastungen der ökologischen Steuerreform hinzuzurechnen. Folglich entsteht auf dieser Ebene eine kumulative Wirkung, die ohne Korrektur des Stromsteuergesetzes Auswirkungen auf die Wettbewerbsposition einzelner energieintensiver Produktionssegmente haben kann, zumal in diesem Fall die doppelte Sicherung des Ökosteuergesetzes (Kappungsgrenze und reduzierte Steuersätze) nicht greift. Das Emissionshandelssystem kann insoweit die bislang wenig ausgeprägten Belastungsunterschiede zwischen den Sektoren verstärken und dadurch über die CO<sub>2</sub>-Minderungen hinaus einen sektoralen Strukturwandel beschleunigen, in dessen Folge im Inland erzeugte energieintensive Produkte durch Importe ersetzt werden. Diese Wirkungszusammenhänge sind bei der Konkretisierung eines Handelsmodells angemessen zu berücksichtigen.

Von erheblicher Bedeutung für die nationale Klimaschutzpolitik sind die Klimaschutzklärung der deutschen Industrie vom März 1996 und deren Erweiterung durch die Klimavereinbarung vom November 2000. Darin haben sich die Bundesregierung und die Wirtschaft darauf verständigt, dass die deutsche Wirtschaft bis zum Jahr 2005 ihre spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen um 28 vH, bis zum Jahr 2012 die spezifischen Emissionen von sechs Klimagasen um 35 vH verringert, die Bundesregierung im Gegenzug auf zusätzliche ordnungsrechtliche Maßnahmen zum Klimaschutz verzichtet und darauf hinwirken wird, dass die bereits erreichten Minderungserfolge bei der Einführung einer europaweiten CO<sub>2</sub>-/Energiesteuer berücksichtigt werden. In Ergänzung zu dieser allgemeinen Klimavereinbarung ist für die Förderung der CO<sub>2</sub>-Minderungen durch die Nutzung von KWK am 25. Juni eine spezielle Ver-

einbarung getroffen worden, mit der von 1998 bis zum Jahr 2005 eine absolute Emissionsminderung von 10 Mill. t, bis 2010 von bis zu 23 Mill. t erreicht werden soll. Diese Minderungen addieren sich zu denen, die mit der allgemeinen Klimaver einbarung erreicht werden sollen, zu 45 Mill. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente bis zum Jahr 2010.

Auch wenn beide Instrumente unmittelbar auf die Verringerung der Emissionen ausgelegt sind, sich insoweit von zusätzlichen Steuern oder Abgaben grundlegend unterscheiden, sind die Voraussetzungen und Wirkungen der beiden Ansätze durchaus unterschiedlich. Im Vordergrund der Klimaver einbarung steht zunächst eine Verringerung der spezifischen Emissionen in der Industrie und der öffentlichen Stromerzeugung, mit dem Handel soll eine Reduktion der absoluten Emissionen und zwar für die gesamte Energieversorgung erreicht werden. Darüber hinaus gilt in der Klimaver einbarung das Verursacherprinzip im strengen Sinn, d.h. Emissionen entstehen nicht nur beim direkten Verbrauch kohlenstoffhaltiger Energieträger, sondern auch beim Verbrauch kohlenstofffreier Energieträger, deren Erzeugung jedoch mit CO<sub>2</sub>-Emissionen verbunden ist – insbesondere also Strom und Wärme. Dabei ist der Hinweis von Bedeutung, dass jene Brennstoffe, die in industriellen Anlagen zur Strom- und Wärmeerzeugung eingesetzt werden, Bestandteil des gesamten industriellen Energieverbrauchs sind, mithin auch in der CO<sub>2</sub>-Bilanz der Industrie enthalten sind. Um Doppelzählungen zu vermeiden, wird der Stromverbrauch netto bilanziert, also nur dann CO<sub>2</sub>-wirksam, wenn er nicht in eigenen Anlagen erzeugt wird. Dieser Nettoverbrauch wird mit einem konstanten CO<sub>2</sub>-Faktor, zweckmäßigerweise dem des Basisjahres 1990, bewertet. CO<sub>2</sub>-Minderungen in der Industrie können nach diesem Konzept nur durch eine Verringerung des Nettofremdstrombezugs oder durch Effizienzsteigerungen und Brennstoffsubstitutionen in der industriellen Strom- und Wärmeerzeugung erzielt werden. CO<sub>2</sub>-Minderungen, die aus Effizienzsteigerungen oder Brennstoffsubstitutionen im Bereich der öffentlichen Stromerzeugung resultieren, beeinflussen nur die CO<sub>2</sub>-Bilanz der öffentlichen Versorgung, nicht jedoch die der Industrie.

Ein ähnlicher Grundsatz gilt für jene Minderungen, die aus einem verstärkten Einsatz von Strom und Wärme aus KWK-Anlagen im Bereich der öffentlichen Versorgung entstehen. Der öffentlichen Fernwärmeversorgung dürfen nur jene Emissionsminderungen zugerechnet werden, die aus Effizienzsteigerungen oder Brennstoffsubstitutionen in der Erzeugung resultieren, wobei eine Erhöhung der Stromkennziffer ebenfalls als Effizienzsteigerung anzusehen ist.

Wenn dieses Konzept auch in einem Emissionshandel gelten soll, kann die öffentliche Elektrizitäts- und Fernwärmeversorgung nur mit jenen Emissionen in den Handel eintreten, die aus Effizienzsteigerungen oder Brennstoffsubstitutionen im Bereich der öffentlichen Versorgung entstehen. CO<sub>2</sub>-Minderungen oder Mehremissionen, die aus Veränderungen des Strom- bzw. Wärmeverbrauchs resultieren, dürfen sowohl bei der Anfangszuteilung als auch im Handel nur den Verbrauchern, nicht jedoch der öffentlichen Erzeugung angelastet werden.

Zusammenfassend kann demnach festgestellt werden, dass die Implementation eines Handelssystems ohne Rücksicht auf die bereits ergriffenen Maßnahmen erheb-

liche Verwerfungen und Inkompatibilitäten hervorrufen kann, die die Wirksamkeit sowohl der bisherigen Maßnahmen und Instrumente als auch die eines Handelssystems beeinträchtigen werden. Deshalb wird im Folgenden versucht, ein Handelssystem zu entwickeln, das die in Deutschland vorliegenden Rahmenbedingungen angemessen berücksichtigt. Dabei ist es selbstverständlich, dass die Überlegungen nicht den Anspruch auf Endgültigkeit und Vollständigkeit erheben, sondern als Beitrag zur Fortentwicklung des bislang umgesetzten Maßnahmenbündels zur Verringerung der Klimagasemissionen zu verstehen sind. Insbesondere sollen konkrete Lösungsvorschläge diskutiert werden, die es erlauben, den Emissionshandel in Deutschland zu erproben und schließlich als eigenständiges Instrument der Klimaschutzpolitik etablieren zu können.

## 5.2. Elemente eines nationalen Emissionshandels

### *Zieldefinition*

In der Diskussion um die ökologischen und ökonomischen Wirkungen von Instrumenten zur Verringerung der Emissionen klimawirksamer Spurengase wird häufig übersehen, dass der Frage nach dem geeigneten Instrumenten- und Maßnahmenkatalog eine Zieldiskussion vorausgeht. Dabei werden im gesellschaftlichen Diskurs u.a. auch umweltpolitische Ziele festgelegt. Dieser Prozess, der im Übrigen nicht nur in Deutschland, sondern auch in der EU und auf internationaler Ebene abläuft, ist weder mit ökonomischen Instrumenten zu beeinflussen noch durch sie zu gestalten. Insbesondere ist ein Emissionshandel kein Instrument zur Festlegung von Klimaschutzziele.

Gleichwohl spielen mögliche ökonomische Wirkungen, etwa in Form von zusätzlichen Investitionen in Verminderungs- und Vermeidungstechniken, eine wichtige Rolle bei der Festlegung solcher Umweltziele<sup>29</sup>. Die Klimaschutzklärung der deutschen Wirtschaft ist ein prägnantes Beispiel für derartige Zielfindungsprozesse. Die Klimavereinbarung vom 9. November 2000 kann als das vorläufige Ende einer Reihe von Erklärungen angesehen werden, in dessen Folge die Ziele immer anspruchsvoller, Umfang und Grad der Verpflichtungen stets verbindlicher formuliert wurden. So verpflichtete sich die deutsche Wirtschaft anlässlich der ersten Vertragsstaatenkonferenz zur Klimarahmenkonvention in Berlin, auf freiwilliger Basis besondere Anstrengungen zu unternehmen, ihre spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen bzw. den spezifischen Energieverbrauch bis zum Jahr 2005 (Basis 1987) um bis zu 20 vH zu verringern. Grundlage dieser generellen Minderungszusage waren Erklärungen von insgesamt 13 Verbänden, die in Einzelerklärungen unterschiedliche Zielvorgaben formuliert hatten. Diese Selbstverpflichtungserklärung wurde vielfach kritisch hinterfragt (Kristof et al. 1997: 8; DIW 1995). Als verbesserungsbedürftig wurde nicht nur das erklärte Ziel, sondern auch die Überprüfung der eingegangenen Verpflichtungen eingestuft. Zum Jahrestag der ersten Vertragsstaatenkonferenz legte die deutsche Wirtschaft am 27. März 1996 eine aktualisierte Erklärung vor, die nun von 19 Ver-

<sup>29</sup> Dieser Prozess lässt sich nicht nur bei klimapolitischen Zielen, sondern auch bei anderen umweltpolitischen Entscheidungen feststellen. Für ordnungsrechtliche Ge- und Verbote ist dieser Prozess ausführlich dargestellt in Helbig, Volkert 1999.

bänden getragen wurde. Außerdem wurde das Ziel in der Weise modifiziert, dass die Minderungsverpflichtungen auf das international übliche Jahr 1990 bezogen wurden und der Zusatz „bis zu“ entfiel. Um den kritischen Einwänden hinsichtlich der Verifikation zu begegnen, wurde ein begleitendes CO<sub>2</sub>-Monitoring vereinbart, in dem die Minderungserfolge in jährlichen Abständen dargestellt und auf ihre Zielkonformität hin überprüft werden sollten. Die Klimavereinbarung vom November 2000 sieht eine weitere Verschärfung und zugleich eine Anpassung an die seit 1997 geltenden Kyoto-Vereinbarungen vor: Bis zum Jahr 2005 sollen die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen um 28 vH, bis zum Jahr 2012 die der sechs Klimagasen um 35 vH verringert werden. In Ergänzung zu dieser allgemeinen Klimavereinbarung ist für die Förderung der CO<sub>2</sub>-Minderungen durch die KWK-Nutzung am 25. Juni eine spezielle Vereinbarung getroffen worden, mit der von 1998 bis zum Jahr 2005 eine absolute Emissionsminderung von 10 Mill. t, bis 2010 von bis zu 23 Mill. t erreicht werden soll.

Gegenüber den bisherigen Erklärungen ist in dieser Vereinbarung zum ersten Mal ein absolutes Minderungsziel festgelegt worden, das durch eine entsprechende Ergänzung der Klimavereinbarung vom November 2000 inzwischen auf 45 Mill. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente bis zum Jahr 2010 erhöht wurde. Besonders hervorzuheben ist, dass diese Festlegung in einem iterativen Prozess erzielt wurde und von allen beteiligten Verbänden getragen wird. Insofern erscheint es sinnvoll, dieses Minderungsziel zum Ausgangspunkt eines Emissionshandels zu wählen.


Wie erwähnt wird der Stand der Minderungserfolge für die Klimaschutzklärung vom März 1996 in jährlichen Abständen überprüft. Auch für die allgemeine Klimavereinbarung vom 9. November 2000 und die Zusatzklärung vom 25. Juni 2001 ist ein Monitoring vorgesehen. Mit diesen Berichten wird zweifellos die Transparenz der Verpflichtungserklärungen erhöht und die Minderungserfolge einer breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Dauerhafte Zielabweichungen sind in den Berichten dokumentiert und bieten für alle Beteiligten – Verbände wie politische Entscheidungsträger – eine anerkannte Grundlage für eine Überprüfung der gesetzten Minderungsziele. Ein formalisierter Mechanismus, der Zielabweichungen erkennt und über das Energiepreissystem oder die Preise für Emissionsrechte eine entsprechende Anpassung erlaubt, existiert bislang jedoch nicht. Zusätzliche Steuern sind wegen der unbekanntenen Vermeidungskosten und der daraus folgenden erratischen *trial and error*-Prozesse bei der Festlegung der Steuersätze dafür nicht geeignet. Ein Emissionshandel hingegen könnte diese Aufgabe quasi automatisch erfüllen, da mit diesem Instrument ein vorgegebenes Reduktionsziel kostenminimal erreicht wird. Insofern könnte das Handelsmodell zugleich die Aufgabe übernehmen, die im Rahmen der Klimavereinbarung definierten Minderungsziele möglichst kostenminimal zu erreichen.

#### *Marktteilnehmer*

Klimaschutzklärung und Klimavereinbarung werden getragen von den Erklärungen einer Reihe der im Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI) organisierten Mitgliedsverbände, dem Bundesverband der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft (BGW), der Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke (VDEW), dem VIK Verband der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft sowie dem Verband kommunaler Un-

Tabelle 7

<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen und Ökosteuerbelastung</b>			
	CO <sub>2</sub> -Emissionen	Ökosteuerbelastung	
	Mill. t	Mill. €	€/t CO <sub>2</sub>
Kaliindustrie	1,1	1,8	1,63
Zementindustrie	10,0	14,7	1,47
Kalkindustrie	2,7	4,2	1,57
Fliesen- und Plattenindustrie	0,5	3,1	6,24
Ziegelindustrie	2,2	16,4	7,44
Feuerfest-Industrie	0,3	3,6	12,10
Stahlindustrie	62,1	57,2	0,92
NE-Metallindustrie	14,0	30,3	2,16
Chemische Industrie	49,4	168,8	3,42
Papierindustrie	13,5	25,0	1,85
Glasindustrie	6,5	42,6	6,55
Textilindustrie	3,8	22,3	5,87
Zuckerindustrie	2,2	3,8	1,72
Insgesamt	168,3	393,6	2,34

Eigene Berechnungen. 

ternehmen (VKU). Die Erklärung des BDI wiederum ist eine Zusammenfassung von 14 Einzelerklärungen. Die in den genannten Verbänden zusammengefassten Unternehmen repräsentieren mehr als 70 vH des industriellen Endenergieverbrauchs, decken nahezu vollständig den Bereich der öffentlichen und industriellen Stromerzeugung ab und stellen einen großen Teil der Energieanbieter dar, die den Haushalts- und Kleinverbrauchsbereich mit Energie beliefern. Sofern die in diesen Verbänden organisierten Unternehmen vollzählig am Handel teilnehmen, dürften der Markt und die Unterschiede in den Vermeidungskosten ausreichend groß sein, um einen wirksamen Handel etablieren zu können. Allerdings kann aus der Teilnahme an der Klimavereinbarung nicht die Verpflichtung abgeleitet werden, auch an einem Emissionshandel teilzunehmen. Dazu bedarf es spezifischer Anreize, insbesondere für jene Unternehmen, die zu den potenziellen Käufern von Emissionsrechten bzw. -minderungen gehören. Grundsätzlich können solche Anreize über Subventionen oder Steuereinsparungen gesetzt werden. Subventionen sind dann erforderlich, wenn Kostensenkungen über Steuerermäßigungen oder -erstattungen nicht möglich sind. In Deutschland wird jedoch seit dem 1. April 1999 auf den Verbrauch von Energie die Öko-Steuer erhoben; diese wird zwar nach dem Energieverbrauch bemessen, kann jedoch auch in CO<sub>2</sub>-Einheiten angegeben werden. In der Endstufe der Steuerreform erreichen die zusätzlichen Steuerbelastungen unter Berücksichtigung der Kappungsgrenzen und der reduzierten Steuersätze für die an der Klimavereinbarung beteiligten Industriebereiche rund 394 Mill. € (Tabelle 7). Bezogen auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Jahres 1998 in Höhe von 168 Mill. t ergibt sich daraus ein Preis

von durchschnittlich 2,34 €/t CO<sub>2</sub>, der bei Teilnahme an einem Emissionshandel eingespart werden könnte, wenn gleichzeitig die Ökosteuer erlassen würde.

Die sektoralen Entlastungen weichen allerdings signifikant vom diesem Durchschnitt ab: während die Feuerfest-Industrie bei Teilnahme am Emissionshandel mehr als 12 €/t CO<sub>2</sub> einsparen kann, erreicht die Entlastung in der Stahlindustrie nur 0,92 €/t CO<sub>2</sub>. Ursächlich für diese gravierenden Unterschiede sind die heterogenen Steuersätze: Während Erdgas und Heizöl nur mit etwa 1,50 €/t CO<sub>2</sub> zusätzlich belastet werden, beträgt der Steuersatz bei Strom etwa 7,50 €/t CO<sub>2</sub> und bei Kraftstoffen mehr als 60 €/t CO<sub>2</sub>. Stein- und Braunkohle unterliegen keiner zusätzlichen Steuer. Folglich sind stromintensive Sektoren überdurchschnittlich hoch, Sektoren mit hohem Stein- und Braunkohleeinsatz deutlich unterdurchschnittlich belastet.

Für den Emissionshandel wären diese Unterschiede genau dann anreizkompatibel, wenn sie die unterschiedlichen Vermeidungskosten widerspiegeln würden. Sektoren mit hohen Steuerersparnissen also als potentielle Käufer angesehen werden könnten. Diese Hypothese lässt sich empirisch nicht hinreichend genau überprüfen, auch wenn Einiges dafür spricht, dass die Vermeidungskosten in stromintensiven Prozessen höher sind als in solchen mit hohem Stein- und Braunkohleeinsatz. Denn Strom kann in der Regel nicht durch andere Energieträger substituiert, anstelle von Stein- und Braunkohle können zumindest grundsätzlich auch die CO<sub>2</sub>-ärmeren Energieträger Heizöl oder Erdgas eingesetzt werden.

Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass die hier ausgewiesenen Entlastungen bei der Ökosteuer nur in Ausnahmefällen mit den zusätzlichen Kosten übereinstimmen, die ein Kauf von Emissionsminderungen am Lizenzmarkt verursacht. Denn der Kauf umfasst nicht das gesamte Emissionsvolumen, sondern nur jenen Teil, der zum Erreichen des Minderungsziels erforderlich ist. Für die an der Klimavereinbarung beteiligten Industriebereiche beträgt die Minderungsverpflichtung ohne den Ausbau der KWK rund 20 Mill. t. Bezogen auf diese Größe beträgt die Steuerersparnis knapp 20 €/t CO<sub>2</sub>. Folglich besteht für Unternehmen bereits dann ein Anreiz, am Emissionshandel teilzunehmen, wenn die Kosten der letzten Emissionsminderung diese Schwelle nicht übersteigen.

Die Klimavereinbarung wird allerdings nicht nur von Industriebereichen getragen, sondern auch von den Unternehmen der öffentlichen Elektrizitätsversorgung. Für diese kann der Erlass der Ökosteuer keinen zusätzlichen Anreiz bieten, am Emissionshandel teilzunehmen, da der Einsatz von Brennstoffen in Kraftwerken oder in KWK-Anlagen keiner zusätzlichen Steuer unterliegt. Allerdings wurde bereits bei der Diskussion der Rahmenbedingungen darauf hingewiesen, dass die gegenwärtigen Regelungen des EEG und KWK-Gesetzes bei der Implementation eines Emissionshandels überarbeitet und neu gefasst werden müssen. Denn die Kosten- und Preiseffekte des Emissionshandels werden die Wettbewerbsfähigkeit der CO<sub>2</sub>-freien regenerativen Energiequellen und der KWK verbessern und gleichzeitig die Einnahmen aus dem Verkauf der dabei erzielten Emissionsminderungen erhöhen. Deshalb müssen die gesetzlich festgelegten Einspeisevergütungen so weit gesenkt werden, dass die durch das EEG und KWK-Gesetz beabsichtigten Vorteile für KWK-Anlagen

und von Anlagen zur Stromerzeugung aus regenerativen Energiequellen zwar erhalten bleiben, die Kostenbelastungen durch das EEG und KWK-Gesetz jedoch bei Teilnahme am Handelsmarkt deutlich verringert werden und dadurch auch für Unternehmen der öffentlichen Versorgung ein Anreiz entsteht, am Handel teilzunehmen<sup>30</sup>.

Wie bereits mehrfach erwähnt sollten in den Handel möglichst viele Akteure eingebunden werden. Dies gilt insbesondere für solche Bereiche, von denen zu vermuten ist, dass sie sich hinsichtlich ihrer Vermeidungskosten deutlich von anderen abheben. Der Gebäude- und Wohnungsbereich gehört in diese Kategorie, da der Energieverbrauch zu deren Beheizung für den Energieverbrauch insgesamt wie auch für die energiebedingten Umweltbelastungen eine große Bedeutung hat und in diesem Segment ein hohes und zum Teil auch vergleichsweise kostengünstiges CO<sub>2</sub>-Minderungspotenzial vermutet wird. Vor diesem Hintergrund erscheint es nahezu zwingend, diesen Bereich in einen Emissionshandel einzubinden. Allerdings dürfte ebenso klar sein, dass die privaten Haushalte nicht als Einzelpersonen unmittelbar, sondern nur mittelbar etwa über Versorgungsunternehmen integriert werden können. Diese Lösung wurde auch bei der Klimaschutzzerklärung der Gaswirtschaft und der Mineralölindustrie gewählt, sie könnte mit geringen Modifikationen, die im Folgenden beschrieben werden, für einen Emissionshandel übernommen werden.

#### *Anfangsausstattung*

Die Festlegung von Emissionsrechten oder -minderungen ist eine wesentliche Voraussetzung für die Installation eines Handelssystems. Das gewählte Zuteilungsverfahren kann dabei von erheblicher Bedeutung für die Funktionsfähigkeit des Marktes und für das Marktergebnis sein. Wie in Abschnitt 3.1. im Detail dargestellt, ist bei allen bislang erprobten Handelssystemen ein modifiziertes *grandfathering* praktiziert worden, das nicht zuletzt wegen der rechtlichen Problematik von radikalen Eingriffen in faktisch bestehende Eigentumsrechte die geringsten Komplikationen verursacht. Folglich könnte auch in einem nationalen Emissionshandel dieses Verfahren eingesetzt werden. Als Basisjahr für die Anfangszuteilung können sowohl 1990 als auch andere Zeitpunkte gewählt werden. Das Problem der *early actions* lässt sich dabei umso eher entschärfen, je weiter zurück es gewählt wird. Für Deutschland würden sich für das Jahr 1990 allerdings zwei grundsätzliche Probleme einstellen:

- zum einen ein überdimensioniertes Angebot, da das damalige Emissionsvolumen gegenwärtigen Bedarf um etwa 200 Mill. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente übersteigt,
- zum anderen erhebliche rechtliche Probleme bei der Zurechnung der Emissionen zu einzelnen Unternehmen, da eine Reihe von ihnen – gerade in Ostdeutschland – 1990 noch nicht (z.B. VEAG) existierte oder nur noch 1990 existierte.

Für die Funktionsfähigkeit des Marktes erscheint es daher sinnvoller, die Anfangsausstattung möglichst zeitnah zu wählen. Da sich das im KWK-Gesetz definierte Minderungsziel von 45 Mill. t auf den Zeitraum von 1998 bis 2010 bezieht, könnte

---

<sup>30</sup> Die genaue Höhe dieser Kostenentlastungen kann an dieser Stelle nicht festgelegt werden; sie hängt von einer Reihe von elektrizitätswirtschaftlichen Kennziffern, nicht zuletzt aber von dem erwarteten Preis am Handelsmarkt ab.

das Jahr 1998 geeignet sein. Allerdings gelten auch für dieses Jahr in den einzelnen Produktionsprozessen unterschiedliche technische Standards, die sich vor allem aus der Lebensdauer der Anlagen und den daran ausgerichteten Reinvestitionszyklen erklären. So waren damals einerseits Kraftwerke auf Basis Braunkohle in Betrieb, die vor mehr als 30 Jahren ans Netz gegangen sind und einen Wirkungsgrad von 32 vH aufwiesen, andererseits hocheffiziente Anlagen im Bau, die bei einem Wirkungsgrad von 43 vH die gleiche Strommenge mit rund 30 vH niedrigeren CO<sub>2</sub>-Emissionen erzeugen können. Um diesen Unterschieden Rechnung zu tragen, muss die Zuteilung auch nach Effizienzkriterien erfolgen. Als Bezugsgröße könnte etwa der durchschnittliche CO<sub>2</sub>-Ausstoß der im Jahr 1998 betriebenen Anlagen in der jeweiligen Branche verwendet werden. Der Bezug zum Anlagenpark insgesamt stellt dabei sicher, dass überdurchschnittlich effiziente Anlagen einen Überschuss, unterdurchschnittlich effiziente einen Bedarf an Emissionsrechten haben.

Unabhängig von der angemessenen Berücksichtigung von *early actions* muss die Anfangszuteilung in jenen Einheiten festgelegt werden, die für den geplanten Handel vorgesehen sind. Ein Handel mit Emissionsrechten erfordert naturgemäß deren Zuteilung. Sofern an dem Handel alle Unternehmen teilnehmen sollen, die über ihre Verbände auch Träger der Klimavereinbarung sind, insbesondere also die öffentliche Elektrizitätsversorgung einerseits und die Industrie andererseits, können in der Industrie zur Vermeidung von Doppelzählungen nur die direkten Emissionen – analog zum britischen Modell – berücksichtigt werden. Die aus dem Strom- und Wärmeverbrauch folgenden indirekten sind Bestandteil der Emissionsbilanz der öffentlichen Versorgung. Maßnahmen zur Verringerung des industriellen Strom- und Wärmeverbrauchs hätten insofern keine Auswirkungen auf die Emissionsbilanz der Industrie, obwohl dort die entsprechenden Maßnahmen durchgeführt werden. Demzufolge können die innerhalb der Klimavereinbarung formulierten Einzelerklärungen, die nach dem Verursacherprinzip auch den Strom- und Wärmeverbrauch umfassen, nicht mehr beibehalten werden. Deshalb erscheint ein Handel mit Emissionsrechten kaum geeignet, die bestehende Klimavereinbarung beizubehalten und in ein Handelssystem zu überführen.

Diese Integration gelingt jedoch, wenn anstelle von Rechten mit Emissionsminderungen gehandelt wird. Die öffentliche Elektrizitäts- und Fernwärmeversorgung nimmt am Handel mit jenen Minderungen teil, die aus Effizienzsteigerungen und Brennstoffsubstitutionen in der Strom- und Wärmeerzeugung resultieren. Die Endverbraucher können alle Minderungen für sich beanspruchen, die aus Strom- und Wärmeeinsparungen resultieren. Die Gesamtbilanz ist insoweit frei von Doppelzählungen und ordnet die Minderungen den Verbrauchergruppen verursachergerecht zu.

Allerdings muss in diesem Konzept die Anfangszuteilung nach einem völlig anderen Schlüssel erfolgen, nämlich nicht nach den bestehenden Emissionsrechten, sondern nach den bis zum Jahr 2010 erwarteten Emissionsminderungen in Höhe von 45 Mill. t. Diese kann wiederum nach verschiedenen Schlüsseln auf die einzelnen Unternehmen verteilt werden. Zweckmäßigerweise sollte die Verteilung jedoch so erfolgen, dass nicht nur die Summe von 45 Mill. t erreicht wird, sondern auch die Beiträge der einzelnen Unternehmen angemessen berücksichtigt werden. Denn das absolute Minderungsziel von 23 Mill. t wurde auf der Basis der Abschätzungen fest-

gelegt, die von den an der Klimavereinbarung beteiligten Verbänden und Unternehmen selbst vorgenommen wurden. Folglich wird die Anfangsausstattung so festgelegt, dass sie der Rangfolge der Minderungsziele entspricht. Die zugeteilten Rechte können demnach als Emissionsminderungsrechte definiert werden, die es den beteiligten Unternehmen ermöglichen, ihre Emissionen so weit zu reduzieren, dass sie rein rechnerisch bereits im ersten Jahr des Handels ihr Minderungsziel erreichen.

Ähnlich wie bei den Emissionsrechten kann auch bei Minderungsrechten die Anfangsverteilung nach anderen Verfahren, etwa über eine Versteigerung nach dem britischen Modell erfolgen.

#### *Marktmechanismus*

Für den Handel mit Emissionsminderungen sind nun zwei Mechanismen von Bedeutung: Zum einen muss die Laufzeit der Minderungsrechte auf den Zeitraum bis 2010 begrenzt werden. Denn ohne diese Begrenzung kann nicht garantiert werden, dass nach Ablauf dieser Frist das Ziel von 45 Mill. t auch tatsächlich erreicht wird. Folglich können die Unternehmen ab diesem Zeitpunkt keine zugeteilten Rechte mehr einsetzen, um ihre Emissionsbilanzen auszugleichen. Also müssen bis dahin die zugeteilten Minderungsrechte durch tatsächliche Emissionsminderungen ersetzt worden sein. Zum anderen ist davon auszugehen, dass durch unvorhersehbare technische und ökonomische Entwicklungen die zu Beginn erwarteten Minderungen nicht erreicht oder überschritten werden. Ungeplante Minderungserfolge können folglich zum Kauf angeboten werden, Mehremissionen durch Zukauf ausgeglichen werden. Im Unterschied zu den zugeteilten Minderungsrechten ergeben sich diese Erfolge durch eine Verringerung der Emissionen gegenüber dem Basisjahr, etwa denen des Jahres 1998. Das Ziel des Emissionshandels besteht nach diesem Konzept mithin darin, die zugeteilten Minderungsrechte innerhalb des vorgegebenen Zeitraums mit den geringsten Zusatzkosten in tatsächliche Minderungserfolge umzuwandeln.

Um zu verhindern, dass Temperatureinflüsse oder konjunkturelle Schwankungen einen nachhaltigen Einfluss auf die Minderungserfolge oder -misserfolge ausüben, sollten diese Minderungserfolge nur eine Laufzeit von einem Jahr haben. Dabei ist selbstverständlich, dass nachhaltige Minderungserfolge über den Zeitraum bis 2010 kumuliert werden dürfen, sie sich somit als Differenz aus den im Basisjahr und dem jeweiligen Berichtsjahr beobachteten Emissionen ergeben.

#### *Eintritt neuer Unternehmen in den Emissionshandel*

Ein Emissionshandel sollte grundsätzlich so flexibel sein, dass der Eintritt von neuen Unternehmen in den Markt jederzeit möglich ist. Auch die Klimavereinbarung ist für den Eintritt weiterer Verbände und Unternehmen offen. Dabei muss allerdings gewährleistet sein, dass durch die Vergrößerung der Zahl der Marktteilnehmer das ursprüngliche Reduktionsziel nicht aufgeweicht wird. Ähnlich wie im Rahmen der Klimavereinbarung sollten neu in den Markt eintretende Unternehmen einen zusätzlichen Minderungsbeitrag leisten, so dass sich durch jeden Beitritt das Volumen der Emissionsminderungen erhöht. Dennoch kann dabei nicht ausgeschlossen werden, dass sich quasi über das Basisjahr das Emissionsvolumen insgesamt erhöht, neu eintretende Unternehmen mithin zwar zur Emissionsminderung beitragen, die absolute

Emissionsbilanz jedoch verschlechtern. Wenn diese Mehremissionen nicht durch zusätzliche Minderungen innerhalb der am Handel beteiligten Unternehmen ausgeglichen werden können, muss ein Mechanismus gefunden werden, der einen Ausgleich gewährleistet; dies könnte etwa über CDM oder JI-Projekte geschehen.

#### *Berücksichtigung von CDM und JI-Projekten*

Nach dem Kyoto-Protokoll ist es Annex-I-Ländern gestattet, unter der staatlichen Verantwortung Rechtsträger (also auch Verbände oder Unternehmen) an Maßnahmen zu beteiligen, die zur Schaffung, zum Verkauf oder zum Erwerb von CERs führen (Artikel 12,9). Insofern hat der Staat grundsätzlich die Möglichkeit, CDM-Projekte durchzuführen und sich die daraus resultierenden CERs anrechnen zu lassen. Auch wenn die formalen Voraussetzungen für den Einsatz von CDM-Projekten zur Erfüllung der Minderungsverpflichtungen gegeben sind, ist nicht in jedem Fall gesichert, dass damit auch wirtschaftliche Vorteile verbunden sind. Grundsätzlich muss natürlich gelten, dass durch den Rückgriff auf CDM-Projekte die Vermeidungskosten bei gegebenem Ziel verringert werden können. Für diese generelle Annahme sprechen zumindest die gegenwärtigen Effizienzunterschiede zwischen heimischen Produktionsprozessen und solchen in Entwicklungs- und Schwellenländern, auch wenn sich diese Differenz im Zuge der wirtschaftlichen Entwicklung dieser Länder verringern dürfte.

Auch JI-Projekte können grundsätzlich zum Ausgleich von bestehenden oder absehbaren Unterdeckungen am Handelsmarkt eingesetzt werden. Im Unterschied zum CDM können JI-Projekte allerdings nur zwischen Annex-I-Staaten durchgeführt werden. Die daraus resultierenden Emissionsminderungen sind zudem erst ab 2008 anrechenbar. Insofern ist JI zwar formal weitgehend identisch mit CDM, faktisch jedoch in den nächsten Jahren für das Emissionshandelsmodell kaum nutzbar.

Darüber hinaus ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch unsicher, inwieweit die Potenziale bei den übrigen fünf Klimagasen im Rahmen von JI ausgeschöpft werden können. Dies liegt unter anderem daran, dass für eine verlässliche Bilanzierung dieser Gase noch eine Reihe von statistisch-methodischen Unsicherheiten auch in Annex-I-Staaten zu beseitigen ist. Für CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O mögen die Inventare in den Staatengruppen wohl in den meisten Fällen vorhanden sein, für HFCs, PFCs und SF<sub>6</sub> ist dies bei Teilen der Annex-I-Staaten, etwa den Transformationsländern, fraglich.

Grundsätzlich muss auch bei JI gelten, dass damit die Vermeidungskosten bei gegebenem Ziel verringert werden können. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt dürften diese Voraussetzungen etwa für JI mit Staaten in Osteuropa und mit Russland erfüllt sein, da die Energieeffizienz in diesen Ländern noch relativ niedrig ist, Potenziale für Effizienzsteigerungen daher vorhanden sind. Allerdings sind nicht alle gegenwärtig verfügbaren Potenziale als Emissionsminderungen anrechenbar, da ein Teil davon aus Produktionsrückgängen und Wachstumseinbußen entstanden ist. Zudem ist zumindest unsicher, ob die gegenwärtig verfügbaren JI-Potenziale in demselben Umfang auch noch in sechs Jahren genutzt werden können. Zum einen werden diese Staaten Teile der Potenziale zur Effizienzverbesserung im Zuge ihrer wirtschaftlichen Entwicklung selbst nutzen, zum anderen zur Erfüllung möglicher Minderungsverpflich-

tungen die kostengünstigen selbst ausschöpfen wollen. Aufgrund dieser Unsicherheiten erscheint es auch wenig sinnvoll, mögliche Minderungserfolge aus JI in naher Zukunft in das Emissionshandelsmodell zu integrieren.

## 6. Zusammenfassung

Der Handel mit Emissionsrechten gilt grundsätzlich als effizientes Instrument, um ein vorgegebenes Reduktionsziel kostenminimal zu erreichen. Seine konkrete Form ist jedoch in weiten Grenzen gestaltbar. Insbesondere lassen sich in dieses Konzept die bereits gesetzlich verankerten Maßnahmen zur Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen integrieren. In Deutschland gehören dazu insbesondere die ökologische Steuerreform und die Klimavereinbarung zwischen der Bundesregierung und der Wirtschaft. Unter diesen Voraussetzungen nimmt ein Handelssystem in Deutschland eine sehr spezielle Gestalt an: Anstelle von Emissionsrechten wird mit -minderungen gehandelt. Diese teilen sich auf in Minderungsrechte mit einer Laufzeit bis zum Jahr 2010 und Minderungserfolgen, die für nur jeweils ein Jahr gültig sind, sich allerdings über die einzelnen Jahre kumulieren lassen und am Ende insgesamt 45 Mill. t erreichen. Das Ziel dieses speziellen Handelsmodells besteht mithin darin, die zu Beginn des Handels zugeteilten Minderungsrechte durch kontinuierlich zu schaffende -erfolge zu ersetzen, wobei der Handel mit garantiert, dass die Minderungen mit den geringsten Zusatzkosten erfolgen. Zusätzliche Emissionsminderungen, die im Verlauf des Prozesses notwendig werden könnten, sich jedoch zu angemessenen Kosten nicht mehr im Inland schaffen lassen, könnten über JI- und CDM-Projekte beschafft werden, wie dies z.B. in den Niederlanden gegenwärtig schon praktiziert wird.

## Literatur

- Kommission der Europäischen Gemeinschaften (Hrsg.) (2000), Grünbuch zum Handel mit Treibhausgasemissionen in der Europäischen Union, KOM (2000) 87 endg. Brüssel.
- Kommission der Europäischen Gemeinschaften (Hrsg.) (2001), Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über ein System für den Handel mit Treibhausgasemissionsberechtigungen in der Gemeinschaft und zur Änderung der Richtlinie 96/61/EG des Rates, KOM (2001) 581 endg, 2001/0245 (COD). Brüssel.
- Cansier, D. (1993), Umweltökonomie. UTB für Wissenschaft, Uni-Taschenbücher 1749. Stuttgart et al.: Fischer.
- Dales, J.H. (1968), Pollution property and prices. An essay in policy-making and economics. Canadian University Paperbacks 83. Toronto: University of Toronto Press.
- Rubin, J.W. (1996), A Model of Intertemporal Emissions Trading. *Journal of Environmental Economics and Management* 31: 269–286.
- Weimann, J. (1995), Umweltökonomik – eine theorieorientierte Einführung. Springer-Lehrbuch. 3. Aufl., Berlin et al.: Springer.
- Bonus, H. (1998), Umweltzertifikate. Der steinige Weg zur Marktwirtschaft. *Zeitschrift für angewandte Umweltforschung* 1998 (Sonderheft 9): 235–242.
- Klemmer, P. (1994), Nachhaltige Entwicklung - aus ökonomischer Sicht. *Zeitschrift für angewandte Umweltforschung* 7 (1): 14-19.

- Rat der Sachverständigen für Umweltfragen (1996), *Zur Umsetzung einer dauerhaft umweltgerechten Entwicklung*. Umweltgutachten 1996. Stuttgart: Metzler-Poeschel.
- Meyerhoff, J. und U. Petschow (1996), Nachhaltige Entwicklung als langfristiger Wandlungsprozess – Konsequenzen für die Wirtschafts- und Umweltpolitik. In L. Gerken (Hrsg.), *Ordnungspolitische Grundfragen einer Politik der Nachhaltigkeit*. Baden-Baden: Nomos, 173–222.
- Hansjürgens, B. (1998), Wie erfolgreich ist das neue Schwefeldioxid-Zertifikatesystem in den USA? – Erste Erfahrungen und Lehren für die Zukunft. *Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht* 21 (1): 1–32.
- Schwarze, R. (1997), SO<sub>2</sub> im Sonderangebot? Zur Entwicklung des US Marktes für Schwefeldioxid-Lizenzen und den Perspektiven von Zertifikatsmodellen in der Luftreinhaltepolitik. *Zeitschrift für angewandte Umweltforschung* 10 (2): 170–186.
- Helbig, J. und J. Volkert (1999), Freiwillige Standards im Umweltschutz. *Umwelt und Ökonomie* 31. Heidelberg: Physica.
- Kristof, K, S. Ramesohl und T. Schmutzler unter Mitarbeit von K. Schlegelmilch (1997), Große Worte, keine Taten – Aktualisierte Erklärung der deutschen Wirtschaft zur Klimavorsorge. Wuppertal Papers 71. Wuppertal Institut für klima, Umwelt, Energie, Wuppertal.
- DIW – Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (Hrsg.) (1995), Selbstverpflichtung der Wirtschaft zur CO<sub>2</sub>-Reduktion: Kein Ersatz für aktive Klimapolitik. (Bearb.: M. Kohlhaas, B. Praetorius und H.-J. Ziesing.) *DIW-Wochenbericht* 62 (14): 277–283.