

Klepper, Gernot; Peterson, Sonja

**Article — Digitized Version**

## Das Europäische Emissionshandelssystem - effiziente Klimapolitik oder Gefahr für die europäische Wettbewerbsfähigkeit?

Die Weltwirtschaft

**Provided in Cooperation with:**

Kiel Institute for the World Economy – Leibniz Center for Research on Global Economic Challenges

*Suggested Citation:* Klepper, Gernot; Peterson, Sonja (2004) : Das Europäische Emissionshandelssystem - effiziente Klimapolitik oder Gefahr für die europäische Wettbewerbsfähigkeit?, Die Weltwirtschaft, ISSN 0043-2652, Springer, Heidelberg, Iss. 2, pp. 187-209

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/3260>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

# Das Europäische Emissionshandelssystem – Effiziente Klimapolitik oder Gefahr für die europäische Wettbewerbsfähigkeit?

Von Gernot Klepper und Sonja Peterson

## Einleitung

Das Europäische Emissionshandelssystem (EHS), das im Mai 2005 starten soll, ist ein sehr kontrovers diskutiertes klimapolitisches Instrument. Im Hinblick auf die europäischen Verpflichtungen im Rahmen des Kyoto-Protokolls wurde es mit dem Ziel entwickelt, die CO<sub>2</sub>-Emissionen der energieintensiven Industriesektoren auf ökonomisch effiziente Weise zu reduzieren. Zurzeit umfasst es ca. 13 000 Installationen, die zusammen für rund 45 Prozent der europäischen CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich sind. Bis heute besteht erhebliche Unsicherheit darüber, wie sich das Handelssystem auswirken wird. Dies spiegelt sich nicht zuletzt in den teilweise hitzigen Diskussionen um die Nationalen Allokationspläne (NAPs) wider, in denen es darum geht, die Zuteilung an Emissionsrechten festzulegen. Die Spekulationen darüber, welche Länder gewinnen und welche verlieren, wie hoch die Kosten (oder Gewinne) für einzelne Sektoren sind und wer letztlich die Nettokäufer und -verkäufer von Emissionszertifikaten sind, nehmen überhand. Auch die Prognosen für den Zertifikatpreis gehen weit auseinander. Viele Äußerungen zu den angeblichen Kosten und Nutzen des Emissionshandelssystems basieren mehr auf dem Wunsch, eigene Interessen voranzutreiben, als auf einer ausgewogenen Analyse auf Basis der vorhandenen Informationen. Existierende quantitative Simulationsstudien (Böhringer 2002; Capros et al. 2000; Capros et al. 2002) analysieren lediglich vorläufige Szenarien des Emissionshandelssystems, die beispielsweise weder die osteuropäischen Beitrittsstaaten noch unterschiedliche Allokationsmöglichkeiten berücksichtigen.

Vorhersagen über die potentiellen Auswirkungen des Europäischen Emissionshandelssystems hängen zum Großteil von der Allokation der Emissionsrechte in den einzelnen Mitgliedsstaaten ab. Auch wenn die Frist zur Vorlage der Nationalen Allokationspläne für die erste Handelsperiode, in denen die Allokation bis 2007 geregelt wird, Ende März ausgelaufen ist, liegen bislang noch nicht alle Pläne vor. Hinzu kommt, dass für die Gesamtkosten und die Erreichung des Kyoto-Ziels nicht das Jahr 2007, sondern das Jahr 2012 relevant ist. Solange die Zertifikatallokation bis 2012 nicht feststeht, ist das Angebot an CO<sub>2</sub>-Zertifikaten unklar und damit auch der Zertifikatpreis. Daneben wirken sich Unterschiede in den Allokationsmechanismen zwischen Mitgliedsstaaten auf Handelsströme aus. Im Folgenden werden unterschiedliche Zuteilungsmethoden und deren Effizienz vor dem Hintergrund des Kyoto-Ziels für 2012 näher beleuchtet. Dies geschieht mithilfe des DART<sup>1</sup>-Modells (Klepper et al. 2003), einem berechenbaren allge-

---

<sup>1</sup> Dynamic Applied Regional Trade.

meinen Gleichgewichtsmodell, das auf die erweiterte Europäische Union (EU) kalibriert ist.

Da die Nationalen Allokationspläne erst zum Teil vorliegen und auch nur bis zum Jahr 2007 reichen, geht es hier nicht um eine Analyse der vorliegenden Pläne, sondern darum, die Auswirkungen verschiedener Zuteilungsmechanismen aufzuzeigen. Dieser Ansatz ignoriert einige institutionelle Details, wie zum Beispiel die Möglichkeit im Rahmen der flexiblen Kyoto-Mechanismen Joint Implementation (JI) und Clean Development Mechanism (CDM) CO<sub>2</sub>-Emissionen kostengünstig außerhalb der EU zu vermeiden. Ignoriert werden auch intertemporale Aspekte zu denen die Übertragung von Zertifikaten von einer Handelsperiode in die nächste zählen, sowie Verknüpfungen zu anderen nationalen Emissionshandelssystemen wie in Dänemark oder Großbritannien. Trotz dieser Vereinfachungen zeigen die Simulationsergebnisse mit DART interessante Einzelheiten des EHS in Bezug auf Handelsströme von Zertifikaten zwischen den EU-Ländern, Zertifikatpreise und die Rolle der Beitrittsländer. Außerdem wird deutlich, dass die Kosten des Systems wesentlich vom gewählten Allokationsmechanismus abhängen.

Im Folgenden werden zunächst die Hintergründe des Europäischen Emissionshandelssystems und der internationalen klimapolitischen Verpflichtungen dargestellt. Anschließend wird das DART-Modell und die Implementierung des EHS beschrieben. Schließlich werden die Ergebnisse der Simulationsstudien diskutiert, um hieraus Schlüsse für eine optimale Ausgestaltung des Systems zu ziehen und die Frage zu beantworten, inwieweit das EHS die europäische Wettbewerbsfähigkeit beeinflusst.

### **Die europäischen Kyoto-Ziele und das Europäische Emissionshandelssystem**

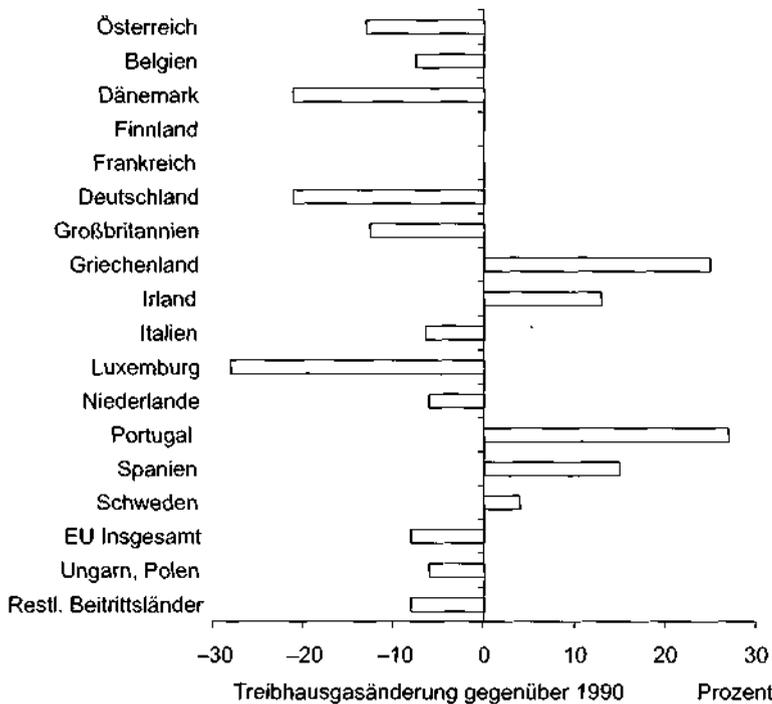
Im Rahmen des Kyoto-Protokolls von 1997 hat sich die Europäische Union verpflichtet, ihre Treibhausgasemissionen bis 2012 um 8 Prozent gegenüber 1990 zu senken. 1998 wurde zwischen den einzelnen EU-Mitgliedsstaaten ein Lastenausgleich („burden sharing“) vereinbart und dieses Ziel nach einzelnen Mitgliedsstaaten differenziert. Dahinter stand der Wunsch, dass reiche Mitgliedsstaaten ein höheres Reduktionsziel tragen sollen als Kohäsionsländer wie Spanien, Portugal, Irland oder Griechenland. In diesen Ländern dürfen daher die relativ geringen absoluten Emissionen wachsen, während die restlichen Mitgliedsstaaten eine Stabilisierung oder sogar deutliche Reduktion erreichen müssen. Die Beitrittsstaaten, die der EU im Mai 2004 bzw. voraussichtlich im Jahr 2007 beitreten, werden beim Lastenausgleich nicht berücksichtigt. Für sie gelten aber ihre individuellen Kyoto-Ziele und sie werden ebenfalls am EHS teilnehmen. Die Ziele der alten und zukünftigen EU-Mitgliedsstaaten sind in Abbildung 1 dargestellt.

Das Europäische Emissionshandelssystem (EHS) für CO<sub>2</sub>, das im Zentrum dieses Artikels steht,<sup>2</sup> soll dazu beitragen, die europäischen Verpflichtungen

<sup>2</sup> Eine Zusammenfassung der EU-Direktive (Europäische Union 2003) zum EHS geben Gagemann und Hansjürgens (2002).

Abbildung 1:

Die europäischen Kyoto-Ziele nach der Vereinbarung zum Lastenausgleich



zu minimalen Kosten zu erreichen. Das EHS soll 2005 beginnen und umfasst energieintensive Anlagen, die hauptsächlich in den Sektoren Energieerzeugung, Raffinerieprozesse, Kokereien, Stahl-, Zement-, Glas-, Keramik-, Zellstoff- und Papierindustrie zu finden sind. Die erste Handelsperiode reicht bis 2007 und gilt als Test für die zweite Periode von 2008–2012, die mit der ersten Kyoto-Periode zusammenfällt.

Obwohl das EHS ein wichtiger Bestandteil der europäischen Klimastrategie ist, kann es für sich alleine keine kosteneffiziente Reduktion gewährleisten, da es nur die energieintensiven Industriesektoren und nur das Treibhausgas CO<sub>2</sub> umfasst. Die Gesamtkosten der Erreichung des Kyoto-Ziels hängen damit auch von den Reduktionsmaßnahmen außerhalb des EHS ab. Wenn beispielsweise aus Angst vor Wettbewerbseffekten die EHS-Sektoren großzügig mit Zertifikaten bedacht werden, impliziert dies, dass außerhalb des EHS, also vor allem im Haushalts- und Verkehrssektor, deutlich striktere Vermeidungsmaßnahmen nötig sind. Um die Kosten des Kyoto-Ziels zu minimieren, müssen daher bei der Allokation von Zertifikaten für das EHS die Vermeidungskosten und -potentiale auch der Sektoren außerhalb des EHS und anderer Treibhausgase berücksichtigt werden. Dies spiegelt sich auch in den Richtlinien zur Erstellung der Nationalen Allokationspläne (NAPs) wider. Die entsprechende Richtlinie führt explizit aus,

dass der NAP mit den Kyoto-Zielen des jeweiligen Landes kompatibel zu sein hat, und verlangt, dass dargelegt wird, wie das Kyoto-Ziel insgesamt erreicht werden soll. Innerhalb von drei Monaten kann die Kommission einen NAP ablehnen und Änderungen verlangen. Bislang ist noch unklar, ob dies in Einzelfällen geschehen wird.

Um die Mitgliedsstaaten bei der Erstellung der NAPs zu unterstützen, hat die EU-Kommission einen Leitfaden (Europäische Kommission 2003) herausgegeben, in dem Schritt für Schritt die Vorgehensweise zur Festlegung der Zertifikatsausstattung erläutert wird. Im ersten Schritt soll danach im Rahmen eines gesamtwirtschaftlichen Top-down-Ansatzes der Anteil der erlaubten Emissionen nach dem Kyoto-Protokoll bzw. der Lastenverteilung festgestellt werden, der dem EHS zugerechnet wird. Im nächsten Schritt sollen Emissionsdaten der einzelnen Installationen und Firmen in einem Bottom-up-Prozess zusammengetragen werden, um schließlich, basierend auf aktuellen, historischen oder durchschnittlichen Emissionen in einem Basisjahr oder einer Basisperiode, die Allokation von Zertifikaten für jeden Sektor und jede einzelne Installation zu bestimmen. Im folgenden Abschnitt wird genauer auf unterschiedliche Allokationsmethoden eingegangen.

Im Folgenden werden wir die Problematik der Nicht-CO<sub>2</sub>-Treibhausgase vernachlässigen und uns auf die Frage nach den Reduktionen innerhalb des EHS versus außerhalb konzentrieren und die Auswirkungen unterschiedlicher Zuteilungsregeln diskutieren. Daneben werden wir die Rolle der Beitrittsstaaten bzw. -kandidaten näher beleuchten. Polen, Slowenien, die Slowakei, Tschechien, Ungarn, Malta und Zypern sowie die drei Baltischen Staaten sind seit dem 1. Mai 2004 Mitglieder der EU. Damit werden sie automatisch auch am EHS teilnehmen. Für Bulgarien und Rumänien ist der Beitritt für 2007 vorgesehen, so dass diese Staaten dann an der zweiten Handelsperiode des EHS teilnehmen. Die Beitrittsstaaten werden die Kosten des EHS deutlich reduzieren. Zum einen verfügt Osteuropa über Vermeidungspotentiale, die weit kostengünstiger als im Rest der EU sind. Zum anderen liegen die Emissionen in den meisten osteuropäischen Staaten aufgrund des wirtschaftlichen Zusammenbruchs der 90er Jahren unterhalb des Kyoto-Ziels. Der Verkauf von Teilen der daraus resultierenden überschüssigen Emissionsrechte (auch Hot Air genannt) innerhalb des EHS hätte einen zusätzlichen dämpfenden Effekt auf den Preis für Zertifikate und die Kosten für Westeuropa.

### **Simulation der Effekte des Europäischen Emissionshandelssystems**

Eine Analyse der möglichen Allokations- und Wohlfahrtseffekte des EHS erfordert mindestens zwei Modellierungsschritte. Der erste Schritt besteht darin, ein geeignetes ökonomisches Modell aufzustellen, das in der Lage ist, die europäische Wirtschaft für den Zeitpunkt zu simulieren, in dem das EHS voll in Kraft ist. Der zweite Schritt beinhaltet die Entwicklung von realistischen Politikszenerarien zwischen heute und dem Zeitpunkt, an dem die Kyoto-Ziele erfüllt sein müssen. Als Simulationsinstrument wird hier das DART-Modell (Klepper et al. 2003) verwendet, das im Folgenden kurz vorgestellt wird. Anschließend werden

die Emissionsziele für die verschiedenen Mitgliedsstaaten abgeleitet, die bis 2012 erfüllt sein müssen.

### Das DART-Modell

Das DART-Modell ist ein mehrregionales, mehrsektorielles, sequentiell dynamisches, berechenbares allgemeines Gleichgewichtsmodell der Weltwirtschaft. Für die Simulation des europäischen EHS ist es auf eine Aggregation mit 16 Regionen kalibriert. Tabelle 1 illustriert die neun Länder bzw. Ländergruppen der EU inklusive der osteuropäischen Staaten und die sieben weiteren Weltregionen.

In jeder Region bzw. jedem Land ist die Wirtschaft in zwölf Sektoren unterteilt (vgl. Tabelle 2). Vier davon nehmen am EHS teil. Obwohl es keine perfekte Übereinstimmung gibt zwischen den Installationen, die vom EHS erfasst werden,

*Tabelle 1:*  
Regionen im DART-Modell

Regionenbezeichnung	Länder
Regionen im EHS	
BEN	Belgien, Luxemburg, Niederlande
DEU	Deutschland
FRA	Frankreich
GBR	Großbritannien
ITA	Italien
SCA	Dänemark, Finnland, Schweden
SEU	Griechenland, Portugal, Spanien
REU	Österreich, Irland
ACC <sup>a</sup>	Bulgarien, Polen, Rumänien, Slowakei, Slowenien, Tschechien, Ungarn
Andere Regionen	
USA	Vereinigte Staaten
FSU <sup>P</sup>	Ehemalige Sowjetunion
OAB	Andere Annex B Regionen (Kanada, Australien, Neuseeland, Japan, Schweiz, Norwegen, Island)
MEA	Mittlerer Osten, Nordafrika
CPA	China, Hongkong
IND	Indien
ROW	Rest der Welt

<sup>a</sup> Die Region ACC umfasst auch Bulgarien und Rumänien, obwohl deren Beitritt zur EU erst für 2007 geplant und noch nicht entschieden ist. Die Baltischen Staaten sind in der Region FSU enthalten. Beides bedingt sich durch die regionale Disaggregation des GTAP-Datensatzes (Global Trade, Assistance, and Production). Da die CO<sub>2</sub>-Emissionen von ACC allerdings um weniger als 5 Prozent von den tatsächlichen abweichen, hat dies kaum Auswirkungen.

Tabelle 2:  
Sektoren im DART-Modell

Sektorbezeichnung	Einzelne Sektoren
EHS-Sektoren	
OIL	Raffinerieöl
EGW	Elektrizität
PPP	Papier- und Zellstoffindustrie
IMS	Eisen-, Metall- und Stahlindustrie (inkl. Zementindustrie)
Sonstige Sektoren	
COL	Kohle
GAS	Erdgaserzeugung und -verteilung
CRU	Rohöl
CRP	Chemische Industrie
AGR	Agrar- und Ernährungsindustrie
TRN	Automobilindustrie
MOB	Transportdienstleistungen
OTH	Sonstige Güter und Dienstleistungen

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

und der sektoralen Struktur von DART, halten wir sie für ausreichend groß. Ein Indikator hierfür ist auch, das beide ca. 45 Prozent der CO<sub>2</sub>-Emissionen in der EU abdecken.

Die ökonomische Struktur von DART ist vollständig für jede Region spezifiziert und umfasst Produktion, Investitionen und Endnachfrage. Alle Regionen sind durch bilaterale Handelsströme miteinander verknüpft. DART hat eine sequentiell dynamische Struktur und löst eine Sequenz von statischen Einperiodengleichgewichten. Die wichtigsten exogenen Bestimmungsfaktoren sind das Produktivitätswachstum, die Sparquote, das Bevölkerungswachstum und die Veränderungen im Humankapital.

Das Modell ist auf den GTAP5-Datensatz (Dimaranan und McDougall 2002) kalibriert, der Produktions- und Handelsdaten für 1997 zur Verfügung stellt. Die Substitutionselastizitäten der Energiegüter Kohle, Gas und Rohöl sind so kalibriert, dass DART die Emissionsprognosen der Energy Information Administration (EIA 2002) reproduziert.<sup>3</sup>

#### Politikszenerarien

Die Simulation des europäischen EHS erfordert zunächst die Festlegung der Emissionsbegrenzungen in den Mitgliedsstaaten. Tabelle 3 zeigt die Kyoto-Ziele für jede Region beziehungsweise jedes Land basierend auf dem EU-Lastenausgleich (vgl. auch Abbildung 1).<sup>4</sup> Das Reduktionsziel für Ländergruppen

<sup>3</sup> Für eine detaillierte Modellbeschreibung vgl. Springer (2002) und Klepper et al. (2003).

<sup>4</sup> ACC nimmt nicht am Lastenausgleich teil.

Tabelle 3:  
Die europäischen Kyoto-Ziele gegenüber 1990 und 2012

Land/Region	Prozentuales Reduktionsziel gegenüber	
	1990 (Lastenausgleich)	2012 (BAU in DART)
SCA	-5,1	-7,7
DEU	-21,0	-11,3
GBR	-12,5	-12,9
BEN	-7,4	-24,0
FRA	0,0	-11,3
ITA	-6,5	-15,9
SEU	+18,4	-11,9
REU	-4,1	-31,4
EU-15	-8,0	-14,2
ACC	-7,0	- <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Hot Air von ca. 165 Mt CO<sub>2</sub>.

Quelle: EEA (2003); eigene Zusammenstellung.

entspricht dem emissionsgewichteten Mittel. Die erste Spalte zeigt die prozentuale Reduktion, die gegenüber 1990 erreicht werden muss. Die zweite Spalte ist aus dem Business-as-usual(BAU)-Szenario von DART bis 2012 abgeleitet und entspricht der nötigen Reduktion in 2012 gegenüber dem BAU-Szenario in 2012. Das BAU-Szenario ist auf bis Ende 2001 in Kraft getretene Klimapolitikmaßnahmen kalibriert. Es enthält also beispielsweise die Wirkungen der deutschen Ökosteuer oder nationaler Emissionshandelssysteme. Im BAU-Szenario werden diese Politiken ab 2002 beibehalten. Weitere klimapolitischen Maßnahmen werden nicht berücksichtigt.

Im nächsten Schritt müssen die Ziele für die Sektoren innerhalb des EHS bestimmt werden. Die Direktive der Europäischen Union überlässt es den Mitgliedsstaaten im Rahmen ihres Nationalen Allokationsplans festzulegen, welcher Anteil an Emissionsrechten den EHS-Sektoren zugeteilt wird und welche Emissionsreduktionen in den Sektoren außerhalb erreicht werden. Die EU-Kommission schlägt drei Vorgehensweisen für die Berechnung der Ziele innerhalb des EHS vor (Europäische Kommission 2003):

- den historischen Ansatz (HIS),
- den Prognoseansatz (FUT),
- den Kostenminimierungsansatz („least cost“, LC).

Beim historischen Ansatz (HIS) wird die Gesamtmenge der an die EHS-Sektoren zugeteilten Emissionsrechte bestimmt, in dem der Emissionsanteil der EHS-Anlagen in einem historischen Basisjahr mit der Gesamtmenge der für eine Region zulässigen Emissionen multipliziert wird. Diese Vorgehensweise bestraft Sektoren, die in Vermeidungsmaßnahmen vor dem Basisjahr (so genannte „early action“) investiert haben. Beim Prognoseansatz (FUT) werden die Emissions-

rechte entsprechend der prognostizierten Emissionsanteile in einer zukünftigen Periode festgelegt. Dies kann beispielsweise das Ende der ersten Kyoto-Periode im Jahr 2012 sein. Eine solche Vorgehensweise erlaubt es, unterschiedlichen Wachstumserwartungen für einzelne Sektoren Rechnung zu tragen. Der Kostenminimierungsansatz (LC) schließlich versucht zu berücksichtigen, dass die Kosten von CO<sub>2</sub>-Vermeidungsmaßnahmen je nach Sektoren stark variieren. Aus Effizienz Gesichtspunkten wäre dies irrelevant, wenn alle Sektoren am Handel teilnähmen. Da sich die Vermeidungskosten aber nur innerhalb des EHS angleichen können, bestünde die Gefahr, dass der historische und der Prognoseansatz zu großen Unterschieden in den Vermeidungskosten der EHS Sektoren führen, wenn man sie mit den Sektoren außerhalb des EHS vergleicht. Der Kostenminimierungsansatz versucht, diesen Ineffizienzen Rechnung zu tragen und die unterschiedlichen Vermeidungskosten bei der Zertifikatzuteilung zu berücksichtigen.

In DART werden die drei unterschiedlichen Ansätze auf folgende Weise implementiert: Um den historischen Ansatz zu modellieren, werden die Emissionsanteile der EHS-Sektoren für das Jahr 2000 im BAU-Szenario bestimmt. Die Anteile werden dann mit dem Kyoto-Ziel multipliziert, um die Menge an Emissionsrechten zu erhalten, die den EHS-Sektoren in jeder Region zugeteilt wird. Zur Simulation des Prognoseansatzes werden stattdessen die BAU-Emissionsanteile des Jahres 2012 verwendet, um die Aufteilung der Zertifikate auf die EHS-Sektoren und die Sektoren außerhalb abzuleiten. Für den Kostenminimierungsansatz wird zunächst für jedes Land ein unilateral effizientes Vermeidungsszenario berechnet, in dem die Kyoto-Ziele im Jahr 2012 erreicht werden. Dies kann äquivalent durch eine uniforme nationale CO<sub>2</sub>-Steuer oder einen alle Sektoren umfassenden nationalen Emissionshandel geschehen. Die resultierenden Emissionsanteile im Jahr 2012 werden anschließend verwendet, um die Allokation an die EHS-Sektoren zu bestimmen. Dieser Ansatz führt zu einer unilateral effizienten Allokation. Vom Handel profitieren allerdings nur die EHS-Sektoren.

Der Kostenminimierungsansatz, wie er hier definiert ist, berücksichtigt die nationalen Unterschiede in den Vermeidungskosten, ignoriert aber Unterschiede in den Vermeidungskosten zwischen den EU-Mitgliedsstaaten. Die europäischen Gesamtkosten werden minimiert, wenn EU-weit ein Ausgleich der Vermeidungskosten stattfindet. Im Optimal(OPT)-Szenario werden die nach dem Lastenausgleich jedem Land zustehenden Emissionszertifikate so den Sektoren innerhalb und außerhalb des EHS zugeteilt, dass ein solcher Ausgleich der Vermeidungskosten stattfindet. Das heißt, die Steuer in den Nicht-EHS-Sektoren, die zum vorgegebenen Ziel führt, entspricht in allen Ländern dem Zertifikatpreis, der sich im EHS einstellt. Ein solches Szenario ist eher akademisch, zeigt aber, wie EU-weit die optimale Allokation aussehen müsste, um die Gesamtkosten zu minimieren.<sup>5</sup>

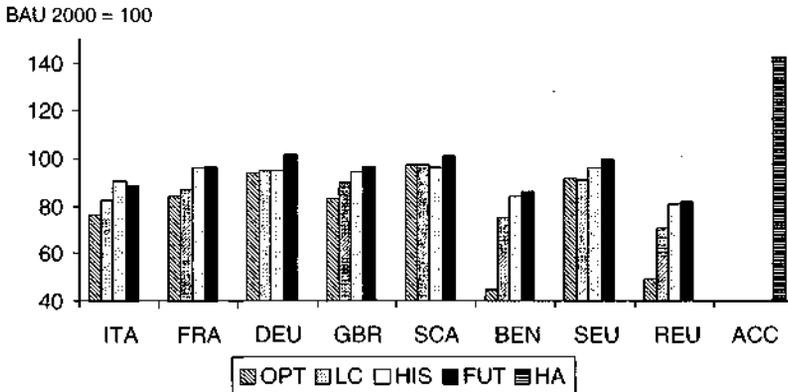
---

<sup>5</sup> Das OPT-Szenario wurde implementiert, indem zunächst ein alle Sektoren umfassender EU-weiter Emissionshandel simuliert wurde. Anschließend wurden in jedem Land den Sektoren außer-

Abbildung 2 zeigt die Zertifikatzuteilung der EHS-Sektoren in den einzelnen Ländern, die aus den einzelnen Zuteilungsmechanismen resultieren, verglichen zu den BAU-Emissionen im Jahr 2000. Ebenfalls aufgeführt ist die Allokation die einen EU-weiten, alle Sektoren umfassenden, Handel simulieren würde (OPT).

Abbildung 2:

Emissionsziele der EHS-Sektoren 2012, verglichen zu den BAU-Emissionen 2000



Man erkennt sofort, dass eine Minimierung der EU-Gesamtkosten in fast allen Ländern mit Abstand die niedrigste Emissionszuteilung für EHS-Sektoren impliziert. Auch eine unilaterale Kostenminimierung führt noch zu einer geringeren Emissionsallokation als die an historischen oder prognostizierten Emissionen ausgerichteten Zuteilungsmechanismen. Der Grund für beides ist, dass die Installationen innerhalb des EHS weit niedrigere Vermeidungskosten haben als die Sektoren außerhalb. Besonders niedrig ist die optimale Allokation in Ländern, in denen – auch durch hohes Emissionswachstum in den 90er Jahren – das Kyoto-Ziel nach dem Lastenausgleich die größten relativen Reduktionen impliziert, also vor allem in den Beneluxstaaten (BEN) sowie Irland und Österreich (REU). Hier verbleibt nach Abzug der optimalen Emissionszuteilung an die Sektoren außerhalb des EHS relativ am wenigsten für die EHS-Sektoren.

Da Kostenminimierung also eine überproportionale Vermeidung in den EHS-Sektoren impliziert, führt der historische Ansatz zu einer deutlich höheren Allokation in das EHS. Eine Ausnahme sind die skandinavischen Länder Dänemark, Finnland und Schweden (SCA). Auch in Deutschland ist der Unterschied nur gering. Beides resultiert aus der Wahl des Referenzjahres 2000. In früheren Jahren

halb des EHS die aus einem solchen Szenario resultierenden Emissionen und den EHS-Sektoren die im Rahmen der nationalen Kyoto-Verpflichtung verbleibenden Emissionsrechte zugeteilt.

hatten die EHS-Sektoren auch in diesen Ländern einen größeren Anteil an den Gesamtemissionen. Vorzeitige Vermeidungsmaßnahmen („early action“) spielen hier also eine größere Rolle als in den anderen Ländern. Im Prognoseansatz schließlich würden den EHS-Sektoren die meisten Emissionsrechte zugeteilt, vor allem da im BAU-Szenario die Emissionen dieser Sektoren schneller ansteigen als im Rest der Wirtschaft.

Betrachtet man vor diesem Hintergrund die Zertifikatzuteilungen, wie sie bis 2007 in den bislang bekannten Nationalen Allokationsplänen vorgesehen ist, so liegen diese bis auf in Großbritannien deutlich über den EHS-Emissionen im Jahr 2000 und damit sogar über der Allokation des Prognoseansatzes. In SCA und ITA (Italien) werden den EHS-Sektoren sogar mehr als die von DART prognostizierten Emissionen in 2012 zugeteilt. Lediglich in Großbritannien ist eine deutlichere Emissionsreduktion in den EHS-Sektoren vorgesehen, die aber auch noch oberhalb der kostenminimierenden Allokation liegt.

Eine weitere Unterscheidung zwischen den Szenarien muss für die osteuropäischen Beitrittsländer gemacht werden, also die Region ACC im DART-Modell. Diese Region hat ein Kyoto-Ziel, das bis 2012 eine Reduktion der Emissionen gegenüber 1990 um sieben Prozent beinhaltet. Das BAU-Szenario weist für 2012: 730 Mt CO<sub>2</sub> aus – dies liegt 18,5 Prozent unter dem Kyoto-Ziel. Damit verfügt ACC über überschüssige Emissionsrechte (Hot Air) in Höhe von ca. 165 Mt CO<sub>2</sub>. In den folgenden Politiksimulationen ignorieren wir in der Regel diese Hot Air und nehmen ein Emissionsziel der EHS-Sektoren von ACC in Höhe der BAU-Emissionen für 2012 an. Zum Vergleich simulieren wir allerdings ein Szenario (HA), indem alle Hot Air auf die EHS-Sektoren verteilt wird, und schließlich ein Szenario (EU-15), bei dem die Beitrittsländer nicht am Handel teilnehmen. Wir konzentrieren uns in beiden Fällen auf die „least cost“-Allokation aus Gründen, die im Folgenden noch deutlich werden.

### **Simulationsergebnisse**

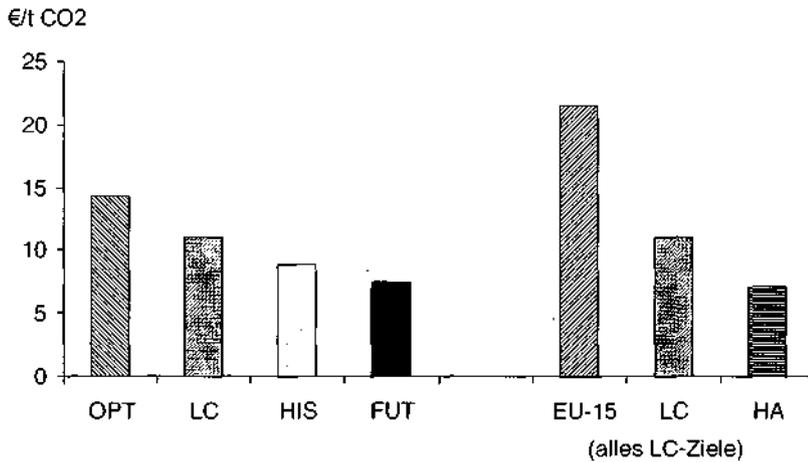
In diesem Abschnitt werden die Simulationsergebnisse der Politiksimulationen, die im letzten Abschnitt beschrieben wurden, vorgestellt und diskutiert. Alle Ergebnisse betreffen das Jahr 2012, wenn das EHS voll in Kraft ist und die Kyoto-Ziele nach dem Lastenausgleich erreicht sein müssen. Hierbei geht es zunächst um die Zertifikatpreise, anschließend um die Handelströme und schließlich um Wettbewerbs- und Wohlfahrtseffekte.

#### *Zertifikatpreise*

Eines der Hauptergebnisse des EHS, das dessen Allokationseffekte bestimmt, ist der EU-weit einheitliche Zertifikatpreis, also der Preis für CO<sub>2</sub>. Zur Zeit liegen die Prognosen zwischen 5 und 30 €/t CO<sub>2</sub>. In den Simulationen mit DART<sup>6</sup> beträgt der Preis im zentralen Kostenminimierungsszenario 11,1 €/t

<sup>6</sup> Gerechnet wurde mit dem Wechselkurs 1 €<sub>2000</sub> = 1,0971 USD<sub>1997</sub>, da DART mit Daten von 1997 arbeitet.

Abbildung 3:  
Zertifikatspreise 2012



CO<sub>2</sub> und variiert insgesamt zwischen 6,8 und 21,0 €/t CO<sub>2</sub>. Abbildung 3 zeigt die Zertifikatspreise in den verschiedenen Szenarien. Der erste Block betrifft die verschiedenen Allokationsmechanismen OPT, LC, HIS und FUT, die im letzten Abschnitt beschrieben wurden. Der zweite Block zeigt die Rolle der Beitrittsländer und vergleicht die Zertifikatspreise unter der hypothetischen Annahme eines Handels ohne die Beitrittsländer (EU-15) mit einem Szenario, in dem diese Länder teilnehmen, aber kein Hot Air zugelassen ist (LC), und schließlich mit einem Szenario, in dem die gesamte Hot Air der Beitrittsländer (HA) im EHS gehandelt wird.

Striktere Ziele für die EHS-Sektoren führen naturgemäß zu höheren Zertifikatspreisen. Als Resultat der laxen Emissionszuteilung unter dem Prognoseansatz (FUT) ergibt sich ein um fast 50 Prozent niedrigerer Zertifikatspreis als im Fall des Optimalszenarios OPT und ein um rund ein Drittel niedrigerer Preis als im unilateralen Kostenminimierungsszenario (LC). Auch die Wahl eines Basisjahrs kann deutliche Auswirkungen haben, wie ein Vergleich der Szenarien HIS mit Basisjahr 2000 und FUT mit Basisjahr 2012 zeigt. Abbildung 3 illustriert auch die wichtige Rolle der Beitrittsländer für das Emissionshandelssystem. Ein Handel zwischen den EU-Mitgliedstaaten vor dem 1. Mai 2004 (EU-15) würde (bei LC-Zielen) zu einem deutlich höheren Zertifikatspreis von 21 €/t CO<sub>2</sub> führen. Die niedrigen Vermeidungskosten der osteuropäischen Länder drücken diesen Preis auf rund 11 €/t CO<sub>2</sub>. Wenn zusätzlich die Hot Air der Beitrittsländer auf den Markt gebracht wird, fällt der Zertifikatspreis bei LC-Zielen auf etwas unter 7 €/t CO<sub>2</sub>.

Der Zertifikatspreis ist allerdings nur eine Seite der Vermeidungskosten. Auf der anderen Seite steht die Steuer, die außerhalb des EHS in den unterschiedlichen Szenarien erhoben werden muss, um die Emissionsziele zu erreichen.

Abbildung 4:

Emissionsgewichtete durchschnittliche Steuersätze außerhalb des EHS, verglichen zum Zertifikatspreis 2012

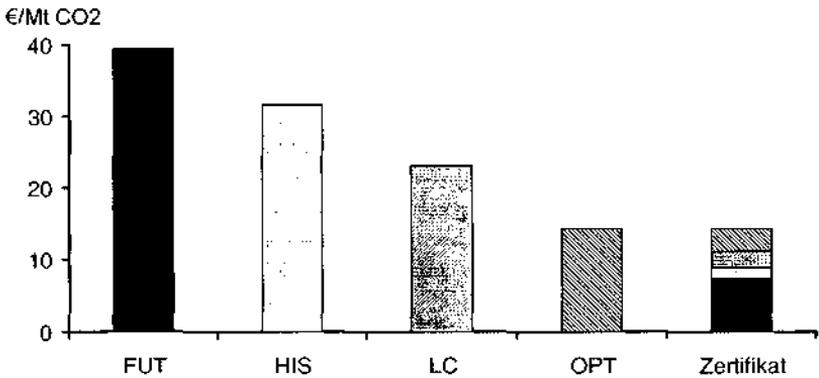


Abbildung 4 zeigt diese emissionsgewichtete durchschnittliche Steuer und vergleicht sie mit dem Zertifikatspreis. Das Prognoseszenario (FUT) basiert auf den erwarteten BAU-Emissionen im Jahr 2012. Da die Vermeidungskostenfunktionen der Sektoren außerhalb des EHS deutlich steiler als die der EHS-Sektoren sind, korrespondiert der Zertifikatspreis von 7 €/t CO<sub>2</sub> mit einer durchschnittlichen Emissionssteuer außerhalb des EHS von fast 40 €/t CO<sub>2</sub>. Entsprechend korrespondiert bei Wahl des Basisjahres 2000 ein Zertifikatspreis von 9 €/t CO<sub>2</sub> mit einem durchschnittlichen Steuersatz von 32 €/t CO<sub>2</sub>. In beiden Fällen basiert die Allokation nicht auf den Vermeidungskosten, sondern nur auf den aktuellen oder erwarteten Emissionen. Im Fall des LC-Szenarios zeigt der Vergleich zwischen durchschnittlicher Steuer und Zertifikatspreis den Effizienzgewinn des Emissionshandels, da die Referenzsituation ein unilateral effizientes Vermeidungsszenario war. Die Differenz zwischen dem Zertifikatspreis von 11 €/t CO<sub>2</sub> und der Steuer außerhalb des EHS von durchschnittlich 23 €/t CO<sub>2</sub> ist ein Maß für die Kostenreduzierung durch den internationalen CO<sub>2</sub>-Handel. Tatsache ist, dass diese Zahlen die Einsparungen sogar unterschätzen, da es sehr unwahrscheinlich ist, dass die Emissionsreduktionen außerhalb des EHS effizient durch eine Emissionssteuer erreicht werden. Bei weniger effizienten Maßnahmen ist die implizite Steuer zur Erreichung der Emissionsziele sogar noch höher und vergrößert die Divergenz der Vermeidungskosten. Erkennbar wird schließlich auch, dass eine optimale Allokation (OPT-Szenario) zu einer vollständigen Angleichung sämtlicher Vermeidungskosten in der EU führen würde.

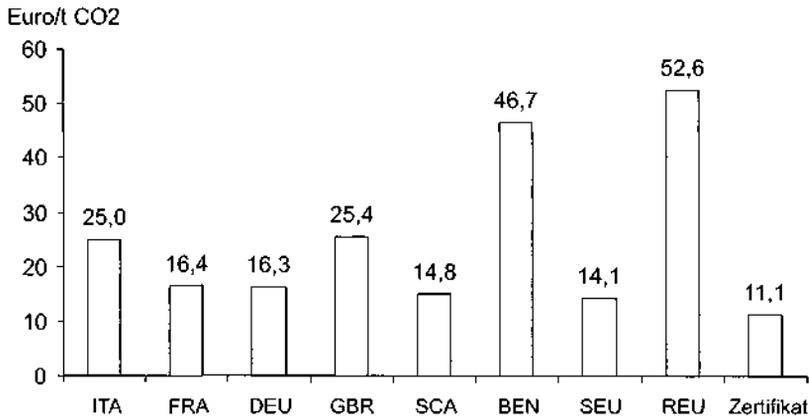
Die Simulationen haben also gezeigt, dass die Zertifikatzuteilung nicht nur für die Zertifikatspreise relevant ist, sondern vor allem auch für die Vermeidungskosten, die die Sektoren außerhalb des EHS zu tragen haben. Abgesehen von dem eher akademischen OPT-Szenario besteht in allen Szenarien der starke Anreiz

für die Sektoren, außerhalb des EHS am Handelssystem teilzunehmen, da die Zertifikatpreise weit unter den Vermeidungskosten liegen.

### Handel mit Zertifikaten

Vermeidungskosten für CO<sub>2</sub> variieren nicht nur innerhalb eines Landes, sondern in noch größerem Maße zwischen Ländern. In Abbildung 5 ist zu erkennen, dass es vier Gruppen von Ländern mit sehr unterschiedlichen Vermeidungskosten zur Erreichung der EU-Kyoto-Ziele ohne Emissionshandel gibt. Die höchsten Kosten haben die Beneluxländer (BEN) sowie Irland und Österreich (REU) mit rund 50 €/t CO<sub>2</sub>. In Italien (ITA) und Großbritannien (GBR) liegen die Vermeidungskosten bei rund 25 €/t CO<sub>2</sub>, während sie in den anderen westeuropäischen Ländern zwischen 14 und 16 €/t CO<sub>2</sub> betragen. In den Beitrittsländern schließlich sind die Kosten definitionsgemäß null, da diese Länder bis 2012 keine bindenden CO<sub>2</sub>-Ziele haben. Insgesamt resultieren die Unterschiede aus einer Mischung verschiedener Faktoren, zu denen das Emissionsziel relativ zu den BAU-Emissionen, das Vorhandensein kostengünstiger Vermeidungsmaßnahmen und die verfügbare Hot Air zählen.

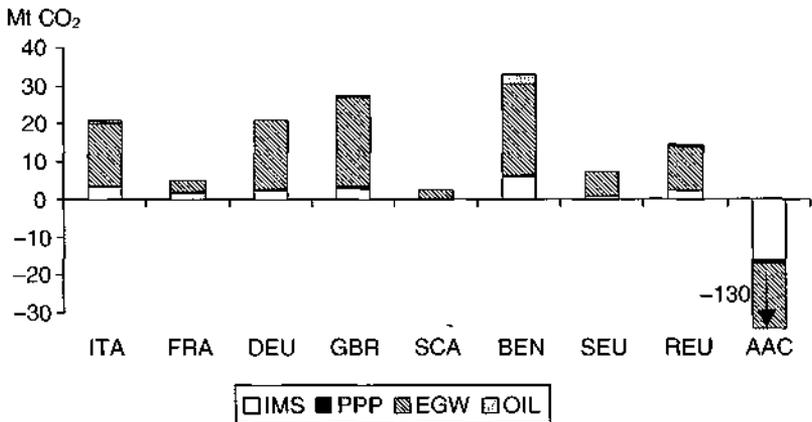
Abbildung 5:  
CO<sub>2</sub>-Steuern bei unilateraler Vermeidung 2012



Bei der Betrachtung der Zertifikatströme innerhalb des EHS zeigt sich, dass das europäische System sehr einseitig ist: Die Beitrittsländer exportieren Zertifikate in alle anderen Mitgliedstaaten. Abbildung 6 illustriert die Menge der im EHS gehandelter Zertifikate. Die einzigen Nettoexporteure sind die Beitrittsländer (ACC). Die Gesamtmenge an verfügbaren Zertifikaten im zentralen EHS-Szenario mit LC-Emissionszuteilung und ohne Hot Air beträgt 1 620 Mt CO<sub>2</sub>. Hiervon werden 139 Mt CO<sub>2</sub> aus ACC exportiert, d.h., der Nettohandel beträgt ca. acht Prozent der gesamten Emissionen im EHS.

Abbildung 6:

Nettozertifikatströme im Emissionshandelssystem 2012 (Szenario LC)



Die Beitrittsländer verfügen entsprechend ihrer BAU-Emissionen über 480 Mt CO<sub>2</sub> von denen sie 27 Prozent exportieren. Diese Exporte gehen vor allem in die Länder mit hohen absoluten Emissionen, d.h. nach Deutschland, Großbritannien und Italien, aber auch in die Beneluxstaaten. Relativ zur nationalen Ausstattung sind Österreich und Irland zusammengenommen (REU) die größten Importeure mit Importen in Höhe von 33 Prozent der benötigten Zertifikate. Es folgen die Beneluxländer (BEN) mit einem Importanteil von 27 Prozent. Im Vergleich dazu importieren Deutschland und Frankreich nur rund 6 Prozent der Zertifikate und die skandinavischen EU-Mitgliedsstaaten (SCA) und Südeuropa (SEU) sogar nur je rund 3,5 Prozent.

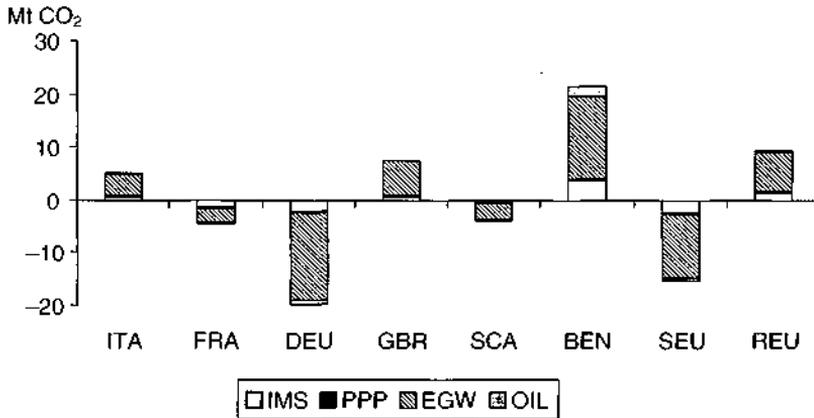
Abbildung 6 zeigt auch, dass der Zertifikathandel vom Elektrizitätssektor dominiert wird. Mit Ausnahme von Frankreich, wo ein Großteil der Elektrizität mithilfe von fast emissionsfreier Atomkraft produziert wird, stammen mehr als 75 Prozent der Exporte und Importe aus dem Elektrizitätssektor bzw. gehen dorthin. Der verbleibende Anteil wird von der Eisen-, Metall- und Stahlindustrie inklusive der Zementindustrie (IMS) dominiert. Die Raffinerieölprodukte (OIL) und die Papier- und Zellstoffindustrie (PPP) sind von ihrem Handelsvolumen fast vernachlässigbar.

Da es viele Spekulationen darüber gegeben hat, wie die Handelsstruktur ohne die Beitrittsländer aussehen würde, wurde mit DART auch ein solches Szenario gerechnet. Abbildung 7 zeigt diesen Fall für eine Allokation nach LC-Zielen. Da die kostengünstigen Vermeidungsmaßnahmen der osteuropäischen Länder nicht mehr zur Verfügung stehen, wird die Ländergruppe mit vergleichsweise niedrigen Vermeidungskosten (Frankreich, Deutschland, Spanien, Portugal, Griechenland, Dänemark, Finnland, Schweden) zu Exporteuren, wobei die meisten Emissionen aus Deutschland und Südeuropa (ohne Italien) stammen. Die größten Importeure sind die Beneluxländer. Der restringierte EU-15-Emissionshandel

senkt die Grenzvermeidungskosten von durchschnittlich 23 €/t CO<sub>2</sub> im Nicht-handelsfall auf 21 €/t CO<sub>2</sub>. Die Differenz von zwei Euro ist quasi ein Maß für den Effizienzgewinn des EHS. Im Gegensatz dazu liegt der Zertifikatpreis im vollen EHS inklusive der Beitrittsländer bei nur 11 €/t CO<sub>2</sub>. Dies verdeutlicht den enormen Effizienzgewinn der durch die Einbeziehung der ACC-Länder hervorgerufen wird.

Abbildung 7:

Nettozertifikatströme im EU-15-Emissionshandel ohne die Beitrittsländer 2012



Diese Ergebnisse sind allerdings teilweise sehr sensitiv gegenüber der Emissionsziele in den EU-15-Ländern. Erhöht man beispielsweise die Gesamtallokation von Emissionsrechten auf die historische Allokation, so sinkt der Zertifikatpreis im EU-15-Szenario auf 16,4 € und liegt damit geringfügig über den unilateralen Vermeidungskosten in Deutschland (vgl. Abbildung 5). Als Ergebnis exportiert Deutschland kaum noch Zertifikate.

### Wettbewerbseffekte

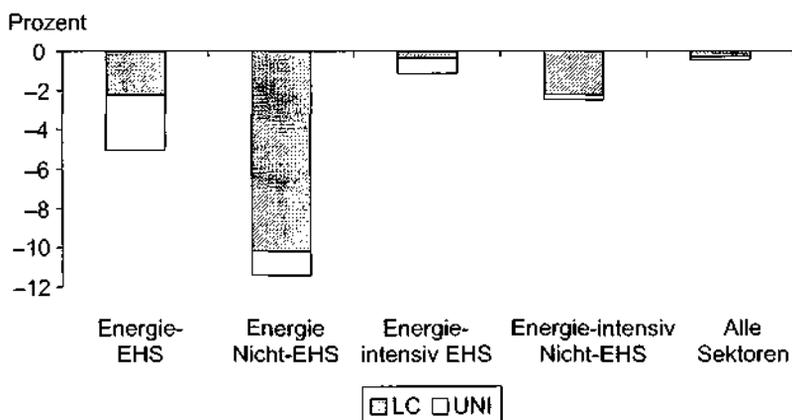
Eines der Hauptbedenken der Politiker und der Industrie in Bezug auf das EHS ist die Furcht vor negativen Wettbewerbseffekten für die betroffenen Sektoren. In diesem Zusammenhang sind drei Punkte relevant. Erstens muss klar sein, dass jegliche Wettbewerbseffekte nicht das Ergebnis des Emissionshandelssystems sind, sondern aus den Emissionsrestriktionen des Kyoto-Protokolls resultieren. Das EHS trägt vielmehr dazu bei, die negativen Effekte der Zielerreichung, verglichen zu unilateralen Maßnahmen, zu senken (vgl. den vorangegangenen und den folgenden Abschnitt). Zweitens zeigen die Simulationsergebnisse, dass die Wettbewerbseffekte des EHS und der Kyoto-Ziele im Großen und Ganzen sehr klein sind. Drittens schließlich ist es nicht richtig, dass die Wettbewerbsfähigkeit

der am EHS teilnehmenden Sektoren mehr betroffen ist als die Wettbewerbsfähigkeit der Sektoren außerhalb des EHS.

Die zwischenstaatlichen CO<sub>2</sub>-Zertifikatströme von den Beitrittsländern in den Westen Europas lassen vermuten, dass das EHS in erster Linie dazu führt, dass die energieintensiven Installationen innerhalb des EHS ihre Emissionen und damit auch ihre Produktion in geringerem Maße reduzieren, als in einem Szenario mit unilateralen Reduktionsmaßnahmen (UNI), in dem die EU-Klimaziele unabhängig von einander in jedem EU-Mitgliedsstaat erreicht werden müssen. Simulationen mit dem DART-Modell zeigen, dass dies in der Tat der Fall ist und sich dies auch positiv auf die Sektoren außerhalb des EHS auswirkt. Abbildung 8 zeigt den Produktionseffekt der EU-Kyoto-Ziele nach Lastenausgleich für die importierenden EU-15-Staaten und für ausgewählte Sektoren. Dies sind die Energiesektoren im EHS – Raffinerieölprodukte (OIL) und Elektrizität (EGW) –, die Energiesektoren außerhalb des EHS – Kohlegewinnung (COL) und Gasproduktion und -verteilung (GAS) –, die energieintensiven Sektoren im EHS – Eisen-, Metall- und Stahl- sowie Zementindustrie (IMS) und Papier- und Zellstoffindustrie (PPP) – sowie die energieintensiven Sektoren außerhalb des EHS – Chemische Industrie (CEP) und Verkehrssektor (MOB). Die nichtenergieintensiven Sektoren außerhalb des EHS (AGR, TRN, OTH) (vgl. Tabelle 2) sind aufgrund vernachlässigbarer Produktionsänderungen nicht dargestellt. In Abbildung 8 werden die Produktionsrückgänge im LC-Szenario durch die dunkelgrauen Balken dargestellt, während die Rückgänge unter UNI die Summe der dunkelgrauen und weißen Balken sind. Die weißen Balken zeigen also den Produktionsrückgang, der durch das EHS vermieden werden kann.

Abbildung 8:

Sektorale Produktionsrückgänge in den EU-15-Staaten in Relation zu BAU 2012



Besonders erwähnenswert ist das Ergebnis, dass im Vergleich zu einem unilateralen KlimapolitikszENARIO alle energieintensiven Sektoren deutlich vom EHS

profitieren. Natürlich ist der Einsparungseffekt bei den EHS-Sektoren am stärksten. Die EHS-Sektoren können ihre Kosten um mehr als 50 Prozent reduzieren. Diese Einsparungen übertragen sich aber in geringerem Maße auch auf die anderen energieintensiven Sektoren außerhalb des EHS.

Abbildung 8 zeigt auch, dass sich die Gesamtproduktion in den EU-15-Staaten nur um 0,3 Prozent verringert. Betrachtet man die Verluste in den einzelnen Mitgliedstaaten, so betragen diese in allen Nichtenergiesektoren weniger als zwei Prozent. In den energieintensiven Sektoren außerhalb des EHS (chemische Industrie und Verkehrssektor) ragen zwei Ausnahmen heraus. Dies sind die Beneluxstaaten (BEN) sowie Österreich und Irland (REU). Hier erreichen die Produktionsverluste 11 bzw. fünf Prozent. Der Grund ist in der vergleichsweise hohen Energieintensität dieser Sektoren zu sehen. In der chemischen Industrie in den Beneluxländern spielt beispielsweise die emissionsintensive Düngemittelproduktion eine große Rolle.

In den Energiesektoren sind die Produktionsverluste naturgemäß höher – unabhängig davon, ob diese Sektoren am EHS teilnehmen oder nicht. Die CO<sub>2</sub>-Restriktion reduziert direkt die Nachfrage nach fossiler Energie und damit die Produktion in diesen Förderindustrien. Hinzu kommt, dass Kohle der CO<sub>2</sub>-intensivste fossile Energieträger ist, der bei Emissionsrestriktionen durch Energieträger mit niedrigerem CO<sub>2</sub>-Anteil substituiert wird.

Schließlich zeigt Abbildung 8, dass die Sektoren, die am EHS teilnehmen, deutlich vom EHS profitieren und weniger unter der Klimapolitik leiden als die Sektoren außerhalb des EHS. Hierfür gibt es drei Gründe:

- Wettbewerbseffekte hängen davon ab, wieweit ein Sektor dem Weltmarkt ausgesetzt ist. Einige der Sektoren, wie die chemische Industrie, die dem Weltmarkt am meisten ausgesetzt sind, nehmen nicht am EHS teil. Die detaillierten sektoralen Daten zeigen in der Tat, dass im unilateralen Szenario der chemische Sektor mehr leidet als die IMS- und PPP-Sektoren, die am EHS teilnehmen.
- Die Sektoren, die nicht am EHS teilnehmen, werden indirekt auch durch die Emissionsrestriktionen des EHS beeinflusst. Peterson (2003) zeigt, dass diese indirekten Effekte, die von Änderungen der Bruttoenergiepreise und der Energienachfrage sowie von Änderungen der Preise für Vorprodukte herühren, in einigen Fällen sogar die direkten Effekte des EHS oder anderen Klimapolitiken dominieren können.
- Um die Kyoto-Ziele zu erreichen, sind deutliche Emissionsreduktionen auch außerhalb des EHS erforderlich. Die Steuern, die mit diesen Reduktionen korrespondieren, sind erheblich höher als die Zertifikatpreise. Folglich sind die Sektoren außerhalb des EHS deutlich stärker betroffen als die Sektoren, die am EHS teilnehmen.

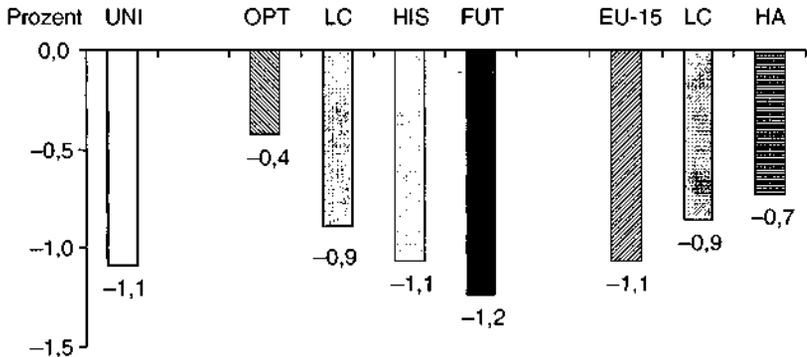
Zu guter Letzt ist anzumerken, dass die Stärke der Effekte zwischen den einzelnen EU Mitgliedsstaaten variiert. Ein Grund können Unterschiede in der Energieintensität (wie zum Beispiel für die chemische Industrie in den Beneluxstaaten erläutert) sein. Details hierzu finden sich ebenfalls in Peterson (2003). Die Hauptgründe jedoch werden im nächsten Abschnitt diskutiert.

### Wohlfahrtskosten verschiedener EU-Klimastrategien

Das Hauptziel des EU-Emissionshandelssystems ist es, die Wohlfahrtskosten der europäischen Emissionsziele zu reduzieren. Abbildung 9 zeigt die aggregierten EU-Wohlfahrtsänderungen gegenüber dem BAU-Szenario bei unterschiedlichen Allokationsszenarien im EHS und bei unilateralen Emissionsreduktionen durch länderspezifische CO<sub>2</sub>-Steuern (UNI).

Abbildung 9:

Wohlfahrtsverluste in Relation zu BAU 2012



Zunächst ist zu erkennen, dass ein optimal ausgestaltetes EHS tatsächlich zu Kosteneinsparungen führt. Während die EU im Durchschnitt 1,1 Prozent an Wohlfahrt bei unilateralen Maßnahmen verliert, reduziert sich dies im LC-Szenario auf 0,9 Prozent. Im besten Fall (OPT) müsste nur eine Reduktion von 0,4 Prozent hingenommen werden. Ein wichtiges Ergebnis der Simulationen ist allerdings, dass Kostenreduktionen nur dann realisiert werden können, wenn die Emissionsallokation sich an den Vermeidungskosten orientiert. Vergleicht man die Wohlfahrtskosten der unilateralen Maßnahmen mit den beiden Handelsszenarien, die auf historischen oder prognostizierten Emissionsanteilen basieren, so ergeben sich keine Wohlfahrtsgewinne. Offensichtlich werden hier die Wohlfahrtsgewinne durch das EHS von den Verzerrungen durch die unterschiedlichen Vermeidungskosten zwischen den EHS-Sektoren und den Sektoren außerhalb des EHS aufgezehrt. Diese Verzerrungen sind im unilateralen Szenario nicht vorhanden, da dieses unter der (zugegebenermaßen unrealistischen Annahme) einer uniformen nationalen CO<sub>2</sub>-Steuer generiert wurde. Nichtsdestoweniger zeigen die Ergebnisse, dass verzerrende Allokationspläne schnell die Kosteneinsparungen eines EHS zunichte machen können.

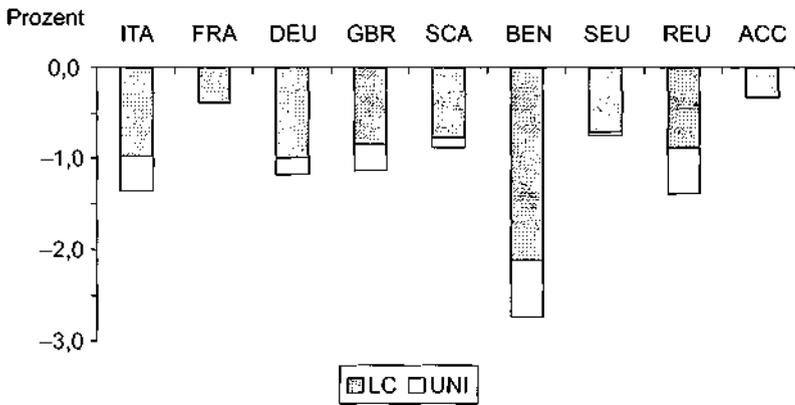
Abbildung 9 zeigt auch, dass das EHS ohne die billigen Vermeidungsoptionen in Osteuropa de facto nicht zu Effizienzgewinnen führt. Erneut werden die Wohlfahrtsgewinne des Emissionshandels durch die Verzerrungen, die aus den Unterschieden in den Vermeidungskosten innerhalb und außerhalb des EHS

resultieren, aufgezehrt. Wenn allerdings Hot Air ins EHS fließt, reduzieren sich die Wohlfahrtsverluste auf 0,7 Prozent. Ein wesentlicher Grund dafür ist die nun gestiegene Menge an insgesamt verfügbaren Emissionsrechten.

Wendet man sich den ökonomischen Kosten in den einzelnen EU-Mitgliedsstaaten zu, so können diese erheblich variieren. Abbildung 10 zeigt die Wohlfahrtsänderungen in den einzelnen Ländern und Ländergruppen für das UNI- und das LC-Szenario. Erneut werden die Wohlfahrtskosten des LC-Szenarios durch die dunkelgrauen Balken repräsentiert. Die Wohlfahrtskosten des UNI-Szenarios sind die Summe der dunkelgrauen und weißen Balken.

Abbildung 10:

Wohlfahrtsverluste bei LC-Allokation und unter unilateralen Reduktionen (UNI) in Relation zu BAU 2012



Abgesehen von Frankreich und den südeuropäischen Ländern (SEU) ohne Italien profitieren alle Länder vom Import der Zertifikate verglichen mit einem Szenario ohne Emissionshandel. Wie sehr ein Land profitiert, hängt von zwei Faktoren ab:

- von der Höhe des nationalen Kyoto-Ziels gegenüber den BAU-Emissionen und
- von der Differenz in den Vermeidungskosten zwischen den Mitgliedsstaaten.

Beide Faktoren werden durch die implizite CO<sub>2</sub>-Steuer illustriert, die nötig ist, um die Kyoto-Ziele im Alleingang zu erreichen (vgl. Abbildung 5). Die größten Gewinne aus dem EHS verzeichnen die Beneluxländer (BEN) und Österreich und Irland (REU), da hier die Differenz zwischen unilateralen Vermeidungskosten und Zertifikatpreis am größten ist. Frankreich dagegen gewinnt nicht durch ein Emissionshandelssystem, obwohl es die gleichen unilateralen CO<sub>2</sub>-Steuern benötigt wie Deutschland, das seine Wohlfahrtskosten von 1,2 auf 1,0 Prozent senken kann. Die Erklärung hierfür ist, dass Frankreich aufgrund der niedrigen

Emissionsintensität in der Elektrizitätsproduktion kaum mit Zertifikaten handelt. Da die meisten Emissionsreduktionen außerhalb stattfinden müssen, kann Frankreich nicht vom EHS profitieren.

Einen Spezialfall stellen auch die osteuropäischen Beitrittsländer dar. Überraschenderweise verlieren sie im Vergleich zum BAU-Szenario um 0,4 Prozent an Wohlfahrt, obwohl sie ihre Emissionen nicht reduzieren müssen und Emissionszertifikate im großen Stil verkaufen können. Das Einkommen aus den Zertifikatexporten stellt den Gewinn durch das EHS dar. Dadurch allerdings, dass auf der anderen Seite Osteuropa dem Emissionshandel beitrifft, müssen auch die EHS-Sektoren in diesen Ländern den Preis für Zertifikate zahlen. Dies verringert die Wettbewerbsvorteile und äußert sich in den Simulationen durch niedrigere Produktion und niedrigere Exporte vor allem der energieintensiven Eisen-, Metall- und Stahlindustrie (IMS), die traditionell einen komparativen Vorteil auf dem Weltmarkt hat. Auch die Sektoren außerhalb des EHS sind indirekt durch höhere Preise für Energie und Vorprodukte negativ betroffen. Durch den Vergleich der Wohlfahrtsverluste in ACC im EHS und im unilateralen Reduktionsszenario (UNI) lassen sich diese Effekte identifizieren. Im UNI-Szenario gewinnt die ACC-Region 0,1 Prozent an Wohlfahrt. ACC exportiert hier energieintensive Produkte in den Rest der EU, da dort die Produktionskosten inklusive der CO<sub>2</sub>-Steuer mehr als in den Beitrittsländern steigen. Die Einführung des EHS führt auch in den EHS-Sektoren in ACC zu einem Preis für CO<sub>2</sub>, so dass sich dieser komparative Vorteil der energieintensiven Sektoren reduziert. Der negative Handelseffekt kann durch das Einkommen aus den Zertifikatverkäufen nicht vollständig kompensiert werden. Wenn allerdings die Beitrittsländer einen Teil der Hot Air dem Markt zuführen, sinkt der Zertifikatpreis. Dies verringert die Last der EHS-Sektoren und erhöht gleichzeitig das Einkommen aus dem Zertifikatexport. Simulationen mit DART zeigen, dass sich bereits bei einem Angebot von 25 Prozent der verfügbaren Hot Air der Wohlfahrtverlust auf null reduziert. Größere Mengen an Hot Air führen zu Wohlfahrtsgewinnen für die Beitrittsländer von bis zu 0,8 Prozent gegenüber BAU.

Interessant sind schließlich auch die Wohlfahrtsverluste im optimalen Szenario (OPT), die hier nicht disaggregiert aufgeführt sind. In diesem Szenario stellen sich alle Länder(-gruppen) besser als im LC-Szenario. Auch die Beneluxstaaten sowie Irland und Österreich, für die dieses Szenario sehr strikte Emissionsziele für die EHS Sektoren impliziert (vgl. Abbildung 2), können profitieren. Die Beitrittsländer verzeichnen in diesem Szenario einen Wohlfahrtsgewinn gegenüber BAU von 1,4 Prozent.

### **Zusammenfassung und Schlussfolgerungen**

Das im Mai 2005 beginnende Europäische Emissionshandelssystem (EHS) für CO<sub>2</sub> ruft sehr unterschiedliche Reaktionen hervor. Befürworter sehen im EHS einen Weg, die Kosten der europäischen Kyoto-Ziele zu minimieren. Gegner, zu denen einige Politiker und die Industrie zählen, fürchten negative Wettbewerbseffekte für die betroffenen Sektoren. Beide Positionen basieren bislang mehr auf Spekulationen als auf stichhaltigen Modellergebnissen. Tatsächlich sind

die möglichen Auswirkungen des EHS schwierig vorherzusagen, solange die Nationalen Allokationspläne der EU-Mitgliedsstaaten nicht vollständig feststehen. In diesem Artikel wurde das DART-Modell eingesetzt, um das EHS unter verschiedenen möglichen Allokationsplänen zu simulieren. Die Ergebnisse zeigen neue Einzelheiten über die wahrscheinlichen Zertifikatpreise, Zertifikatströme sowie über Kosteneinsparungspotentiale und Wettbewerbseffekte, die erheblich zwischen verschiedenen Zuteilungsmechanismen variieren können.

Das erste überraschende Ergebnis ist, dass die Beitrittsländer die einzigen Nettoverkäufer von Zertifikate sein werden, und dies ohne die Einbeziehung von Hot Air. Die dortigen kostengünstigen Vermeidungsmöglichkeiten reduzieren die Kosten des europäischen Kyoto-Ziels erheblich. Dies spiegelt sich beispielsweise in der Differenz zwischen dem Zertifikatpreis (im Jahr 2012, wenn das EHS voll in Kraft ist) von 11 €/t CO<sub>2</sub> bei Beteiligung der Beitrittsländer am EHS und dem Zertifikatpreis von 21 €/t CO<sub>2</sub> ohne ihre Teilnahme am EHS wider.

Das zweite Hauptergebnis betrifft die Aufteilung der Kosten der Kyoto-Ziele zwischen den Sektoren, die am EHS teilnehmen, und den Sektoren, die dies nicht tun. Bei gegebenen Kyoto-Zielen bestimmt der Anteil der Emissionen, die dem EHS zugeteilt werden, automatisch die Emissionsreduktionen, die außerhalb des EHS erreicht werden müssen. Die optimale, kostenminimierende Allokation wäre diejenige, die die Grenzvermeidungskosten europaweit angleicht. Dies impliziert in allen EU-Mitgliedsstaaten überproportionale Emissionsreduktionen in den EHS-Sektoren. Auf jeden Fall hängen die Effizienzgewinne des EHS stark von den Nationalen Allokationsplänen ab, die die beschränkten Emissionen auf die EHS-Sektoren und die Sektoren außerhalb des EHS aufteilen. Falls die Allokationspläne nicht auf den Vermeidungskosten basieren, sondern sich nach historischen oder prognostizierten Emissionen richten, werden die Effizienzgewinne vollständig von den so entstehenden Verzerrungen zwischen den EHS-Sektoren und den Sektoren außerhalb des EHS aufgezehrt. Insbesondere zeigen die Simulationen, dass solche Allokationsmethoden generell zu einer höheren Zertifikatzuteilung führen als eine Allokation, die sich an den Vermeidungskosten orientiert. Dies führt entsprechend zu niedrigeren Zertifikatpreisen (7 €/t CO<sub>2</sub> statt optimal 14 €/t CO<sub>2</sub>), aber auch zu höheren Steuern in den Sektoren außerhalb des EHS (durchschnittlich 39 €/t CO<sub>2</sub> statt optimal 14 €/t CO<sub>2</sub>). Im Ergebnis führt das EHS unter dem historischen Ansatz und unter prognostizierten Emissionsanteilen nicht zu Wohlfahrtsgewinnen. Nur eine an den Vermeidungskosten orientierte Allokation steigert die Effizienz und generiert Wohlfahrtsgewinne. Diese Simulationsergebnisse basieren auf der Annahme einer effizienten Klimapolitik in den Sektoren außerhalb des EHS. Wenn, wie zu erwarten ist, die vorhandenen ineffizienten Instrumente verschärft werden, statt sie durch effizientere zu ersetzen, wachsen die verzerrenden Effekte sogar noch und begrenzen den positiven Beitrag des EHS für die Wohlfahrt in noch größerem Maße. Dies allerdings liegt nicht an dem EHS, sondern daran, dass dies nicht mehr Sektoren umfasst.

Vor diesem Hintergrund sind die bislang veröffentlichten Nationalen Allokationspläne kritisch zu betrachten. Statt die niedrigen Vermeidungskosten der

EHS-Sektoren zu berücksichtigen, und dem EHS entsprechend wenige Zertifikate zuzuteilen, orientieren sich die Allokationspläne an den tatsächlichen Emissionen. Dabei werden teilweise keinerlei Einsparungen gegenüber den angenommenen BAU-Emissionen verlangt und alle Reduktionen, soweit nicht Rechte durch CDM oder JI zugekauft werden sollen, auf die Nicht-EHS-Sektoren verschoben. Um eine Kostenreduktion zu erreichen, muss spätestens in der zweiten Handelsperiode von 2008–2012 eine Umkehr erfolgen.

Was die Angst vor negativen Wettbewerbseffekte betrifft, die dazu geführt hat, dass die ersten Nationalen Allokationspläne den EHS-Sektoren übermäßig viele Rechte zuteilen, sollte zunächst klar sein, dass es nicht das EHS ist, das neue Restriktionen auferlegt, sondern das Kyoto-Ziel selbst. Das EHS ist nur ein Mittel, um dieses Ziel zu erreichen. Wenn das EHS in ganz Europa eingeführt würde und alle Sektoren umfasst, würde es erhebliche Wohlfahrtsgewinne gegenüber einer Situation implizieren, in der die nationalen Ziele unilateral erreicht werden. Auch wenn dies nicht der Fall ist, so ist es bei einer an den Vermeidungskosten orientierten Allokation dennoch möglich, Wohlfahrtsverluste zu vermeiden. Ein hervorzuhobendes Ergebnis der Simulationsstudien ist, dass in der Tat alle Sektoren vom EHS profitieren – nicht nur diejenigen, die am EHS teilnehmen. Hinzu kommt, dass die Wettbewerbseffekte der Kyoto-Ziele mithilfe des EHS sehr klein gehalten werden können. In unseren Simulationen verringert sich die Gesamtproduktion in Europa um weniger als 0,5 Prozent gegenüber dem Business-as-usual-Referenzszenario. Der Produktionsrückgang in den Nichtenergiesektoren beträgt weniger als 2 Prozent. Nur die (fossilen) Energiesektoren müssen naturgemäß größere Verluste hinnehmen. Zu guter Letzt ist es schlicht falsch, dass die Wettbewerbsfähigkeit der EHS-Sektoren mehr leidet als die der Sektoren außerhalb. Das Gegenteil ist richtig und die EHS-Sektoren profitieren erheblich von den kostengünstigen Vermeidungsoptionen in den Beitrittsländern. Der Gewinn spiegelt sich in der Differenz zwischen dem Zertifikatpreis von 11 €/t CO<sub>2</sub> im EHS und der durchschnittlichen Steuer außerhalb des EHS von 23 €/t CO<sub>2</sub> wider.

## Summary

The upcoming European Emissions Trading Scheme (ETS) is a very controversial climate policy instrument. Its impact and performance depend to a large extent on the National Allocation Plans (NAPs) that are not finally settled. In this paper, we analyse a range of likely macro allocations to the ETS sectors using the simulation model DART. The analysis of the simulation results highlights interesting details about allowances prices and allowance trade flows between Member States as well as about potential cost savings and competitiveness effects. There are three main results. The first is, that cost savings can only be achieved if the allowance allocation to the ETS sectors accounts for the fact that CO<sub>2</sub> abatement is most costly in the sectors outside the ETS. This implies that relatively few allowances should be allocated to the ETS sectors. A more generous allocation as for example envisaged in the NAPs released so far would increase the overall costs of reaching the Kyoto targets. The second result is that the cheap abatement opportunities

in the accession countries contribute substantially to the cost savings of the ETS. These countries also turn out to be the only net exporters of allowances. Finally, the simulation results show that the overall competitiveness effects of the ETS are quite small.

## Literatur

- Böhringer, C. (2002). Industry-level Emission Trading between Power Producers in the EU. *Applied Economics* 34 (4): 523–533.
- Capros, P., and L. Mantzos (2000). The Economic Effects of Industry-Level Emission Trading to Reduce Greenhouse Gases. Report to DG Environment. Athen.
- Capros, P., L. Mantzos, M. Vaino, and P. Zapfel (2002). Economic Efficiency of Cross-sectoral Emissions Trading in CO<sub>2</sub> in the European Union. In Johan Albrecht (Hrsg.) *Instruments for Climate Policy*. Athen.
- Dimaranan, B. V., and R. A. McDougall (2002). *Global Trade, Assistance, and Production: The GTAP 5 Data Base*. Center for Global Trade Analysis, Purdue University, West Lafayette, Ind.
- EIA (Energy Information Administration) (2002). *International Energy Outlook 2002*. Washington D.C.
- Europäische Kommission (2003). The EU Emissions Trading Scheme: How to Develop a National Allocation Plan. Non-paper of the 2nd meeting of Working Group 3, Monitoring Mechanism Committee, Directorate General Environment, 1 April. Brüssel.
- Europäische Union (2003). Directive 2003/87/EC of the European Parliament and the Council of 13 October 2003 establishing a scheme for greenhouse gas emission allowance trading within the Community and amending Council Directive 96/61/EC. Brüssel.
- EEA (European Environmental Agency) (2003). Greenhouse gas emission projections for Europe. Technical Report No 77. Kopenhagen.
- Gagelmann, F., and B. Hansjürgens (2002). Climate Protection through Tradable Permits: The EU Proposal for an Emissions Trading System in Europe. *European Environment* 12(4):185–202.
- Klepper, G., S. Peterson, and K. Springer (2003). DART97: A Description of the Multi-regional, Multi-sectoral Trade Model for the Analysis of Climate Policies. Kiel Working Papers, 1149. Kiel Institute for World Economics, Kiel.
- Peterson, S. (2003). The EU Emissions Trading Scheme and its Competitiveness Effects for European Business – Results from the CGE Model DART. Paper presented at the Joint Research Workshop „Business and Emissions Trading“, 11–14 November 2003. Wittenberg. Via Internet (April 2004) <[http://www.ifw-kiel.de/forschung/dart/peterson\\_paper.pdf](http://www.ifw-kiel.de/forschung/dart/peterson_paper.pdf)>.
- Springer, K. (2002). *Climate Policy in a Globalizing World: A CGE Model with Capital Mobility and Trade*. Kieler Studien 320. Berlin.