Interdisciplinary Research on Climate Change Mitigation and Adaptation

Discussion Paper 03/2011

Treibhausgasmärkte effizient gestalten!

Ein Anforderungsprofil ökonomisch ambitionierter Emissionshandelssysteme

Sven Rudolph

UNIKASSEL VERSITÄT

COMPETENCE CENTRE FOR Cli mate Change M itigation and A daptation

Impressum
© 2011 beim Herausgeber
Alle Rechte vorbehalten

Herausgeber:
Universität Kassel
Prof. Dr. Alexander Roßnagel
Geschäftsführender Direktor
Kompetenzzentrum für Klimaschutz
und Klimaanpassung (CliMA)
Kurt-Schumacher-Str. 2
34117 Kassel
Tel.: 0561 804 7260

Deutsche Nationalbibliothek
ISSN 2193-4827

Redaktion/Layout
Jana Gattermann
Robin Kirakosian

Email: CliMA@uni-kassel.de
www.uni-kassel.de/uni/clima

Treibhausgasmärkte effizient gestalten!

Ein Anforderungsprofil ökonomisch ambitionierter Emissionshandelssysteme[1]

Sven Rudolph[2]

1. Einleitung

2. Wirkungen der Lizenzlösung aus ökonomischer Perspektive

2.1 Einzel- und volkswirtschaftliche Effizienz (statisch)

2.2 Betriebliche Kostenanlastung und Polluter-Pays-Principle

2.3 Innovationsanreiz

2.4 Administrations- und Transaktionskosten

2.5 Verfügungsrechte

2.6 Wettbewerb

3. Die Ausgestaltung effizienter Emissionshandelssysteme in der Praxis

3.1 Anwendungsbereich und Verbindlichkeit

3.2 Cap

3.3 Erstvergabe und Gültigkeit der Lizenzen

3.4 Handelssystem

3.5 Kontrollsystem und Sanktionierung

4. Fazit

Literatur

Keywords: Emissionshandel, Klimapolitik, Effizienz

JEL-code: D62, D63, Q48, Q54, Q58

---

[1] Der Beitrag ist im Forschungsprojekt „Linking Emissions Trading Systems: Towards Socially und Ecologically Acceptable Cap-and-Trade Policies in Europe, the USA, and Japan (LETS-CaP)“, das am Competence Center for Climate Change Mitigation and Adaptation (CliMA) der Universität Kassel durchgeführt und durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Förderschwerpunkt Sozial-Ökologische Forschung (SÖF) gefördert wird.

[2] Dr. Sven Rudolph, Wissenschaftlicher Assistent, Competence Center for Climate Change Mitigation and Adaptation (CliMA) und Fachbereich Wirtschaftswissenschaften, Universität Kassel, Nora-Platiel-Str. 4, D-34109 Kassel, Deutschland, s.rudolph@wirtschaft.uni-kassel.de.

Abstract

Emissionshandelssysteme erfreuen sich weltweit zunehmender Beliebtheit. Allerdings entfalten die in der umweltpolitischen Praxis umgesetzten Systeme oft nicht die von Ökonomen in sie gesetzten Erwartungen. Dieser Beitrag geht davon aus, dass die Wirkungsdefizite auf eine mangelhafte Ausgestaltung von Emissionshandelssystemen in der Praxis zurückzuführen sind und stellt die Frage nach einer optimalen Ausgestaltung aus ökonomischer Perspektive. Konkret werden dabei mittels einer Implikationsanalysen etablierte allokationstheoretische und institutionenökonomische Wirkungsanalysen mit den praxisrelevanten Ausgestaltungsmerk-malen von Emissionshandelssystemen verknüpft. So kann gezeigt werden, wie sich konkrete Ausgestaltungsmerkmale auf spezifische Wirkungscharakteristika der Lizenzlösung auswirken und wie sich bestehende und geplante Emissionshandelssysteme in der Praxis durch eine veränderte Ausgestaltung verbessern lassen.

1. Einleitung

Emissionshandelssysteme erfreuen sich nach jahrzehntelanger Diskussion in akademischen Kreisen nun auch in der umweltpolitischen Praxis zunehmender Beliebtheit (OECD 2002, 2004). Die umweltökonomische Theorie hat seit der Erfindung des Instruments übertragbarer Umweltnutzungsrechte durch Crocker (1966) und Dales (1968) überzeugend dargelegt, dass die Lizenzlösung in der Lage ist, ein politisches Umweltziel effizient zu erreichen (Endres 2007). Allerdings weisen implementierte Emissionshandelssysteme diesbezüglich oft erhebliche Defizite auf (Endres/Ohl 2005), so dass die Effizienzpotentiale des Instruments in der Praxis nicht vollständig genutzt werden.

Es wird vermutet, dass die Ursachen für diese Defizite in der im Vergleich zum theoretischen Ideal mangelhaften Ausgestaltung von Emissionshandelssystemen in der Praxis zu finden sind. Damit stellen sich folgende Fragen:

- Welches sind die wesentlichen Wirkungscharakteristika von Lizenzlösungen und wie wirkt das Instrument ökonomisch?
- Welches sind relevante Ausgestaltungsmerkmale von Emissionshandelssystemen in der Praxis und wie müssen diese gestaltet werden,

um ökonomisch ambitionierte Treibhausgas-Märkte zu etablieren?

Bei der Darstellung Beantwortung dieser beiden Fragen kommen sowohl etablierte allokationstheoretische und institutionenökonomische Konzepte der Umweltökonomik (Endres 2007, Bromley 1991, Häder 1997, Balks 1995) zur Anwendung als auch Implikationsanalysen.

Mit diesem Vorgehen können zunächst die in der Praxis beobachtbaren Defizite von Emissionshandelssystemen auf konkrete Ausgestaltungen zurückgeführt werden. Zudem werden Handlungsempfehlungen gegeben, die zur Verbesserung bestehender oder zur Einführung neuer ökonomisch ambitionierter Emissionshandelssysteme genutzt werden können.

2. Wirkungen der Lizenzlösung aus ökonomischer Perspektive

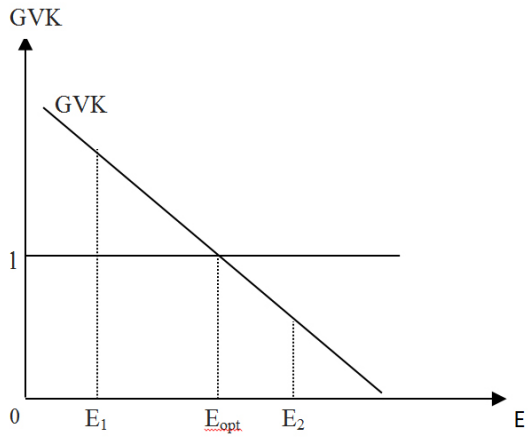
Wirkungsanalysen von Emissionshandelssystemen können in der Tradition etablierter umweltökonomischer Verfahren auf der Basis folgender Charakteristika durchgeführt werden (Endres 2007, Rudolph 2005):

- einzel- und volkswirtschaftliche Effizienz (statisch)
- betriebliche Kostenanlastung und Polluter-Pays-Principle
- Innovationsanreiz (dynamische Effizienz)
- Administrations- und Transaktionskosten
- Verfügungsrechte
- Wettbewerb

2.1 Einzel- und volkswirtschaftliche Effizienz (statisch)

Statische Effizienz wird hier im Sinne der Kosteneffizienz des Standard-Preis-Ansatzes nach Baumol/Oates (1971) verstanden. Demnach zeichnet sich eine effiziente Umweltpolitik durch das Erreichen eines politisch vorgegebenen Umweltziels zu minimalen volkswirtschaftlichen Kosten aus. Einzelwirtschaftlich erlaubt es die Lizenzlösung den einzelnen Emittenten, eine individuell optimale Emissionsmenge zu wählen (Abb. 1):

Abbildung 1: Einzelwirtschaftlich optimale Emissionsmenge



Quelle: eigene Darstellung

Bei einer Lizenzlösung, in der die Emittenten allein verpflichtet sind, einen vom kompetitiven Lizenzmarkt[3] gegebenen Lizenzpreis l für jede getätigte Emissionseinheit E zu bezahlen, reduziert der einzelne Emittent seine Emissionen E so lange selbst, wie die Grenzvermeidungskosten GVK unter dem Lizenzpreis liegen (bspw. in E_2). Ist l höher als GVK (bspw. in E_1), ist es für den Emittent billiger, Emissionslizenzen zu erwerben statt zu vermeiden. Optimal ist für den einzelnen Emittent damit eine Emissionsmenge in Höhe von E_{opt}, bei der l = GVK gilt.

Die Minimierung der volkswirtschaftlichen Gesamtvermeidungskosten der Erreichung eines beliebigen gegebenen Umweltziels erreicht die Lizenzlösung über die Angleichung der Grenzvermeidungskosten aller Emittenten. Formal-analytisch gilt zunächst, dass die Aufteilung der Reduktionen auf die einzelnen Emittenten genau dann kostenminimal ist, wenn die individuellen Grenzvermeidungskosten aller Emittenten gleich sind:

Min.	$K(E_1) + K(E_2)$!	unter NB $E_1 + E_2$ = const.
mit:	$K(E_1)$, $K(E_2)$	= Emissionsvermeidungskosten der Emittenten 1, 2
$E_1 + E_2$		= Zielniveau der Gesamtemissionen

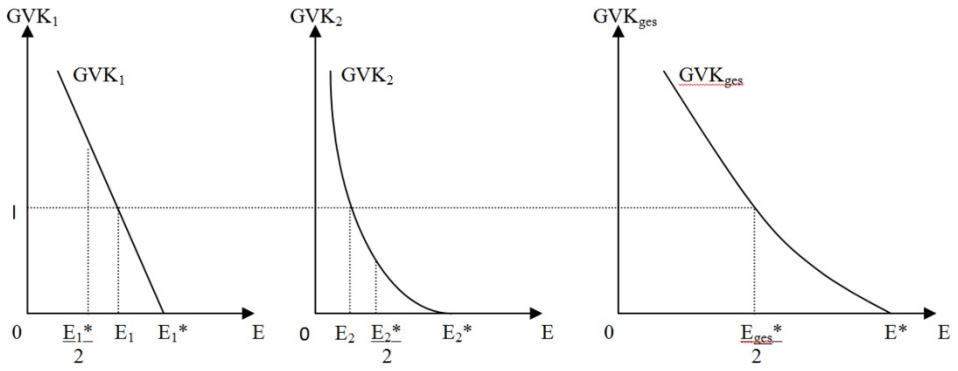
[3] Bedingungen für einen funktionierender Wettbewerbsmarkt sind vollständige Information aller Marktteilnehmer, freier Marktzugang, alle Marktteilnehmer sind Preisnehmer, keine Transaktionskosten, keine Marktversagenstatbestände (externe Effekte, öffentlichen Güter, Monopole).

Ableiten der Lagrange-Funktion, Umformen und Gleichsetzen ergibt die Bedingung für die kostenminimale Aufteilung der Reduktionen auf die Emittenten als Gleichheit der Grenzvermeidungskosten aller Emittenten

$$K'(E_1) = K'(E_2).$$

Gilt nun für alle Emittenten auf dem kompetitiven Markt derselbe Lizenzpreis l und passen sich die einzelnen Emittenten bei der Wahl des individuellen Emissionsoptimums trotz unterschiedlicher Grenzvermeidungskostenverläufe GVK_1, GVK_2 an diesen Preis nach der Maßgabe GVK = l an, so entsprechen sich die Grenzvermeidungskosten aller Emittenten im jeweils individuellen Emissionsoptimum E_1*, E_2* (Abb. 2). Damit garantiert die Lizenzlösung die Erreichung des Umweltziels – hier die Halbierung der Gesamtemissionsmenge E_{ges}*/2 – zu minimalen gesamtwirtschaftlichen Kosten, während bspw. eine ebenfalls zieladäquate individuelle Halbierung der Emissionen bei E_1*/2 und E_2*/2 mittels einer Auflagenlösung nicht zur Angleichung der Grenzvermeidungskosten führt und damit nicht effizient ist.

Abbildung 2: Angleichung der Grenzvermeidungskosten



Quelle: eigene Darstellung (angelehnt an Endres 2007: 128)

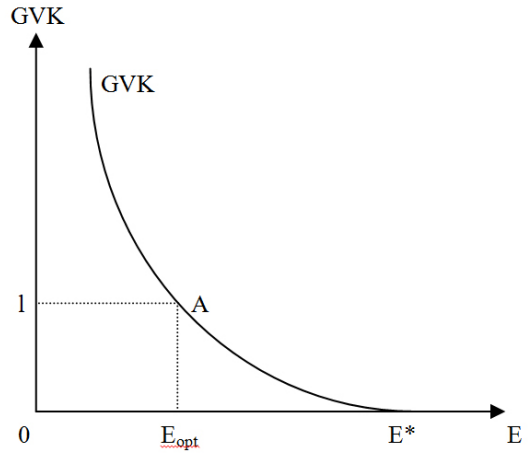
Bei der Erstvergabe würden die Emittenten im Falle einer Versteigerung der Lizenzen E_1 bzw. E_2 Emissionslizenzen zum optimalen Preis l erwerben. Gelingt bei einem Festpreisverkauf die Setzung eines optimalen Preissignals l, so würde dieselbe Erstallokation wie im Fall der Versteigerung resultieren. Angesichts der Unkenntnis der Verläufe der Grenzvermeidungskosten der Unternehmen dürfte, wie schon Baumol/Oates (1971) betonten, eine solch optimale Preisfindung durch den Staat allerdings nahezu unmöglich sein. Notwendig wäre dann ein mit Effizienzverlusten verbundener Annähe-

rungsprozess, bei dem der Preis iterativ verändert wird, bis er dem optimalen Preis entspricht. Im Falle einer kostenlosen Vergabe von beispielsweise E_1*/2 Lizenzen an Emittent 1 und E_2*/2 Lizenzen an Emittent 2 würde letzterer E_2*/2 – E_2 (= E_1 – E_1*/2) an Emittent 1 Lizenzen zum Preis von l verkaufen; der optimale Preis bildet sich demnach erst bei der Reallokation der Lizenzen auf dem Sekundärmarkt.

2.2 Betriebliche Kostenanlastung und Polluter-Pays-Principle

Je nach Ausgestaltung der Erstvergabe gelingt es der Lizenzlösung unterschiedlich gut, den Emittenten die Knappheitskosten im Sinne des Polluter-Pays-Principle (PPP)[4] vollständig anzulasten (Abb. 3). Werden die Lizenzen kostenlos vergeben, so trägt der Emittent allein die Vermeidungskosten in Höhe der Fläche AE*E_{opt}; eine vollständige Anlastung der Umweltnutzungskosten erfolgt dabei nicht. Bei der Versteigerung hingegen trägt der Emittent zusätzlich zu den Vermeidungskosten auch die Restverschmutzungskosten im Umfang der Fläche AE_{opt}0l und damit die gesamten Kosten der Umweltnutzung.

Abbildung 3: Kostenanlastung und PPP



Quelle: eigene Darstellung

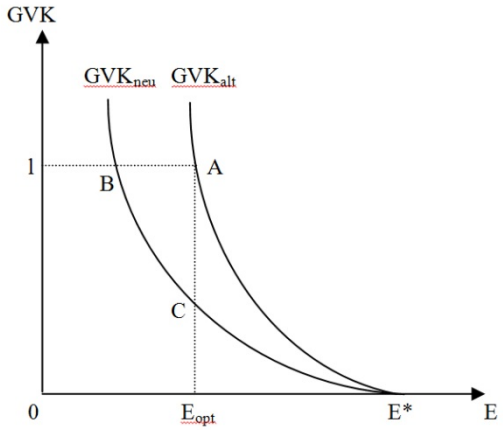
[4] Bonus (1986) nennt dies „die Vulgärform des Verursacherprinzips auf den Trampelpfaden des Denkens“ und betont damit die bereits von Coase (1960) betonte Reziprozität externer Effekte.

Bei der Preiskalkulation für Güter, die ein mit der Lizenzpflicht belegter Emittent an die Konsumenten produziert, preist der Produzent – soweit der Wettbewerb unter den Produzenten und die Preiselastizität der Nachfrage dies erlauben – ökonomisch zu Recht die Opportunitätskosten der Emissionslizenzen – d.h. die entgangenen Erträge aus der zweitbesten Verwendung (Weise 2004), in diesem Fall der Verkauf der Emissionslizenzen zum Marktpreis – ein, unabhängig davon, in welcher Art und Weise der Produzent die Emissionsrechte vom Staat erhalten hat. Abhängig von der Erstvergabe können dann bei den Emittenten zusätzliche Gewinne entstehen (windfall profits), deren Ursache die politische Entscheidung über die Verteilung der Knappheitsrenten ist, die durch die künstliche Schaffung knapper Emissionsrechte über das Cap entstehen.

2.3 Innovationsanreiz

Als Innovationsanreiz – oft auch dynamische Effizienz – wird die Fähigkeit eines umweltpolitischen Instruments bezeichnet, steten umwelttechnologischen Fortschritt anzuregen und die Einführung und Entwicklung neuer Technologien zur Vermeidung von Umweltbelastungen zu beschleunigen. Aus ökonomischer Perspektive wird umwelttechnischer Fortschritt realisiert, wenn es gelingt, mit gleichem Aufwand höhere bzw. mit geringerem Aufwand gleiche Emissionsreduktionen zu erzielen. Die Lizenzlösung fördert die Innovationstätigkeit der Emittenten, da jeder Fortschritt in der Umwelttechnologie Lizenz- und Vermeidungskosten einspart (Abb. 4).

Abbildung 4: Innovationsanreiz



Quelle: eigene Darstellung (in Anlehnung an Endres 2007: 140)

Dabei wird die Kostensenkung, die durch Einführung einer überlegenen Technologie erzielt wird, als Indikator für die Stärke des Anreizes zur Einführung dieser Technik interpretiert. Im Falle der alten Vermeidungstechnologie mit den Grenzvermeidungskosten GVK_{alt} ergibt sich bei einem Lizenzpreis l als optimale Emissionsmenge E_{opt}. Die Kosten, die dem Emittenten vor der Einführung entstanden, entsprechen der Fläche E*0lA. Bei der Lizenzlösung verkleinert jeder Fortschritt diese Fläche um die Flächen CBA und E*CA. Im Gegensatz zur Auflagenlösung können so sowohl Vermeidungskosten als auch Restverschmutzungskosten eingespart werden.

Bei einer konstanten Lizenzgesamtmenge gilt allerdings, dass andauernder umwelttechnologischer Fortschritt die Vermeidungskosten aller Emittenten senkt und damit die Vermeidung gegenüber dem Lizenzkauf rentabler wird, so dass die Nachfrage nach Lizenzen bei fixem Angebot sinkt und damit auch der Lizenzpreis verfällt. Mit sinkendem Preis und damit sinkenden Restverschmutzungskosten sinkt aber auch der Innovationsanreiz, wenn die Gesamtlizenzmenge nicht reduziert wird. Uneingeschränkt hingegen gilt der Innovationsanreiz kurzfristig in einem kompetitiven Markt (Schwarze 2001). Denn allein das Innovationsverhalten der Gesamtheit der Unternehmen wirkt auf den Lizenzpreis, nicht aber der technologische Fortschritt eines preisnehmenden Einzelunternehmens. So passt sich das innovative Unternehmen an den für alle gültigen und von ihm unbeeinflussten Lizenzpreis an. Der Innovationsanreiz für das preisnehmende Einzelunternehmen bleibt bestehen.

2.4 Administrations- und Transaktionskosten

Der administrative Aufwand, der den staatlichen Instanzen bei der Durchführung umweltpolitischer Regulierungen entsteht, gilt als weitere wichtige Kostenkategorie; er ist allerdings stark von der jeweiligen konkreten Ausgestaltung in der Praxis abhängig. Grundsätzlich betont allerdings schon Dales (1968), dass eine idealtypische Lizenzlösung mit einem geringeren Administrationsaufwand verbunden ist als Abgaben- oder Auflagenlösungen, denn sie vermeidet ebenso die zur exakten Erreichung eines Umweltziels notwendige Nachjustierung von Abgaben (Baumol/Oates 1971) wie auch aufwendige Auflagenindividualisierungs-, Standardsetzungs- und Anlagengenehmigungsverfahren. Notwendig sind allein die Festlegung einer vom Umweltziel abgeleiteten zulässigen Emissionsgesamtmenge, die Erstverga-

be der Lizenzen und die Kontrolle der Übereinstimmung von getätigten Emissionen und gehaltenen Lizenzen, während die Mikroallokation der Vermeidungsmaßnahmen und der Emissionsrechte über den Markt erfolgt.

Gleichwohl erscheinen die Setzung des Umweltziels und die Ableitung einer konkreten absoluten Emissionsmenge keineswegs trivial. Die Bestimmung eines ökonomisch optimalen Umweltziels scheitert an den bereits von Coase (1960) betonten Problemen bei der exakten Bestimmung der Höhe des externen Effekts, wenngleich durchaus Fortschritte im Bereich umweltökonomischer Kosten-Nutzen-Analysen erzielt wurden (Stern 2007). Ist eine ökonomische first-best-Lösung also nicht möglich, so muss auf eine second-best-Lösung ausgewichen werden (Weimann 1995), beispielsweise den Standard-Preis-Ansatz nach Baumol/Oates (1971), der die politische Festlegung des Umweltziels vorsieht. Solche politischen Festlegungen bedürfen aber als Grundlage, sollen sie nicht willkürlich erfolgen, eine Vielzahl an Informationen über naturwissenschaftliche, ökonomische, politische u.a. Notwendigkeiten und Machbarkeiten. Die Datensammlung und die Informationsverarbeitung dürften dabei mit erheblichem Administrationsaufwand verbunden sein. Damit kann bereits die Zielbestimmung als durchaus administrativ anspruchsvoll gelten; sie ist allerdings für alle Standard-orientierten Instrumente notwendig. Werden globale Ziele zudem für supranationale, nationale, regionale, oder gar lokale Ebenen konkretisiert und operationalisiert, so erhöhen sich die Administrationskosten zusätzlich. Weiter steigen dürfte der Administrationsaufwand durch die Umrechnung (qualitativer) Umweltziele in quantitative absolute Emissionsgesamtmengen, da hierfür die exakten Schadwirkungen der Emissionen, ihre Wirkungskanäle, ökosystemischen Zusammenhänge usw. bekannt sein müssen. Die Kosten der Erstvergabe hängen wesentlich vom verwendeten Erstvergabeverfahren ab. Während eine Versteigerung als wenig aufwendig gilt, erhöht jede Form der kostenlosen Vergabe massiv den Administrationsaufwand. Für den Kontrollaufwand gilt, dass dieser nicht höher liegt als bei anderen äquivalenten Instrumenten. Zudem gilt grundsätzlich, dass mit zunehmender Anzahl an Ausnahmen und Sonderregeln der Administrationsaufwand steigt.

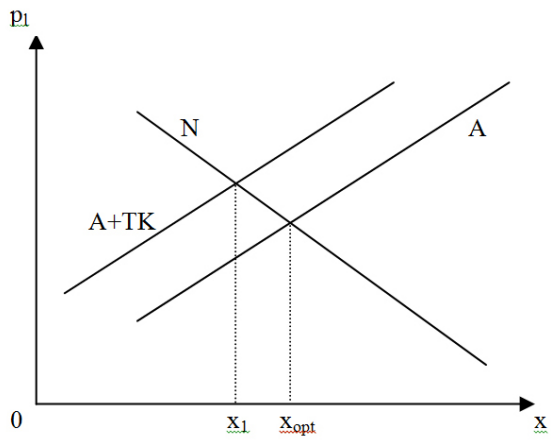
Als Transaktionskosten wird Aufwand verstanden, der bei der der Übertragung von Eigentumsrechten entsteht Commons (1934). Transaktionskosten haben einen erheblichen Einfluss auf die Effizienz marktlicher Koordination (Coase 1937). In einem Emissionshandelssystem fallen Transaktionskosten

vor allem bei der staatlichen Erstvergabe von Emissionslizenzen an die Emittenten und bei der Reallokation der Emissionsrechte zwischen den Emittenten selbst an.

Werden im Rahmen der Lizenzlösung ursprünglich beim Staat liegende Verfügungsrechte an die Emittenten vergeben, so sind institutionenökonomische Überlegungen zur Nutzung menschlichen Wissens relevant (Häder 1997). Soll Wissen effizient genutzt werden, müssen die Verfügungsrechte und das relevante Wissen an einem Ort vereinigt werden. Spezifisches Wissen, das auf Erfahrungen, Fingerspitzengefühl sowie informellen und intimen Kenntnissen beruht, ist dabei nur unter hohen Kosten transferierbar. Generelles Wissen hingegen zeichnet sich durch geringe Kosten beim Transfer aus. Ökonomisch sinnvoll ist es dann, generelles Wissen hin zu den Verfügungsrechten zu transferieren und bei spezifischem Wissen Verfügungsrechte zum Ort des Vorhandenseins des Wissens zu verlagern. Da zur Erreichung umweltpolitischer Ziele letztendlich Aktivitäten der Emittenten notwendig sind und nur diese über detaillierte Informationen über technische Reduktionspotentiale, Vermeidungskosten, lokale Eigenheiten, Humankapital usw. verfügen, empfiehlt sich hier die Übertagung von Verfügungsrechten an die Emittenten und konkret an diejenigen Verursacher, die unmittelbar das umfangreichste Wissen über Vermeidungsmaßnahmen und die damit einhergehenden Handlungsoptionen verfügen.

Transaktionskosten bei der Reallokation der Emissionsrechte zwischen den Emittenten umfassen nach einer verbreiteten Definition Such- und Informationskosten, Verhandlungs- und Entscheidungskosten sowie Überwachungs- und Durchsetzungskosten, wobei letztere i.d.R. beim Staat anfallen und im Rahmen des Administrationsaufwands behandelt werden (Stavins 1995). Von den Marktteilnehmern zu tragende Transaktionskosten reduzieren die Menge an gehandelten Lizenzen und können damit zu Effizienzverlusten führen (Abb. 4).

Abbildung 5: Transaktionskosten und gehandelte Lizenzmenge



Quelle: eigene Darstellung (in Anlehnung an Stavins 1995: 139)

Es seien x die Menge der gehandelten Emissionslizenzen, p_r der Preis für diese und A und N die Lizenzangebots- bzw. Lizenznachfragefunktionen. Unter Abwesenheit von Transaktionskosten ergibt sich x_{opt} als gehandelte Lizenzmenge. Im Fall positiver, konstanter Transaktionskosten, die in diesem Fall vom Anbieter der Lizenzen getragen werden, verläuft A+TK oberhalb von A, da A im Falle vollkommender Konkurrenz durch die Grenzkosten der Produktion beschrieben wird und Transaktionskosten diese Grenzkosten erhöhen. Die gehandelte Menge x_1 liegt dann unterhalb der gehandelten Menge bei Abwesenheit von Transaktionskosten. Trägt der Nachfrager die Transaktionskosten, so sinkt die Nachfragekurve um die Transaktionskosten, denn die Nachfragekurve ist durch die Zahlungsbereitschaft des Konsumenten bestimmt und verringert sich, wenn dieser zusätzlich die Transaktionskosten trägt.

2.5 Verfügungsrechte

Verfügungsrechte sind sanktionierte Verhaltensbeziehungen zwischen Menschen, die aus der Existenz knapper Güter und ihrer konkurrierenden Nutzung resultieren (Furubotn/Pejovich 1974). Ein Verfügungsrecht ist dabei der Anspruch auf einen Nutzen- oder Einkommensstrom aus Eigentum, der vom Staat geschützt wird, indem er anderen die Pflicht auferlegt, diesen Anspruch zu respektieren.

Eigentumsrechtliche Überlegungen spielen für die Lizenzlösung eine wichtige Rolle (Balks 1995, Bromley 1991, Lerch 1996a). Lange Zeit war die Atmosphäre als Aufnahmemedium für Schadstoffe durch Open Access charakterisiert, d.h. einen Zustand in dem es weder Eigentümer noch Zugangsbeschränkungen gibt. Eine zunehmende Beanspruchung und eine abnehmende Assimilationskapazität auf der einen und technischer und wissenschaftlicher Fortschritt bezüglich der Senkung der Transaktionskosten auf der anderen Seite führten zur Veränderung der Nutzen-Kosten-Relation einer Definition von Verfügungsrechten und machten eine solche letztlich ökonomisch sinnvoll.[5] Umweltgüter besitzen jedoch häufig Kollektivgutcharakter, so dass es sich trotz geänderter Kosten-Nutzen-Relationen für den einzelnen von externen Effekten Betroffenen nicht lohnt, Verfügungsrechte durchzusetzen. Soll aber eine Übernutzung verhindert werden, reicht Open Access nicht aus, und angesichts der Größe der meisten Umweltressourcen (Ozeane, Atmosphäre etc.) erweist sich State Property als erfolgversprechender als Common Property.[6] State Property trennt die Verfügungsgewalt und die Nutzung und ordnet sie gesondert Staat bzw. Individuen zu, wobei Letztere etwaige Zugangsbeschränkungen durch den Staat respektieren müssen.

Dauerhaft ist die Bewirtschaftung der Atmosphäre als State Property mit erheblichen Kosten behaftet, beispielsweise aufgrund der ineffizienten Allokation von Emissionsrechten durch den Staat, teilweise sogar verbunden mit der Überlastung des Umweltmediums. Es läge daher nahe, State Property vollständig in Private Property zu überführen. Im Private Property liegen Eigentum und Kontrolle allein beim Individuum, das im Rahmen des gesellschaftlich Akzeptierten das Recht auf Ressourcennutzung hat, während alle anderen die Pflicht haben, dies zu respektieren. Da aber bei Umweltressour-

---

[5] Eigentumsstrukturen entstehen und verändern sich aus ökonomischer Sicht aufgrund gesellschaftlicher Kosten-Nutzen-Abwägungen (Demsetz 1967, Balks 1995). Dabei werden die Transaktionskosten der Definition, Zuordnung und Durchsetzung von Verfügungsrechten dem Nutzen der Formulierung von Verfügungsrechten z.B. bei der Internalisierung externer Effekte gegenübergestellt. Coase (1960) zeigt, dass – unter Abstraktion von Transaktionskosten und der Annahme vollständiger Informiertheit der Verhandlungspartner – für die Internalisierung externer Effekte allein die Definition eindeutiger Eigentumsrecht und die Möglichkeit der Verhandlungen zwischen den Anspruchspartnern notwendig sind.

[6] Im Common Property ist die Ressource Eigentum einer Gruppe, die auf der Basis von durch alle Gruppenmitglieder beschlossenen Regeln die Ressource nutzen kann, während Nicht-Gruppenmitglieder von der Nutzung ausgeschlossen sind. Common und State Property unterscheiden sich im Kern durch die Größe der Gruppe. Zur Fehlinterpretation von Common Property als Open Access unter dem Stichwort „Tragedy of the Commons“ vgl. Lerch 1996b.

cen ausschließlich private Eigentumsrechte oft nicht definierbar sind, Unteilbarkeiten herrschen, untertemporale externe Effekte auftreten und Irreversibilität vorliegt, kann die Koordination nicht dem Markt allein überlassen werden. Sinnvoll ist daher eine geteilte Verantwortung, bei der dem Kollektiv, vertreten durch den Staat, die Bestimmung des Rahmens, hier also des Umweltqualitätsstandards zukommt, während der Markt für die Umsetzung zuständig ist; eine Lösung die letztlich dem Vorschlag von Baumol/Oates (1971) entspricht.[7]

Damit erfolgt auch eine Aufteilung des Eigentums an der Atmosphäre in Dominium, die umfassende Herrschaft über die Ressource inklusive der Nutzung des Gutes, der Aneignung der Erträge sowie der Veränderung von Form und Substanz (usus, usus fructus, abusus), und Patrimonium, die Möglichkeit des Gebrauchs der Ressource, ohne sie jedoch zu verbrauchen (nur usus und usus fructus) (Simonis 1998). Im Rahmen der Lizenzlösung vergibt der Staat als Vertreter seiner Gesellschaftsmitglieder allein begrenzte Verfügungsrechte an usus und usus fructus an die Emittenten, während abusus im Sinne der Zerstörung der Ressource vermieden wird. Der Staat gibt konkret die zugelassene Emissionsgesamtmenge vor, während die einzelnen Emittenten innerhalb dieses Rahmens das Recht auf wirtschaftliche Nutzung der Umweltressource haben. Nachträglich staatliche Eingriffe sind möglich, um Anpassungen an sich verändernde ökologische Rahmenbedingungen durchzuführen und den abusus auch langfristig zu verhindern.

Mit der Gesamtmengenbegrenzung von Emissionen wird auch die Begrenztheit des ökologischen Systems anerkannt, in dem das Wirtschaftssystem allein ein Subsystem darstellt (Daly 1999). Notwendig ist dabei die Trennung der Entscheidungen über Ausmaß (*scale*), Distribution und Allokation, wie sie modellhaft im Rahmen der Lizenzlösung als cap-distribute-and-trade-System[8] umgesetzt wird. Dabei sind die ersten beiden Entschei-

---

[7] Allerdings kann Privateigentum an Umweltressourcen (Boden, Wassee, Luft) bzw. ihren elementaren Funktionen für den Menschen (Standortfunktion, Ressourcenlieferant, Konsumgut, Aufnahmemedium für Abfallstoffe) wegen mangelnder Parzellierbarkeit häufig nicht direkt spezifiziert werden. So kann der Staat zwar als Eigentümer der Ressource Atmosphäre in ihrer Funktion als Schadstoffaufnahmemedium agieren, private anteilige Nutzungsrechte können direkt jedoch nicht spezifiziert werden. Möglich ist aber eine indirekte Spezifikation bezüglich kollektiver und individueller Emissionsmengen.

[8] Vgl. zur Ausweitung des gebräuchlichen cap-and-trade zu cap-distribute-and-trade Rudolph/Jahnke/Galevska 2005.

dungen notwendig prioritär und politisch zu treffen, während allein die letztere dem Markt überlassen werden kann.

Unterschiedliche Modi der Erstverteilung von Emissionslizenzen finden ihren Ursprung in unterschiedlichen Eigentumsbegründungen. Gemäß der naturrechtlich-vorvertraglichen Begründung von Eigentum von John Locke, wonach Eigentum aufgrund des Bedürfnisses der Selbsterhaltung und des Rechts auf die Früchte der eigenen Arbeit besteht, wäre allein eine kostenlose Erstvergabe angemessen; einmal fixierte Eigentumsrechte wären unangreifbar und könnten nur bei gleichzeitiger Entschädigung der Enteigneten neu verteilt werden. Gemäß der vertragstheoretischen Begründung von Eigentum nach Immanuel Kant hingegen beruht Eigentum auf einem gesellschaftlichen Vertrag, der von den Gesellschaftsmitgliedern per Konsens revidiert werden kann. Eine Auktionierung der Emissionslizenzen wäre damit ebenso möglich wie nachträglich Lizenzabwertungen durch den Staat.

2.6 Wettbewerb

Wettbewerbsverzerrungen ziehen i.d.R. Effizienzverluste nach sich und behindern so die kostenminimale Umweltzielerreichung mittels einer Lizenzlösung. Während bisher von einem kompetitiven Markt für Emissionslizenzen, d.h. für einen spezifischen Produktionsfaktor, ausgegangen wurde, können bei der Implementierung eines Emissionshandelssystems wettbewerbspolitische Probleme u.a. dann auftreten, wenn bereits der Produktmarkt ex ante nicht kompetitiv ist. Existieren z.B. Gebietsmonopole auf dem Strommarkt mit marktbeherrschenden Stellungen einzelner Stromproduzenten, so können diese ihre Marktmacht auch auf dem für Emissionsrechte nutzen. In diesem Kontext werden häufig Anreize und Wirkungen des Hortens diskutiert. Emittenten könnten Emissionslizenzen vom Markt kaufen und diese weder für die Kompensation eigener aktueller Emissionen einsetzen noch sie an andere bedürftige Emittenten verkaufen. Für das Horten von Lizenzen existieren im Wesentlichen drei Motive (Kete 1992): Erstens könnten Emittenten aufgrund von Prognosen für die eigene Zukunft einen erhöhten Bedarf an Lizenzen erwarten. Aufgrund der Analyse aktueller und zukünftiger Märkte könnte dann das Zurückhalten von Lizenzen aus dem eigenen Bestand die kostengünstigste Angebotssicherung zur späteren Kompensation eigener Emissionen darstellen. Zweitens könnten Emittenten eine zukünftige Preissteigerung der Lizenzen erwarten, die genutzt werden

soll, um bei einem späteren Verkauf von Emissionslizenzen Arbitrage-Gewinne zu erzielen. Diese beiden Motive sind jedoch aus wettbewerbspolitischer Sicht unproblematisch, da sie keine Wettbewerbsverzerrungen und keine Effizienzverluste induzieren. Anders verhält sich dies beim dritten, anti-kompetitiven Motiv (Bonus 1995). Emissionslizenzen könnten zurück gehalten werden, um die Position von Wettbewerbern auf dem Produktmarkt durch Marktmachtentfaltung auf dem Faktormarkt negativ zu beeinflussen. So könnten einzelne ökonomisch potente Unternehmen Emissionslizenzen zurückhalten, um neuen Unternehmen den Zutritt zum Markt zu verwehren oder etablierten Wettbewerbern den Zugang zu Produktionsfaktoren zu erschweren. Allerdings ist eine Marktmachtentfaltung auf den Faktormärkten zur Verdrängung von Wettbewerbern auf heterogenen Produktmärkten aufgrund hoher Alternativkosten wenig effizient.

Zudem können Wettbewerbsverzerrungen entstehen, wenn durch Einzelregelungen im Emissionshandelssystem selbst bestimmte Emittenten bevorzugt werden, beispielsweise durch spezifische Zuteilungsregeln bei einer kostenlosen Erstvergabe.

3. Die Ausgestaltung effizienter Emissionshandelssysteme in der Praxis

Bei der Umsetzung klassischer Cap-and-Trade-Systeme, sind politische Gestaltungsentscheidungen auf drei wesentlichen Ebenen zu treffen (Rudolph/Jahnke/Galevska 2005): Zunächst muss eine Emissionsgesamtmenge politisch festgelegt werden (*cap*). Sodann werden individuelle Emissionsrechte (Lizenzen) verbrieft und diese per Erstvergabeverfahren an die Emittenten ausgegeben (*distribute*); Emittenten dürfen dann nur so viele Schadstoffe emittieren wie sie Emissionsrechte halten. Emissionsrechte können jedoch zwischen Marktteilnehmern übertragen werden (*trade*), so dass ein Markt für Emissionslizenzen entsteht, auf dem sich der Lizenzpreis aus Angebot und Nachfrage ergibt. Operationalisiert man diese drei Gestaltungsebenen für die konkrete Umsetzung in die klimapolitische Praxis, so lassen sich folgende Ausgestaltungsmerkmale von Emissionshandelssystemen identifizieren (Roßnagel/Hentschel/Bebenroth 2008):

- Anwendungsbereich und Verbindlichkeit
- Cap
- Erstvergabe und Gültigkeit der Lizenzen
- Handelssystem
- Kontrollsystem und Sanktionierung

Die folgenden Abschnitte leiten auf der Basis der umweltökonomischen Wirkungscharakteristika der Lizenzlösung konkrete Empfehlungen für die Ausgestaltung eines ökonomisch effizienten Emissionshandelssystems in der klimapolitischen Praxis ab (Boemare/Quirion 2002; Butzengeiger/Betz/Bode 2001; Fankhauser/Hepburn 2010a, b; Heister/Michaelis 1990).

3.1 Anwendungsbereich und Verbindlichkeit

Bezüglich des Anwendungsbereichs eines Emissionshandelssystems stellen sich Fragen der Einbeziehung von Emittenten und Schadstoffen, der Anwendung von Upstream- oder Downstream-Systemen sowie der Eröffnung von Opt-In- und Opt-Out-Möglichkeiten.

Je größer der Anwendungsbereich und die Unterschiede in den Grenzvermeidungskosten sind, desto größer sind die volkswirtschaftlichen Effizienzgewinne. Analog gilt für die Anlastung von Umweltnutzungskosten, dass je größer der Anwendungsbereich ist, desto größer ist auch der Anteil der tatsächlichen Knappheitskosten, der den physischen Verursachern der Umweltbelastung angelastet wird. Ebenso wirken Innovationsanreize bei größerem Anwendungsbereich auf mehr Emittenten und Schadstoffe. Allerdings dürfte grundsätzlich der administrative Aufwand mit der Anzahl an inkludierten Schadstoffen und Emittenten steigen. Grundsätzlich geht es also darum, bei der Festlegung des Anwendungsbereichs eine Balance zwischen steigenden administrativen Kosten und steigenden Kosteneinsparpotentialen bei Ausweitung der Emittenten- und Schadstoffanzahl zu finden. Werden bestimmte Emittenten und Schadstoffe nicht berücksichtigt, so sind Abgrenzungen objektiv zu fundieren. Aus ökonomischer Sicht könnten solche Schadstoffe und Emittenten, bei denen der Kostensenkungsbeitrag gering ist ausgenommen werden, beispielsweise also Kleinstunternehmen und Schadstoffe mit geringer Treibhauswirkung. Eine solche Abgrenzung dürfte aller-

dings wiederum die Administrationskosten erhöhen. Verfügungsrechte werden umso umfangreicher privatisiert und damit von Open Access über State Property zu Private Property überführt, je größer der Anwendungsbereich ist. Gelten für exkludierte Emittenten oder Schadstoffe keine äquivalenten Regulierungen, so herrscht für diese weiterhin Open Access mit der Gefahr der Übernutzung der Ressource. In diesem Sinne wird auch der abusus umso besser verhindert, je größer der Anwendungsbereich ist, und die Festlegung des Scale kann ebenfalls präziser erfolgen. Aus wettbewerbspolitischer Sicht senkt ein möglichst umfänglicher, polypolistischer Mark mit vielen Anbietern und Nachfragern, die Wahrscheinlichkeit von dünnen Märkten (*thin markets*), die zu Effizienzverlusten führen können. Insgesamt sollte damit der Anwendungsbereich möglichst umfassend gestaltet werden und alle Emittenten und Schadstoffe erfassen. Ausnahmen sind zu minimieren, können aber für Schadstoffe und Emittenten mit geringem Kostensenkungsbeitrag bei überproportionalen Administrationskosten sinnvoll sein.

Ein Upstream-System ist eher als ein Downstream-Ansatz in der Lage, alle Emissionen und Emittenten zu erfassen, damit die Minimierung der volkswirtschaftlichen Gesamtvermeidungskosten zu befördern und die Umweltnutzungskosten möglichst umfänglich anzulasten. Allerdings stellt sich die Frage, ob die Kostenweiterreichung von den Primärenergieträgerproduzenten und -importeuren zu den letztendlich emissionsvermeidenden Sektoren reibungsfrei funktioniert und damit hinreichend starke Anreize gerade zur dynamischen Optimierung gesetzt werden. Ein Upstream-System könnte allerdings selbst bei einem umfassenden Anwendungsbereich die Administrationskosten gering halten. Transaktionskosten bei der Nutzung spezifischen Wissens der Emittenten über die optimale Vermeidungsstrategie können gering gehalten werden, indem die Emissionsrechte zum Ort des Vorhandenseins des Wissens transferiert werden. Da die tatsächlichen Emissionsminderungsoptionen eher down- als upstream, d.h. z.B. eher bei den Stromerzeugern als bei den Primärenergieimporteuren liegen, empfiehlt sich ein Downstream-System. Da jedoch ein Upstream-System eher einen umfänglichen Anwendungsbereich zulässt als ein Downstream-System, wird aus verfügungsrechtlicher Perspektive ein größerer Teil des Open Access und des abusus verhindert, so dass ein Upstream-System nahe liegt. Allerdings ist in der Upstream-Variante Vergleich zum Downstream-Ansatz eine deutlich geringere Anzahl an Lizenzpflichtigen (hier Primärenergieträgerimporteure und -produzenten) zu erwarten, so dass dünne Märkte und Effi-

zienzverluste drohen. Aus wettbewerbspolitischer Sicht empfiehlt sich daher ein Downstream-Ansatz mit möglichst breitem Anwendungsbereich. Insgesamt scheint damit ein Downstream-Ansatz mit möglichst umfänglichem Anwendungsbereich die beste Alternative.

Ein Opt-out ist bei unvollständigem Anwendungsbereich zu befürworten, während sich ein Opt-out nicht empfiehlt. Ein Opt-in erhöht die Effizienzpotentiale und ermöglicht eine größere Anlastung der Umweltnutzungskosten, wohingegen ein Opt-out diese verringert. Allerdings erhöhen Opt-in- und Opt-out-Möglichkeiten die Administrationskosten. Aus Verfügungsrechtssicht empfiehlt sich ebenso ein Opt-in ohne Opt-out, weil sich der Anwendungsbereich vergrößert, das Scale präziser definiert und Open Access und abusus besser verhindert werden können. Insgesamt empfiehlt es sich daher im Falle eines unvollständigen Anwendungsbereichs, Opt-in zuzulassen, während Opt-out ausgeschlossen bleiben sollte.

Bei der Verbindlichkeit würden sich im Falle der Freiwilligkeit allein potentielle Lizenzverkäufer am Markt beteiligen, die aufgrund niedriger Grenzvermeidungskosten Gewinne aus dem Verkauf von Emissionslizenzen erwarten. Dies generiert zwar ein Lizenzangebot, jedoch keine Nachfrage, so dass ein volkswirtschaftlich effizienter Emissionslizenzmarkt nicht entstehen kann. Zudem erlaubt nur die verpflichtende Teilnahme die Anlastung zusätzlicher Netto-Umweltschutzkosten bei den Emittenten, da bei einer freiwilligen Teilnahme Emittenten, die mit zusätzlichen Netto-Kosten konfrontiert sind, nicht teilnehmen würden. Innovationsanreize würden bei freiwilliger Teilnahme allenfalls bei den Teilnehmern entstehen. Auch die Administrationskosten dürften bei einer freiwilligen Teilnahme steigen, da Teilnehmer und Nicht-Teilnehmer aufwendig differenziert werden müssten. Aus Verfügungsrechtssicht ermöglicht nur eine verbindliche Teilnahme die umfängliche Überführung von Open Access zu Private Property und die Verhinderung von Abusus durch den Staat, weil bei einer freiwilligen Teilnahme weiten Teilen der Emittenten weiterhin – wenn keine adäquate andere Regulierung existiert – Open Access gewährt wird und die Scale-Festlegung damit nicht präzise erfolgen kann. Auch aus wettbewerbspolitischer Sicht ist die verpflichtende Teilnahme notwendig, um Wettbewerbsverzerrungen zwischen Teilnehmern und Nicht-Teilnehmern und damit Effizienzverluste zu vermeiden. Insgesamt muss also ein Emissionshandelssystem notwendig verpflichtend sein.

3.2 Cap

Im Rahmen der politischen Entscheidung über das Cap sind Fragen der Größe der Emissionsgesamtmenge sowie der Dynamisierung des Caps zu beantworten.

Grundsätzlich muss die Emissionsgesamtmenge hinreichend knapp sein, um ein positives Preissignal zu generieren. Erst ein solches hält die Emittenten zur einzelwirtschaftlichen Optimierung ihrer individuellen Emissionsmenge und ihrer Vermeidungsanstrengungen an, führt zur gesamtgesellschaftlich effizienten Allokation, lastet die Umweltnutzungskosten umfassend an und setzt Innovationsanreize. Eine größere Knappheit bei der Festlegung der Emissionsgesamtmenge erhöht die Knappheitsrenten, über deren Verteilung politisch im Zuge der Erstvergabe zu entscheiden ist. Bei der Festlegung der Gesamtemissionsmenge sind ggf. auch anzuerkennende externe Reduktionskredite zu inkludieren, um spätere Verwässerungen des heimischen Preissignals zu verhindern. Insgesamt empfiehlt sich damit eine Emissionsgesamtmenge die, inklusive möglicher Reduktionskredite, hinreichend knapp ist, um ein positives Preissignal zu generieren.

Konkret kann das optimale Ausmaß an Klimaschutz und damit eine optimale Emissionsgesamtmenge ökonomisch zwar nicht exakt bestimmt werden (Coase 1960), Kosten-Nutzen-Analysen können aber durchaus Orientierungshilfen darstellen. So konnte gezeigt werden, dass eine Verfehlung des naturwissenschaftlich begründeten 2°C-Ziels größere Kosten verursacht als eine Klimapolitik die zur Einhaltung des Ziels führt (Stern 2007) und das eine umgehendes Handeln kostengünstiger ist, als ein späteres Agieren (Kemfert 2005). Allerdings erfolgt mit der Cap-Entscheidung eine klare Scale-Festlegung, die politisch und ex ante entschieden werden muss und nicht allein dem Markt überlassen werden darf, da neben ökonomischen u.a. auch ökologische Kriterien anzulegen sind, um den abusus der Ressource zu verhindern. Aus dem konkreten 2°C-Ziel lässt sich eine Menge an Restemissionen ableiten, die global noch zur Verfügung steht (Meyer 2000, WBGU 2009). Sollen aus diesem globalen Ziel supranationale, nationale, regionale oder gar lokale Caps abgeleitet werden, stellen sich vor allem Verteilungsfragen.

Bei der Entscheidung über die Spezifizierung des Caps garantieren nur absolute Mengenvorgaben die Einhaltung des Scale in verfügungsrechtlicher Hinsicht. Zudem lassen sich auf absoluten Mengen basierende Emissions-

rechte leichter marktfähig machen als spezifische Reduktionskredite. Auf absoluten Mengen basierende Emissionsrechten tragen somit unmittelbarer zu einer effizienten Allokation bei und senken zusätzlich die Administrationskosten.

Ist eine Dynamisierung des Caps z.B. für den Übergang von den Status Quo Emissionen zum Zielwert vorgesehen, so sollte diese ex ante festgelegt werden, um den Emittenten Planungssicherheit zu gewähren, so die intertemporale Optimierung der Vermeidung zu erleichtern und eine kosteneffiziente Allokation auch über die Zeit zu ermöglichen. Eine Dynamisierung empfiehlt sich oft auch, um den Innovationsanreiz bei zunehmender Emissionsreduktion und Freisetzung von Emissionslizenzen und ceteris paribus sinkender Lizenzpreise aufrecht zu erhalten. Ändern sich die Rahmenbedingungen wie z.B. die ökologischen Notwendigkeiten, so können auch punktuelle, ungeplante Eingriffe in die Emissionsgesamtmenge notwendig werden, um das Scale neu zu definieren. Zwar führt ein solcher Eingriff umgehend wieder zu einem effizienten Markt mit einem neuen Gleichgewichtspreis, die Übergangs- und Anpassungskosten können aber erheblich sein, so dass solche abrupten Eingriffe möglichst vermieden werden sollten. Begründet werden können nachträgliche Eingriffe verfügungsrechtlich allerdings durch Bezugnahme auf die vertragstheoretische Begründung von Eigentum, nach der ein gesellschaftlicher Konsens – beispielsweise aufgrund der Erkenntnis sich ändernder ökologischer Notwendigkeiten – bestehende Eigentumsstrukturen ändern kann. Insgesamt scheint eine Dynamisierung des Caps in Form einer stetigen Abwertung der Lizenzen oder einer Reduktion der Emissionsgesamtmenge sinnvoll, während abrupte Eingriffe in die Emissionsgesamtmenge nur in besonders dringlichen Fällen erwogen werden sollten.

3.3 Erstvergabe und Gültigkeit der Lizenzen

Im Rahmen der Erstvergabe von Emissionslizenzen sind Fragen der Kostenpflichtigkeit und ggf. der Zuteilung an Neuemittenten relevant, während bei der Gültigkeit der Lizenzen Anlagenstilllegung sowie die Anerkennung von Banking, Borrowing und Projektkrediten (*offsets*) zu diskutieren sind.

Zunächst ist aus verfügungsrechtlicher Sicht für jedwedes Zuteilungsverfahren zentral, dass Eigentumsrechte eindeutig definiert werden, um allen Akt-

euren hinreichend Entscheidungssicherheit bei der Optimierung ihrer Vermeidungsmaßnahmen und ihres Emissionsausmaßes zu gewähren.

Allein eine Versteigerung erlaubt die unmittelbare Setzung des optimalen Knappheitspreises und damit eine effiziente Allokation auf einzel- und gesamtwirtschaftlicher Basis. Zudem kann das Aufkommen aus einer Versteigerung beispielsweise genutzt werden, um verzerrende Steuern zu reduzieren und damit eine doppelte Dividende zu erzielen (Bovenberg 1999). Soll ein optimaler Festpreises durch den Staat gesetzt werden, so setzt dies die Kenntnis der gesamtgesellschaftlichen bzw. aller individuellen Grenzvermeidungskosten voraus. Diese Informationen dürften dem Staat aber strukturell nicht vorliegen (Baumol/Oates 1971), so dass ein Näherungswert für den optimalen Preis politisch gesetzt werden müsste, der dann iterativ angepasst werden muss, um so eine effiziente Allokation bereits bei der Erstvergabe zu erreichen. Gelingt eine solche optimale Preissetzung nicht, so stellt sich der optimale Preis erst auf dem Sekundärmarkt bei der Reallokation der Lizenzen zwischen den Emittenten ein, was bei diesen zu Unsicherheiten über die Verlässlichkeit des Preissignals und ggf. Effizienzverlusten führt. Analoges gilt auch für die kostenfreie Erstvergabe. In diesem Zusammenhang mindern brennstoffspezifische Benchmarks die Anreize, den Brennstoffwechsel als Vermeidungsoption zu nutzen, da Emittenten beim Übergang auf kohlenstoffärmere Brennstoffe mit geringeren Zuteilungen bestraft werden; so wird die Flexibilität bei der individuellen Optimierung und damit Effizienzpotentiale reduziert. Die vollständige Anlastung der Umweltnutzungskosten und damit die Umsetzung des starken Verursacherprinzips in Form des Polluter-Pays-Principle wird ebenfalls nur durch die Versteigerung der Emissionslizenzen gewährleiste. Die verhindert auch windfall profits, die bei einer kostenlosen Erstvergaben durch die ökonomisch korrekte Einpreisung der Opportunitätskosten entstehen. Werden die Emissionslizenzen hingegen kostenlos vergeben, so werden den Emittenten zunächst nur die Vermeidungskosten angelastet, die Restverschmutzungskosten trägt die Gesellschaft. Auch hinsichtlich der administrativen Kosten erweist sich eine kostenpflichtige Vergabe als vorteilhaft. Im Rahmen einer Auktionierung müssen allein die ausführende Institutionen und das Auktionsverfahren bestimmt werden. Dabei kann auf eine Vielzahl von Erfahrungen aus anderen Bereichen zurückgegriffen werden. Festpreisverkäufe setzen die Fixierung eines Preises voraus, wobei eine effiziente Preissetzung aufgrund der Notwendigkeit einer iterativen Annäherung mit zusätzlichen

Administrationskosten verbunden ist. Kostenlose Erstvergabevarianten sind ebenfalls mit erheblichen Administrationskosten verbunden. Im Falle einer kostenlosen Vergabe auf der Basis historischer Emissionen (*grandfathering*) müssen Basisjahr-Emissionen bestimmt und ggf. ein Erfüllungsfaktor festgelegt werden, der die historischen Ist-Emissionen auf die Soll-Zuteilungen reduziert. Das Basisjahr muss so gewählt werden, dass möglichst vollständige Informationen über die Emissionen im Basisjahr vorliegen, was ein historisches Basisjahr nahe am Startzeitpunkt des Emissionshandelssystems nahelegt. Wird aber ein solches gewählt, müssen Reduktionsmaßnahmen, die vor dem Basisjahr lagen und so zu einer verminderten Lizenzzuteilung führen würden (*early action*), aus wettbewerbspolitischen Gründen gesondert berücksichtigt werden. Zudem sind Entscheidungen über die Behandlung von Neuemittenten zu treffen, die über keine Basisjahremissionen verfügen. Soll auch für Neuemittenten eine kostenlose Zuteilung erfolgen, so ist einerseits eine Reserve für Neuemittenten zu bilden, die, soll das ökologische Ziel erreicht werden, ex ante aus der Emissionsgesamtmenge generiert werden muss und damit Einschränkungen für andere Emittenten nach sich zieht. Für die Feststellung des Umfangs einer solchen Reserve sind erhebliche Informationsanstrengungen bezüglich potentieller zukünftiger Emittenten notwendig. Andererseits muss aus Mangel an historischen Daten ein anderes Verfahren als das Grandfathering für die Erstzuteilung an Neuemittenten gewählt werden. Geeignet wären hierfür aber auch für eine grundsätzliche kostenlose Zuteilung Effizienzrichtwerte (*benchmarks*). So könnte für die Produktion von Strom ein Richtwert von x Einheiten CO_2/kWh gelten. Dieser würde multipliziert mit historischen oder geplanten Output-Mengen, um so die Menge an zuzuteilenden Emissionslizenzen festzulegen. Bei Altemittenten könnten sowohl historische Output-Mengen als auch Output-Prognosen verwendet werden, während für Neuemittenten allein die zweite Variante möglich ist. Bei Prognosen muss allerdings eine Korrektur ex post erfolgen. Zudem müssen bei der Festlegung der Benchmarks aus wettbewerbspolitischen Gründen spezifische Richtwerte für bestimmte Produktgruppen festgelegt werden, wobei der administrative Aufwand mit dem Grad der Individualisierung der Benchmarks steigt. Besonders die Abgrenzung von Produktgruppen erweist sich hier als kostenintensive Aufgabe. Transaktionskosten bei der Übertragung von Emissionsrechten zur Nutzung von Wissen dürften bei einer Versteigerung geringer sein, da die mit spezifischem Wissen ausgestatteten Emittenten besser über die

für sie optimale Menge an zuzuteilenden Lizenzen entscheiden können, als der Staat, der über dieses wissen nicht verfügt und somit zwangsläufig eine ineffiziente Erstallokation vornehmen würde. Begründet werden kann eine Versteigerung auf der Basis der vertragstheoretischen Eigentumsbegründung, nach der die Gesellschaft per Konsens Eigentum bestimmt und verändern kann. Eine ex ante kostenlose Open Access Ressource kann so per gesellschaftlichem Vertrag in kostenpflichtiges Private Property überführt werden. Allerdings könnten mit der naturrechtlich-vorvertragliche Eigentumsbegründung auch eine kostenlose Zuteilung auf der Basis historischer Emissionen gerechtfertigt werden. Aus wettbewerbspolitischer Sicht muss bei der Erstvergabe verhindert werden, dass effizienzmindernde Wettbewerbsverzerrungen induziert werden. Sowohl bei der kostenpflichtigen als auch bei der kostenlosen Zuteilung muss damit gewährleistet sein, dass sowohl Alt- und Neuemittenten als auch am Markt etablierte konkurrierende Emittenten untereinander so behandelt werden, dass Wettbewerbsverzerrungen unterbleiben. Bei der allgemeinen Versteigerung auf einem polypolistischen Markt werden Wettbewerbsverzerrungen automatisch verhindert. Dabei dürfen allerdings einzelne Emittenten nicht durch Ausnahmen von einer generellen Auktionierung gegenüber Konkurrenten begünstigt werden. Bei Festpreisverkäufen muss der gleiche Lizenzpreis für alle gelten. Erfolgt eine kostenlose Vergabe, so sind Wettbewerbsverzerrungen unausweichlich. Um diese zu minimieren, müssen zunächst sowohl alle Alt- als auch Neuemittenten kostenlose Zuteilungen erhalten. Beim Grandfathering auf der Basis historischer Emissionen erweist sich eine Gleichbehandlung aller Emittenten bereits aus Gründen der Datenverfügbarkeit für Neuemittenten als schwierig. Auch für Altemittenten dürfte die Datenlage unterschiedlich sein. Wir aus Datenverfügbarkeitsgründen ein Basisjahr nahe am Startdatum des Systems gewählt, so werden Emittenten benachteiligt, die vor dem Basisjahr Reduktionsinvestitionen getätigt haben (*early action*) und so eine geringere Menge an Emissionslizenzen zugeteilt bekämen; belohnt würden hingegen diejenigen Emittenten, die vor dem Basisjahr nicht reduziert hatten (*rewarding of the laggards*). Bei einer Erstzuteilung auf der Basis von Benchmarks dürfte es erhebliche Abgrenzungsprobleme bei der Definition von Produkt- oder Produktgruppen-Benchmarks geben, die ebenfalls Wettbewerbsverzerrungen induzieren können. Mindestens müssen für gleiche Produkte- und Produktgruppen, unabhängig vom konkreten Produktionsprozess, gleiche Benchmarks gelten; gerade brennstoffspezifische Benchmarks sind damit

ausgeschlossen. Die Verwendung von Output-Prognosen kann selbst mit einer ex-post-Korrektur zu vorübergehenden Wettbewerbsverzerrungen durch Überallokation bei einigen und reduzierten Zuteilungen an andere führen. Insgesamt induziert damit jede Abweichung von der kostenpflichtigen Vergabe zwangsläufig Wettbewerbsverzerrungen, deren Eingrenzung zudem mit erheblichem Administrationsaufwand verbunden ist. Insgesamt erweist sich damit eine vollständige Auktionierung der Emissionslizenzen als vorzuziehende Variante der Erstvergabe. Sie würde auch Fragen der Neuemittenten-Behandlung und der Anlagenstilllegung überflüssig machen, während diese bei anderen Verfahren administrationskostenintensiv geklärt werden müssten.

Banking und Borrowing erhöhen die Effizienzpotentiale eines Emissionshandelssystems. Sie ermöglichen den Einzelunternehmen die intertemporale Optimierung ihrer Vermeidungsanstrengungen, und gesamtwirtschaftschlich können intertemporale Grenzvermeidungskostenunterschiede ausgenutzt werden. Die Banking-Option kann zudem zusätzliche Innovationsanreize setzen, wenn eine heutige Verbesserung der Emissionsminderungstechnologie zu Emissionseinsparungen führt, die in Form von Emissionslizenzen später wirtschaftliche genutzt werden können. Borrowing hingegen könnte Innnovationen in die Zukunft verschieben. Beide Ansätze dürften jedoch den Administrationsaufwand erhöhen, da die Lizenzen intertemporal übertragen werden müssen und die Anerkennbarkeit zu prüfen ist. Zudem besteht die Gefahr, dass Banking und Borrowing die ursprüngliche Scale-Entscheidung für spezifische Perioden aushebelt. Insgesamt empfiehlt es sich damit, allenfalls Banking zuzulassen, während beim Borrowing eher skpetisch gesehen werden muss.

Die Anerkennung von Projektkrediten (*offsets*) ermöglicht wie Banking und Borrowing die Erschließung zusätzlicher einzel- und gesamtwirtschaftlicher Effizienzpotentiale durch die Ausnutzung von Grenzvermeidungskostenunterschieden in verschiedenen Ländern oder Anwendungsbereichen. Dies gilt sowohl für heimische Projektkredite – z.B. die Kooperation von am heimischen Emissionshandelssystem beteiligten Großunternehmen und ausgenommenen heimischen Kleinunternehmen – als auch für externe Projektkredite – z.B. die Finanzierung von Vermeidungsmaßnahmen außerhalb des heimischen Emissionshandelssystems durch vom heimischen Emissionshandelssystem betroffene Unternehmen. Werden Projektkredite einbezogen, so sollte die Menge anzuerkennender Kredite jedoch bereits ex ante bei der

Gesamtlizenzmengenfestlegung integriert werden, um Knappheitssignale nicht nachträglich zu verwässern, für das heimische Systeme suboptimale Preisniveaus zu induzieren und damit auch die heimischen Innovationsanreize zu reduzieren. Innovationen bei den ursprünglich vom Emissionshandel betroffenen Emittenten könnten jedoch durch die Anerkennung von Projektkrediten behindert werden, wenn sich eine Investition in Projektkredite als günstiger erweist als die Investition in eine verbesserte Vermeidungstechnologie direkt bei den vom Emissionshandel betroffenen Emittenten. Zudem steigen mit der Anerkennung von Projektkrediten und damit der Einbeziehung von Baseline-and-Credit[9]-Elementen in ein Cap-and-Trade-System die Administrationskosten. So müssen Baselines identifiziert, Emissionsprognosen erstellt, Emissionskredite berechnet und deren Validität verifizierte werden. Insgesamt sind damit die Effizienzgewinnen den sinkenden Innovationsanreizen und steigenden Administrationskosten gegenüber zu stellen. Aus der Perspektive einer effizienten Wissensnutzung würde eine umfassende Nutzung von Projektkrediten Vorteile aufweisen, da wiederum Entscheidungsrechte verstärkt an die Orte des Vorhandenseins von spezifischem Wissen transferiert würden. Allerdings kann die uneingeschränkte Anerkennung von Projektkrediten zur Verwässerung der Scale-Entscheidung führen, wenn im ursprünglichen Anwendungsbereich des Emissionshandelssystems die Emissionen aufgrund der Nutzung von Emissionskrediten mit Emissionsreduktionen außerhalb des ursprünglichen Anwendungsbereichs steigen. Eine Anerkennung von Projektkrediten ist damit nur eingeschränkt, d.h. z.B. in Qunatität und Qualität beschränkt zu befürworten.

3.4 Handelssystem

Im Bereich des Handelssystems ist die Handelsplattform ebenso zu spezifizieren wie Handelsperioden und etwaige Markteingriffe.

Um eine gesamtwirtschaftlich effizientes Emissionshandelssystem zu etablieren und dabei Transaktions- und Administrationskosten zu minimieren müssen verlässliche Plattformen sowohl für die etwaige Versteigerung bei

---

[9] Bei Baseline-and-Credit-Elementen erfolgt keine Festlegung einer absoluten Gesamtmengenbegrenzung. Vielmehr wird von einem Referenzszenario (*baseline*) bezüglich der Emissionsentwicklung ausgegangen, und nur über dieses Referenzszenario hinausgehende Reduktionen generieren Emissionskredite (*credit*), die dann auf einem Markt gehandelt werden können.

der Erstvergabe als auch für den Sekundärmarkt gewählt werden. Hier empfiehlt es sich auf in anderen Bereichen bewährte Verfahren und Marktinstitutionen zurückzugreifen. Etablierte Energie- oder Ressourcenbörsen sowie Makler vereinfachen die Zusammenführung von Angebot und Nachfrage durch Institutionalisierung. Such-, Informations-, Verhandlungs- und Entscheidungskosten könnten so verringert werden, wenngleich Teile der Einsparungen als Maklergebühren verwendet würden, während der bilaterale Handel zwischen vertrauten Handelspartnern auch Maklerkosten spart. Eine weitgehende Automatisierung der Transaktionen trägt ebenso zur Senkung der Transaktionskosten bei. Insgesamt erweist sich damit ein auf etablierten Institutionen aufgebautes, automatisiertes Handelssystem als vorteilhaft. Zusätzlich empfiehlt sich zur Verhinderung von Wettbewerbsverzerrungen die Einrichtung einer Marktaufsicht.

Längere Handelsperioden bzw. Erfüllungsperioden ermöglichen eine bessere intertemporale Optimierung und damit höhere einzel- und gesamtwirtschaftlich Effizienzpotentiale; Banking und Borrowing könnten bei hinreichend langen Perioden ggf. sogar entfallen und damit Administrationskosten eingespart werden. Ebenso würden größere Abstände zwischen den Abrechnungszeitpunkten für tatsächliche Emissionen und Emissionslizenzen die Administrationskosten senken. Insgesamt empfehlen sich daher lange Handels- bzw. Erfüllungsperioden.

Markteingriffe wie Sicherheitsventile (*safety valves*) oder Preiskorridore behindern sowohl die einzel- als auch die gesamtwirtschaftlich effiziente Allokation von Vermeidungsmaßnahmen, da sie das optimale Preissignal verzerren. Eine vollständige Kostenanlastung nach dem Polluter-Pays-Principle würde verhindert und Innovationsanreize gemindert. Zudem erhöhen Markteingriffe die Administrationskosten, da Eingriffsauslöser definiert und die Märkte intensiv überwacht werden müssten. Zudem sind die konkreten Markteingriffe zu spezifizieren und mögliche Wirkungen zu bewerten. Zwar lassen sich auch Markteingriffe vertragstheoretisch begründen; gleichzeitig können sie aber die Eigentumsrechte beeinträchtigen. Insgesamt sollten Markteingriffe daher unterbleiben. Falls solche trotzdem vorgesehen werden, ist zumindest ex ante die Form der Eingriffe festzulegen, so dass Marktteilnehmer dies antizipieren können.

3.5 Kontrollsystem und Sanktionierung

Im Bereich des Kontrollsystems sind Fragen des Monitoring, des Reporting, der Verifizierung und des Registersystems zu klären. Zusätzlich müssen Sanktionen bestimmt werden.

Damit ein Emissionshandelssystem zu einer einzel- und volkswirtschaftlich effizienten Allokation führen kann, Umweltnutzungskosten angelastet und Innovationsanreize gesetzt werden, muss gewährleistet sein, dass alle getätigten Emissionen durch den Besitz von Emissionslizenzen abgedeckt sind. Um eine solche Überwachung verlässlich zu gewährleisten sind folgende Element notwendig:

- ein Verfahren zur Messung oder Berechnung der tatsächlichen Emissionen
- ein Emissionsregister
- ein Emissionslizenzregister
- ein Abgleichungsverfahren für Emissionen und Lizenzen

Dabei senkt eine kontinuierliche elektronische Erfassung von Emissionsdaten, wie sie in den 1990er Jahren im U.S.-amerikanischen Acid Rain Program für eine Vielzahl von Schadstoffen etabliert wurde (Ellerman 2000), erheblich die Administrationskosten. Die Überwachung über verifizierte Emissionsberichte, wie sie im EU-Emissionshandelssystem für Treibhausgase verwendet wird (Ellerman 2010), ist vergleichsweise aufwendiger. Auch für die Emissionslizenzen empfiehlt sich ein kostensenkendes automatisiertes Buchungs- und Registersystem, das sowohl die zugeteilten und aktuell gehaltenen Lizenzen als auch die jeweiligen Transaktionen auf dem Sekundärmarkt umfasst. Aus verfügungsrechtlicher Sicht sollte das Kontrollsystem dafür sorgen, dass die Zuordnung von Eigentumsrechten eindeutig ist. Aus wettbewerbspolitischen Gründen sollten die Überwachungssysteme für alle Emittenten gleich sein. Insgesamt erweist sich damit ein automatisiertes, kontinuierliches und für alle gleiches Kontrollsystem als vorteilhaft.

Da für die einzel- und volkswirtschaftlich effiziente Allokation, die Anlastung von Umweltnutzungskosten und die Setzung von Innovationsanreizen die Übereinstimmung von getätigten Emissionen und gehaltenen Emissions-

lizenzen notwendige Voraussetzung sind, müssen Verstöße gegen diese Vorgabe sanktioniert werden. Monetäre Sanktionen wirken dabei als Quasi-Preise, so dass sie deutlich über den zu erwartenden Marktpreisen für Emissionslizenzen liegen müssen. Um zusätzlich zu verhindern, dass Sanktionen als kostengünstige Erfüllungsoption gesehen werden, kann eine Nacherfüllungspflicht implementiert werden, d.h. Unterdeckungen müssen nachträglich durch das Einreichen von zusätzlichen Emissionslizenzen kompensiert werden. Aus verfügungsrechtlicher Sicht ist es ebenso notwendig, unrechtmäßige Eingriffe in das Eigentum zu sanktionieren. Aus wettbewerbspolitischen Gründen müssen wiederum Sanktionen für alle Emittenten gleich sein. Insgesamt empfehlen sich daher für alle Emittenten gleiche monetäre Sanktionen, die deutlich über dem Lizenzpreis liegen, wobei zusätzlich eine Nacherfüllung gefordert werden kann.

4. Fazit

Emissionshandelssysteme erfreuen sich in der Umweltpolitik zunehmender Beliebtheit. Allerdings entfalten implementierte Systeme oft nicht vollständig die von Ökonomen erhofften positiven Effizienzwirkungen. Relevante Wirkungscharakteristika für die Bewertung von Emissionshandelssystemen sind dabei die einzel- und volkswirtschaftliche Effizienz (statisch), die betriebliche Kostenanlastung, die Setzung von Innovationsanreizen, Administrations- und Transaktionskosten, Verfügungsrechte und wettbewerbspolitische Implikationen.

Gründe für die bisher wenig zufriedenstellenden ökonomischen Wirkungen etablierter Emissionshandelssysteme lassen sich in den spezifischen Ausgestaltungsmerkmalen von Emissionshandelssystemen in der Praxis wie dem Anwendungsbereich und der Verbindlichkeit, dem Cap, der Erstvergabe und der Gültigkeit der Lizenzen, dem Handels- und Kontrollsystem sowie der Sanktionierung finden.

Verknüpft man Wirkungscharakteristika und Ausgestaltungsmerkmale so lassen sich folgende fünf Ausgestaltungsempfehlungen für ein aus ökonomischer Perspektive ambitioniertes Emissionshandelssystem ableiten, die detailliert auch in Abbildung 8 dargestellt sind.

1. Verbindliche Einbeziehung möglichst aller Emittenten und Schadstoffe – Ausnahmen nur für Emittenten und Schadstoffe mit gerin-

gem Kostensenkungsbeitrag – in ein Downstream-System mit Opt-in, aber ohne Opt-out-Möglichkeit.

2. Bei der Cap-Entscheidung muss eine absolute Gesamtemissionsmenge fixiert werden, die Knappheit generiert und dynamisch angepasst werden kann.
3. Bei der Erstvergabe empfiehlt sich eine vollständige Auktionierung. Banking sollte erlaubt sein, Borrowing hingegen ausgeschlossen bleiben. Projektkredite können in Qualität und Quantität begrenzt anerkannt werden.
4. Das Handelssystem kann auf etablierte Institutionen wie Börsen und Makler zurückgreifen un sollte möglichst automatisiert sein.
5. Das Kontrollsystem muss zuvorderst verlässlich sein; ein automatisiertes, kontiniuierliches Monitoring erweist sich hier als vorteilhaft. Sanktionen müssen wirksam sein und in ihrer Höhe über dem Preis für Emissionslizenzen liegen.

Gelingt es politisch ein derart gestaltetes, ökonomisch ambitioniertes Emissionshandelssystem zu etablieren, so dürften sich deutliche Effizienzgewinne gegenüber derzeit in der Praxis etablierten Systemen ergeben.

Abbildung 8: Ausgestaltung eines effizienten Emissionshandelssystems

	Effizienz	Kostenanlastung	Innovationsanreiz	Administrations-, Transaktionskosten	Verfügungsrechte	Wettbewerb
Anwendungsbereich, Verbindlichkeit Schadstoffe Emittenten upstream/downstream opt-in/opt-out verbindlich/freiwillig	möglichst alle möglichst alle upstream nur opt-in verbindlich	möglichst alle möglichst alle upstream nur opt-in verbindlich	möglichst alle möglichst alle downstream nur opt-in verbindlich	wenige wichtige wenige wichtige up-, downstream kein opt-in o. opt-out verbindlich	möglichst alle möglichst alle upstream nur opt-in verbindlich	möglichst alle möglichst alle downstream verbindlich
Cap Emissionsgesamtmenge absolute/spezifische Ziele Dynamik	knapp (KNA) absolut ex ante	knapp absolut	knapp absolut Verknappung	absolut	scale (2°C-Ziel) absolut scale	
Erstvergabe, Gültigkeit kostenlos/kostenpflichtig banking/borrowing Projektkredite (offsets)	Auktion banking/borrowing umfassend nutzen	Auktion	Auktion banking/kein borrow begrenzt nutzen	Auktion kein bank, borrow keine offsets	offen kein bank, borrow begrenzt nutzen	Auktion
Handelssystem Plattform Perioden Markteingriffe	Börsen, Makler etc. lang keine	keine	keine	Börsen, Makler etc. lang keine	keine	keine
Kontrollsystem, Sanktionen MRV, Register Sanktionen	verlässlich wirksam, >p	verlässlich wirksam, >p	verlässlich wirksam, >p	autom. u. kontinuierl. monetär	verlässlich wirksam, >p	verlässlich, gleich gleich

Literatur

Balks, Marita (1995): Umweltpolitik aus Sicht der neuen Institutionenökonomik. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag

Baumol, William J./Oates, Wallace, E. (1971): The Use of Standards and Prices for Protection of the Environment. In: Swedish Journal of Economics 73(12), 42-54

Boemare, Catherine/Quirion, Philippe (2002): Implementing greenhouse gas trading in Europe – Lessons from economic literature and international experiences. In: Ecological Economics 43, 213-230

Bonus, Holger (1986): Eine Lanze für den Wasserpfennig – Wider die Vulgär-
form des Verursacherprinzips. In: Wirtschaftsdienst 9, 451-455

Bonus, Holger (1995): Umweltlizenzen. In: Junkernheinrich, Martin/Klemmer, Paul/Wagner, Gerd Rainer (1995) (Hg.): Handbuch zur Umweltökonomie. Berlin: Analytica. 301-306

Bovenberg, Lans A. (1999): Green Tax Reforms and the Double Dividend – an Updated Reader´s Guide. In: International Tax and Public Finance 6(3), 421-443

Bromley, Daniel W. (1991): Environment and economy – property rights and public policy, Oxford/Cambridge: Blackwell

Butzengeiger, Sonja/Betz, Regina/Bode, Sven (2001) Making GHG Emissions Trading work – Crucial issues in designing national and international Emissions Trading Systems. Hamburg: HWWA

Coase, Ronald H. (1937): The Nature of the Firm. In: Economica 4, 386-405

Coase, Ronald H. (1960): The Problem Of Social Cost. In: Journal Of Law And Economics 4, 1-44

Commons, John R. (1934): Institutional Economics, Madison: University of Wisconsin Press

Crocker, Thomas D. (1966): The Structuring of Atmospheric Pollution Control Systems. In: Wolozin, Harold (Hg.): The Economics of Air Pollution. New York: Norton. 61-85

Dales, John H. (1968a): Land, Water, and Ownership. In: Canadian Journal of Economics 1(4), 791-804

Daly, Herman (1999) Wirtschaft jenseits von Wachstum – Die Volkswirtschaftslehre nachhaltiger Entwicklung. Salzburg: Anton Pustet

Demsetz, Harold (1967): Towards a Theory of Property Rights In: American Economic Review 57, 347-359

Ellerman, A. Denny et al. (2000): Markets for Clean Air: Cambridge University Press

Ellerman, A. Denny et al. (2010): Pricing Carbon. Cambridge: Cambridge University Press

Endres, Alfred (2007): Umweltökonomie. Stuttgart: Kohlhammer

Endres, Alfred/Ohl, Cornelia (2005): Kyoto, Europe? – An Economic Evaluation of the European Emission Trading Directive. In: European Journal of Law and Economics 19(1), 17-39

Fankhauser, Samuel/Hepburn, Cameron (2010a): Designing carbon markets Part I – Carbon markets in time. In: Energy Policy 38, 4363-4370

Fankhauser, Samuel/Hepburn, Cameron (2010b): Designing carbon markets Part II – Carbon markets in space. In: Energy Policy 38, 4381-4387

Furubotn, Eirik G./Pejovich, Svetozar (Hg.) (1974): The Economics of Property Rights. Cambridge: Ballinger

Häder, Michael (1997): Umweltpolitische Instrumente und Neue Institutionenökonomik. Wiesbaden: Gabler

Heister, Johannes, Michaelis, Peter (1990) Umweltpolitik mit handelbaren Emissionsrechten. Tübingen: Mohr

Kemfert, Claudia/Praetorius, Barbara (2005): Die ökonomischen Kosten des Klimawandels und der Klimapolitik. In: Vierteljahreshefte zur Wirtschaftsforschung 74(2), 133-136

Kete, Nancy (1992): The Politics of Markets – The Acid Rain Control Policy in the 1990 Clean Air Act Amendments. Baltimore: John Hopkins University

Lerch, Achim (1996a): Verfügungsrechte und biologische Vielfalt – Eine Anwendung der ökonomischen Analyse der Eigentumsrechte auf die spezifischen Probleme genetischer Ressourcen. Marburg: Metropolis

Lerch, Achim (1996b): Die Tragödie des Gemeineigentums – Zur Fragwürdigkeit eines berühmten Paradigmas. In: Kantzenbach, Erhard/Molitor, Bruno/Mayer, Otto G. (Hg.): Hamburger Jahrbuch für Wirtschafts- und Gesellschaftpolitik. Tübingen: Mohr. 255-270

Meyer, Aubrey (2000): Contraction and Convergence – The Global Solution to Climate Change. Totnes: Green Books, 2000.

OECD (2002): Implementing Domestic Tradeable Permits – Recent Developments and Future Challenges. Paris: OECD Publishing

OECD (2004): Tradeable Permits – Policy Evaluation, Design and Reform. Paris: OPECD Publishing

Roßnagel, Alexander/Hentschel, Anja/Bebenroth, Ralf (2008): Die Emissionshandelssysteme in Japan und Deutschland: Kassel: Kassel University Press

Rudolph, Sven/Jahnke, Matthias/Galevska, Jasmina (2005): Zur gesellschaftlichen Akzeptanz umweltökonomischer Konzepte – Das Beispiel handelbarer Emissionslizenzen. In: Beschorner, Thomas/Eger, Thomas (Hg.): Das Ethische in der Ökonomie – Festschrift zum 60. Geburtstag von Hans G. Nutzinger. Marburg: Metropolis. 563-586

Schwarze, Reimund (2001): Zur dynamischen Anreizwirkung von Umweltzertifikaten. In: Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht 4, 501-536

Simonis, Udo E. (1998): Ökologischer Imperativ und privates Eigentum. In: Zeitschrift für angewandte Umweltforschung 1, 63-71

Stavins, Robert N. (1995): Transaction Costs and Tradable Permits. In: Journal of Environmental Economics and Management 29, 133-148

Stern, Nicholas (2007): The Economics of Climate Change – The Stern Review. Cambridge: Cambridge University Press

WBGU (Hg.) (2009): Kassensturz für den Weltklimavertrag – Der Budgetansatz. Berlin 2009

Weimann, Joachim (1995): Umweltökonomik – Eine theorieorientierte Einführung. Berlin et al.: Springer

Weise, Peter et al. (2004): Neue Mikroökonomie. Heidelberg: Physica-Verlag

Interdisciplinary Research on Climate Change Mitigation and Adaptation

Discussion Paper 03/2011

UNIKASSEL VERSITÄT

COMPETENCE CENTRE FOR Cli mate Change M itigation and A daptation