



Mai 2008

Nutzen und Kosten einer klimapolitischen Kooperation zwischen der Schweiz und der EU

WWZ Forschungsbericht 02/08

Iris Maria Oberauner, Frank C. Krysiak

Der Autor/ die Autoren:

Iris M. Oberauner

Wirtschaftswissenschaftliches Zentrum (WWZ) der Universität Basel
Abteilung Umweltökonomie
4003 Basel
iris.oberauner@unibas.ch
Telefon: +41 61 267 33 79

Professor Dr. Frank Krysiak

Wirtschaftswissenschaftliches Zentrum (WWZ) der Universität Basel
Abteilung Umweltökonomie
CH-4003 Basel
frank.krysiak@unibas.ch

Eine Publikation des Wirtschaftswissenschaftlichen Zentrums (WWZ) der Universität Basel.

© WWZ Forum 2008 und der Autor/ die Autoren. Eine Reproduktion über die persönliche Nutzung des Papiers in Forschung und Lehre hinaus bedarf der Zustimmung des Autors/ die Autoren.

Kontakt:

WWZ Forum | Petersgraben 51 | CH-4003 Basel | forum-wwz@unibas.ch | www.wwz.unibas.ch

Danksagung

Wir möchten dem WWZ Forum für die Finanzierung danken, die es uns ermöglicht hat, dieses Forschungsprojekt zu realisieren. Insbesondere gilt unser Dank Herrn Dipl. Ing. Michael Braune-Krickau, Frau Dr. Brigitte Guggisberg und Frau Christine Bracher.

Unser Dank geht weiters an Herrn Yvan Keckseis, Herrn Dr. Paul Filliger und Herrn Dr. Andreas Schellenberger vom Bundesamt für Umwelt, Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation, für die Bereitstellung verschiedener Informationen.

Zusammenfassung

Mit 01. Januar 2008 wurde in der Schweiz ein System zum Handel von Emissionsrechten gestartet. Neben der CO₂-Abgabe und dem Klimarappen auf Treibstoffe soll diese klimapolitische Massnahme wesentlich zur Erfüllung der Kyoto-Zielreduktion beitragen. Die Schweiz verfolgt zur Senkung der Treibhausgase eine weltweit einzigartige Politik, indem sie Unternehmen, die CO₂-Emissionen aus energetische Nutzung fossiler Brennstoffe verursachen, die Möglichkeit eröffnet, ihre Regulierungsform zur Begrenzung ihrer Emissionen selbst zu wählen. Unternehmen können einerseits die CO₂-Abgabe zahlen, andererseits am Emissionshandel teilnehmen.

Vorreiter in der Umsetzung des Emissionshandels von Kohlendioxid ist die Europäische Union. Ihr System besteht bereits seit 2005 und involviert alle 27 Mitgliedsstaaten. Zur weiteren Ausweitung des Handels, wurde mittlerweile auch eine Einigung zur Kooperation mit Norwegen, Liechtenstein und Island erzielt. Die Expansion des Marktes eröffnet die Chancen, einen höheren Grad an Kosteneffizienz und an Marktliquidität zu erreichen. Die Schweiz strebt ein Abkommen zur Anknüpfung ihres Emissionshandelssystems an jenes der EU an, um eben diese Chancen für sich zu realisieren. Konkret wird die bilaterale Anerkennung von Emissionsrechten zur Schaffung eines gemeinsamen Binnenmarktes diskutiert. Die ökonomische Analyse der Vereinbarkeit beider Systeme sowie die Auswirkungen eines derartigen Abkommens sind Ziel dieser Studie.

Die Vereinbarkeit beider Systeme ist im Hinblick auf zwei Aspekte kritisch zu beurteilen. Zum einen fordert die EU für eine Anbindung an das EU-Emissionshandelssystem von Drittstaaten einen verpflichtenden Partizipationsmodus, d. h. die ausgewählten Unternehmen sind zur Teilnahme verpflichtet. Durch die Wahlmöglichkeit schweizerischer Unternehmen ist dieses Kriterium nicht erfüllt. Zum anderen erfüllt die Schweiz nicht die geforderte Stringenz in der Sanktion bei Nichterfüllung der Reduktionsverpflichtung.

Aus gesamtwirtschaftlicher Perspektive sind es die Steigerung der Kosteneffizienz und die Erhöhung der Liquidität am Markt für Emissionsrechte, die für ein Abkommen mit der EU sprechen. Wechselkursschwankungen, die zur Fehlallokation von Emissionsrechten führen können, sind zwischen der EU und der Schweiz hinreichend klein, als das ihr negativer Effekt ein Hindernis für eine Verknüpfung der Emissionshandelssysteme darstellen könnte.

Für die Wirtschaft weitere bedeutsame Auswirkungen lassen sich aus heutiger Sicht zum Teil nur allgemein darstellen. Notwendige Daten zur Abschätzung der Auswirkungen eines Abkommens auf die Branchen in der Schweiz waren aufgrund der Aktualität der Problemstellung nicht verfügbar. Welche Unternehmen aber von einer Verknüpfung profitieren und welche verlieren, wird vom Preis von Emissionsrechten im Vergleich zu Autarkie abhängen und davon, ob Unternehmen als Käufer oder Verkäufer am Markt auftreten.

Der Preis in einem verknüpften System spielt auch hinsichtlich des Selektionsverhaltens der Unternehmen in der Wahl zwischen der Teilnahme am Emissionshandel und der Zahlung der Steuer eine zentrale Rolle. Ist der Preis deutlich höher als die CO₂-Abgabe, besteht für schweizerische Unternehmen die Möglichkeit zur Arbitrage im Handel mit Emissionsrechten, mit der Konsequenz, dass die ökologische Treffsicherheit in einem verknüpften System nicht mehr gewährleistet werden kann. Aktuelle Spot- und Futurepreise lassen einen Preis für Emissionsrechte erwarten, der höher ist als alle derzeit möglichen Entwicklungspfade der CO₂-Abgabe.

Zusammengefasst bleiben als Hindernis für eine Verknüpfung der Emissionshandelssysteme zum einen der Sanktionsmechanismus der nicht die von der EU geforderte Stringenz erfüllt. Eine gesetzliche Anpassung zu mehr Stringenz erscheint politisch einfach durchsetzbar, ohne dabei aber schweizerische Unternehmen zu beeinträchtigen. Zum anderen erschwert die EU-Vorgabe eines verpflichtenden Partizipationsmodus ein Zustandekommen des Abkommens. Wird eine Anpassung der CO₂-Abgabe auf ein Niveau vorgenommen, das Arbitrageverhalten schweizerischer Unternehmen verhindert, ist die Insistenz der EU in der Ablehnung eines freiwilligen Partizipationsmodus aus ökonomischen und ökologischen Überlegungen unbegründet. Werden diese beiden Hürden überwunden, dann ist die Kooperation im Sinne der bilateralen Anrechnung von Emissionsrechten möglich und auch sinnvoll.

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	9
2	Klimapolitik der Schweiz	13
2.1	Chronologie der Klimapolitik	13
2.2	Emissionshandelssystem der Schweiz	15
2.3	Flexible Mechanismen	16
2.4	Weitere klimapolitische Massnahmen	17
2.5	Entwicklung der Treibhausgasemissionen	17
3	Klimapolitik der Europäischen Union	21
3.1	Chronologie der Klimapolitik	21
3.2	Emissionshandelssystem der EU	22
3.3	Weitere klimapolitischen Massnahmen	23
3.4	Entwicklung der Treibhausgasemissionen	23
4	Klimapolitische Kooperation	27
4.1	Formen klimapolitischer Kooperation	27
4.2	Stand der Verhandlungen	29
5	Kompatibilität der Emissionshandelssysteme	31
6	Gesamtwirtschaftliche Effekte	41

<i>INHALTSVERZEICHNIS</i>	2
6.1 Einfluss von Wechselkursschwankungen auf die Allokation von Emissionsrechten	41
6.2 Auswirkungen auf die Kosteneffizienz	43
6.3 Auswirkungen auf die Marktliquidität	44
6.4 Auswirkungen auf die ökologische Treffsicherheit	45
7 Einzelwirtschaftliche Effekte	47
7.1 Abhängigkeit der Nachfrage nach Emissionsrechten von stochastischen Einflüssen	47
7.2 Ursachen der Selbstselektion schweizerischer Unternehmen	54
7.3 Branchenspezifische Gewinner und Verlierer einer Kooperation	59
7.3.1 Betroffene Branchen in der Schweiz und in der EU	59
7.3.2 Auswirkungen auf Käufer und Verkäufer von Emissionsrechten in der Schweiz	61
8 Schlussfolgerungen	67
A Modell der Selbstselektion: Policy à la Carte	71

Tabellenverzeichnis

2.1	Entwicklung der Treibhausgasemissionen in der Schweiz gemäss Berechnung nach Kyoto-Protokoll und CO ₂ -Gesetz	18
3.1	Entwicklung der Treibhausgasemissionen in den EU-Mitgliedsstaaten und deren Verpflichtung gemäss Kyoto-Protokoll und EU Burden Sharing Agreement	24
3.2	Prognose über die Zielerreichung der Mitgliedstaaten für das Jahr 2010 im Vergleich zum Basisjahr	25
5.1	Ausgestaltung der Emissionshandelssysteme der Schweiz und der EU sowie deren Beurteilung hinsichtlich Kompatibilität	39
7.1	Grobe Übersicht über die einbezogenen Branchen im CH ETS und im EU ETS	61

Abbildungsverzeichnis

2.1	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen aus der energetischen Nutzung von fossilen Brennstoffen mit der Zielreduktion von 15 %	15
6.1	Wechselkursentwicklung Euro/CHF von 02.01.2001 bis 24.03.2008	42
6.2	Effizienzgewinne aus der Heterogenität der Unternehmen	44
7.1	Angebot und Nachfrage am Markt für Emissionsrechte	48
7.2	Elektrizitätserzeugung nach Kraftwerkstyp in der Schweiz (2006) und in der EU (2005)	50
7.3	Entwicklung der Landeserzeugung von Elektrizität nach Kraftwerksform im Vergleich zum Landesverbrauch	51
7.4	Monatliche Variation in der Elektrizitätserzeugung im Vergleich zum Landesverbrauch im Jahr 2006	52
7.5	Entwicklung der Heizgradtage und der Emissionen aus fossilen Brennstoffen in der Schweiz	53
7.6	Zeitlicher Ablauf der Entscheidungen im Modell	55
7.7	Wahl der Regulierungsform in Abhängigkeit von der Technologie der Unternehmen	56
7.8	Mögliche Entwicklungspfade der CO ₂ -Abgabe und erwarteter Preis für EUAs	58
7.9	CO ₂ -Emissionen aus der energetischen Nutzung fossiler Brennstoffe der schweizerischen Industrie nach Branchen im Jahr 2005	60
7.10	Anzahl der Anlagen im EU ETS nach Aktivität in den EU-25 Mitgliedsländern	61
7.11	Käufer und Verkäufer im Emissionshandel – Autarkie	63

7.12 Auswirkungen einer Kooperation auf Verkäufer und Käufer im Emissionshandel aus Sicht der Schweiz – Preissenkung	64
7.13 Auswirkungen einer Kooperation auf Verkäufer und Käufer im Emissionshandel aus Sicht der Schweiz – Preiserhöhung	65

Abkürzungen

AAU	Assigned Amount Unit (im Rahmen des Kyoto-Protokolls ausgegebene Emissionsgutschriften)
CDM	Clean Development Mechanism
CER	Certified Emission Reduction (Emissionsgutschriften aus CDM-Projekten)
CH ETS	Schweizerisches Emissionshandelssystem
CHU	Im Rahmen des CH ETS ausgegebene Emissionsrechte (U=Unit)
CITL	Community Independent Transaction Log (Emissionshandelsregister im EU ETS)
ERU	Emission Reduction Unit (Emissionsgutschriften aus JI-Projekten)
ETS	Emissionshandelssystem
EU ETS	Europäisches Emissionshandelssystem
EUA	European Union Allowance (im Rahmen des EU ETS ausgegebene Emissionsrechte)
GVK	Grenzvermeidungskosten
JI	Joint Implementation
LULUCF	Land Use, Land-use Change and Forestry (Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft)
MPB	Monitoring, Prüfung, Berichterstattung
NAP	Nationaler Allokationsplan
THG	Treibhausgase
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change (Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen)

Kapitel 1

Einführung

Im Rahmen des Kyoto-Protokolls hat sich die Schweiz für den Zeitraum 2008 – 2012 zur Reduktion ihrer Treibhausgasemissionen um 8 % im Vergleich zum Basisjahr 1990 verpflichtet. Auf politischer Ebene wurde im Vorfeld eine Reihe klimapolitischer Massnahmen gesetzlich verankert, die durch (inter-)nationale Anstrengungen die Erfüllung des Kyoto-Ziels gewährleisten sollen.

Nach Ausbleiben des gewünschten Erfolgs durch freiwillige Massnahmen wurden letzten Endes als zentrale Instrumente eine CO₂-Abgabe und ein optionaler Emissionshandel eingeführt. Beide sind marktbasierende Instrumente, die aus ökonomischer Sicht den Vorteil gegenüber anderen Instrumenten – wie etwa einer Auflage – aufweisen, dass die Erfüllung eines gegebenen Umweltziels auf kosteneffizientere Weise erreicht wird.

Bei der CO₂-Abgabe wird jede Tonne Kohlendioxid (CO₂) aus dem Verbrauch energetisch genutzter fossiler Brennstoffe, wie bei einer Mengensteuer, mit einem vorgegebenen Wert belastet. Von der Zahlung der Abgabe sind alle Sektoren, die fossile Brennstoffe energetisch einsetzen, gleichermassen betroffen. Für die Industrie bietet sich allerdings die Möglichkeit eine Befreiung von der CO₂-Abgabe zu erreichen, indem sie eine rechtliche Verpflichtung zur Senkung ihrer CO₂-Emissionen eingehen und am Emissionshandel teilnehmen. Startzeitpunkt für die Erhebung der CO₂-Abgabe und auch für den Emissionshandel war der 1. Januar 2008.

Den weltweit grössten Handel mit Emissionsrechten betreibt die Europäische Union (EU). Die 27 Mitgliedsstaaten haben sich zum Handel mit Emissionsrechten in einem gemeinsamen Binnenmarkt zusammengeschlossen, um ihrerseits ihre Ziele gemäss Kyoto-Protokoll, unter den Vorteilen eines supranationalen Handels, zu realisieren. Aus ökonomischer Sicht wesentliche Vorteile einer Ausweitung des Marktes sind die Senkung der Erfüllungskosten und die Erhöhung der Marktliquidität am Zertifikatsmarkt. Je mehr Anlagen in einem System eingeschlossen sind, desto mehr Vermeidungsmöglichkeiten und Vermeidungskostendifferenzen sind vorhanden, wodurch die Kosteneffizienz erhöht wird.

In einem nächsten Schritt sieht die Europäische Union eine Ausweitung des Marktes

durch die Anbindung von Emissionshandelssystemen aus Drittstaaten vor. Wesentliche Voraussetzung für eine Verknüpfung ist die technisch adäquate Ausgestaltung des für die Anbindung vorgesehenen Systems. Ende 2007 wurde von der Europäischen Kommission in einer Medienmitteilung bekannt gegeben, dass eine Einigung zur Verknüpfung der Emissionshandelssysteme zwischen der EU und den Systemen von Norwegen, Island und Liechtenstein erzielt wurde (Europäische Union, 2007b). Die Schweiz hat Interesse an einer Anbindung bekundet, offizielle Verhandlungen wurden bislang allerdings nicht eingeleitet.

Im Gegensatz zum Binnenmarkt der Europäischen Union, beruht die Teilnahme am Emissionshandelssystem der Schweiz auf einer freiwilligen Selbstverpflichtung der in Frage kommenden Unternehmen. Auch wenn mit der Gratiszuteilung von Emissionsrechten ein Anreiz für Unternehmen geschaffen wird, den Emissionshandel anstelle der Abgabenzahlung zu wählen, ist der Markt vergleichsweise klein. Kosteneffizienzsteigerung sind dann schwer zu erzielen und die Liquidität am Markt für Emissionsrechte ist gering. Die Anbindung an das System der EU könnte aus schweizerischer Sicht daher zu begrüßen sein. Erforderlich für die Anknüpfung ist ein diesbezügliches Abkommen zwischen der Schweiz und der EU.

Im Vergleich zu herkömmlichen Handelsabkommen unterscheidet sich ein Abkommen im Handel mit Emissionsrechten durch verschiedene gesamt- und einzelwirtschaftliche Aspekte. In dieser Studie sollen diese analysiert werden.

Gesamtwirtschaftliche Aspekte:

- Aus gesamtwirtschaftlicher Sicht sind einerseits Wechselkursschwankungen zu berücksichtigen, da diese bei unvollkommen integrierten Absatz- und Faktormärkten zu einer ineffizienten Allokation der Emissionsrechte führen können.
- Das Ziel des Emissionshandels ist es, im Vergleich zur Setzung von Umweltstandards, Kosteneinsparungen bei der Erfüllung eines vorgegebenen Umweltziels zu erreichen. Auf gesamtwirtschaftlicher Ebene gilt es daher zu untersuchen, ob durch eine klimapolitische Kooperation, Kosteneinsparungen bzw. weitere Effizienzsteigerungen ermöglicht werden.
- Ein Funktionieren des Marktes für Emissionsrechte kann nur dann sichergestellt werden, wenn eine hinreichende Liquidität am Zertifikatsmarkt gegeben ist. Es gilt zu analysieren, inwieweit ein Verknüpfung der Systeme hier einen positiven Beitrag in der Schweiz leisten kann.
- Zur Erfüllung der Ziele nach Kyoto muss geprüft werden, ob eine Verknüpfung die ökologische Treffsicherheit gewährleisten, oder diese sogar fördern kann.

Einzelwirtschaftliche Aspekte:

- Zum einen ist die Nachfrage nach Emissionsrechten von stochastischen Einflüssen (z. B. Temperatur- und Niederschlagsvariabilität) abhängig. Klimatische Bedingungen und regional topographische Gegebenheiten wirken sich auf die Produktion von Elektrizität, und speziell auf die Stromproduktion aus Wasserkraft aus. Zudem tragen Kälte- und Hitzeperioden zur verstärkten Nachfrage nach fossilen Brennstoffen bei. Beide Aspekte können die Nachfrage nach Emissionsrechten wesentlich beeinflussen.
- Zum anderen sind die Bedingungen am Markt für Emissionsrechte von der nationalen Ausgestaltung der Klimapolitik abhängig. Im Gegensatz zur Europäischen Union, besteht in der Schweiz die Möglichkeit für Unternehmen zwischen der Teilnahme am Emissionshandel und der Zahlung einer CO₂-Abgabe zu wählen. Das Entscheidungsverhalten der Unternehmen für das eine oder andere Instrument wird von einer Verknüpfung der Emissionshandelssysteme beeinflusst. Die Möglichkeit der Unternehmen zwischen zwei Instrumenten der Umweltregulierung zu wählen, ist weltweit einzigartig und in der ökonomischen Literatur bislang unerforscht geblieben. Zur Abschätzung der Konsequenzen einer klimapolitischen Kooperation im Zusammenhang mit dem Selbstselektionsverhalten von Unternehmen wurde es deshalb im Rahmen dieses Projekts erforderlich, eine vertiefte ökonomische Analyse auf diesem Gebiet durchzuführen.
- Für das Zustandekommen eines Abkommens mit der EU ist seinerseits von Bedeutung, welche Branchen in beiden Systemen von der klimapolitischen Regulierung betroffen sind und wie sich eine Verknüpfung der Systeme auf diese auswirkt. Zur Beurteilung der Effekte einer Verknüpfung der Emissionshandelssysteme auf die Branchen, erfordert eine Reihe an Informationen, wie etwa die Branchenzugehörigkeit von Unternehmen, die am Emissionshandel teilnehmen und die Zuteilungsmenge von Emissionsrechten. Beides sind Informationen, die bis dato nicht veröffentlicht wurden. Konkrete Aussagen, in welchem Ausmass Branchen von der Kooperation betroffen sind, lassen sich daher nicht treffen. Die Darstellung der Gewinner und Verlierer aus einer Verknüpfung wird daher allgemein dargestellt.

Als Ausgangsbasis für die Beurteilung der ökonomischen und ökologischen Sinnhaftigkeit einer Verknüpfung der Emissionshandelssysteme der Schweiz (CH ETS) und der Europäischen Union (EU ETS) wird in einem ersten Schritt die Ausgestaltung der Klimapolitik in der Schweiz und in der Europäischen Union sowie deren Treibhausgasentwicklung detailliert betrachtet (Kapitel 2 und 3).

In welcher Form eine klimapolitische Kooperation bzw. die Verknüpfung der Emissionshandelssysteme zwischen der Schweiz und der EU stattfinden kann, welche spezifische Form von den politischen Akteuren tatsächlich in Betracht gezogen wird und wie weit der politische Prozess zur Erzielung eines Abkommens vorangeschritten ist, wird in Kapitel 4 aufgezeigt.

Kapitel 5 gibt einen Überblick über die wesentlichen technischen Ausgestaltungselemente beider Emissionshandelssysteme und diskutierte ihre Vereinbarkeit und allfällige Unvereinbarkeit im Hinblick auf eine Verknüpfung. In Kapitel 6 und 7 werden die genannten einzel- und gesamtwirtschaftlichen Aspekte analysiert und die Vor- und Nachteile der einzelnen Punkte diskutiert. In einem letzten Schritt wird schlussgefolgert (Kapitel 8), ob eine Verknüpfung der Emissionshandelssysteme aus ökonomischer und ökologischer Sicht zu begrüßen ist.

Kapitel 2

Klimapolitik der Schweiz

2.1 Chronologie der Klimapolitik

Mit der Ratifizierung des Rahmenübereinkommens der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (Klimakonvention) im Dezember 1993 hat die Schweiz den ersten politischen Schritt zur Anerkennung und zur Milderung des anthropogen verursachten Klimawandels unternommen. Im Rahmen des Kyoto-Protokolls wird durch die Formulierung von konkreten quantitativen Zielen dem Anliegen der Klimakonvention zur "Stabilisierung der Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre auf ein Niveau ... auf dem eine gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems verhindert wird" (United Nations, 1992), nachgekommen. Im Kyoto-Protokoll verpflichtet sich die Schweiz ihre Treibhausgasemissionen um 8 % gegenüber dem Niveau von 1990 in der Zielperiode 2008 – 2012 zu reduzieren. Mit der schweizerischen Ratifizierung am 09.07.2003 (UNFCCC, 2007) und der Erfüllung der Kriterien für ein Zustandekommen des Protokolls, tritt das Kyoto-Protokoll mit 16. Februar 2005 in Kraft, womit die Kyoto-Vereinbarungen für die Schweiz verbindlich wurden.

Grundstein für die Anstrengungen zur Erfüllung der Kyoto-Verpflichtung legt das mit 1. Mai 2000 (Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft, 2007b) in Kraft getretene Bundesgesetz über die Reduktion von CO₂-Emissionen (CO₂-Gesetz). Es sieht gegenüber dem Referenzjahr 1990 eine Reduktion der CO₂-Emissionen aus energetischer Nutzung fossiler Energieträger um 10 % bis zum Jahr 2010 vor, wobei für die Erfüllung der Durchschnitt der Jahre gemäss Kyoto (2008 – 2012) massgebend ist. In absoluten Werten entspricht dieses Ziel in etwa der Reduktionsverpflichtung nach dem Kyoto-Protokoll (siehe dazu auch Kapitel 2.5). Des Weiteren werden die Emissionen dahingehend unterschieden, ob sie aus der energetischen Nutzung von fossilen Brennstoffen oder fossilen Treibstoffen¹ resultieren, mit entsprechenden Subzielen im Ausmass von – 15 % bzw. – 8 %. Zur Erreichung des Reduktionsziels stützt sich das Gesetz zunächst auf energie-, verkehrs-, umwelt- und finanzpolitische sowie freiwillige Massnahmen. Da jedoch absehbar

¹Exklusive Treibstoffe für internationale Flüge.

wurde, dass die Reduktionsverpflichtung nach Kyoto durch die genannten Massnahmen nicht erreicht werden kann, wurden klimapolitisch neue, nach Emissionsverursachern unterschiedliche Pfade eingeschlagen.

Die Reduktion der Emissionen aus **Treibstoffen** soll durch eine freiwillige Massnahme der Erdölbranche, in Form der Einhebung des so genannten Klimarappens auf Benzin- und Dieselölimporte, verwirklicht werden. Der Klimarappen im Ausmass von 1.5 Rappen pro Liter Benzin oder Diesel wird seit 1. Oktober 2005 von der Erdölbranche erhoben und der privaten "Stiftung Klimarappen" zur Finanzierung von treibhausgasenkenden Projekten in der Schweiz und im Ausland zugeführt (Schweizer Bundesrat, 2005a).

Gemäss dem Vertrag der Schweizerischen Eidgenossenschaft und der Stiftung Klimarappen vom 30. August 2005 (UVEK und Stiftung Klimarappen, 2005) liegt die Selbstverpflichtung der Stiftung Klimarappen in der durchschnittlichen Verminderung der CO₂-Emissionen um mindestens 1.8 Mio. Tonnen in den Jahren 2008 – 2012. Davon müssen mindestens 0.2 Mio. Tonnen jährlich mit Projekten in der Schweiz erzielt werden. Die erwarteten Einnahmen sollen gemäss dem Businessplan der Stiftung Klimarappen (Stiftung Klimarappen, 2007) mit einem Anteil von 95 % direkt für den Erwerb ausländischer Kyoto-Zertifikate (über die projektbezogenen Mechanismen Clean Development Mechanism und Joint Implementation) und inländischer CO₂-Emissionsreduktionen (z. B. Gebäudesanierung) eingesetzt werden.

Auf fossile **Brennstoffe** wird die Regulierung der Emissionen über eine CO₂-Abgabe auf jede emittierte Tonne CO₂ verfolgt. Die Erhebung der Abgabe ist jedoch nicht zwingend, sondern erfolgt gekoppelt an die erzielte nationale Emissionsreduktion (nach CO₂-Statistik) nach folgendem Stufenmodell (Schweizer Bundesrat, 2007):

- 12 CHF pro t CO₂ ab 2008, wenn die CO₂-Emissionen aus Brennstoffen im Jahr 2006 das Niveau des Jahres 1990 um weniger als 6 % unterschreitet.
- 24 CHF pro t CO₂ ab 2009, wenn die CO₂-Emissionen aus Brennstoffen im Jahr 2007 das Niveau des Jahres 1990 um weniger als 10 % unterschreitet.
- 36 CHF pro t CO₂ ab 2010, wenn die CO₂-Emissionen aus Brennstoffen im Jahr 2008 das Niveau des Jahres 1990 um weniger als 13.5 % unterschreitet oder in einem der folgenden Jahre die Reduktion im Vergleich zum Basisjahr weniger als 14.25 % beträgt.

Nach CO₂-Statistik für das Jahr 2006 (BAFU, 2007c) konnten die CO₂-Emissionen zwar im Vergleich zu 1990 gesenkt werden, die Reduktion bleibt allerdings hinter den geforderten 6 % (siehe dazu auch Abbildung 2.1). Die Einhebung der Abgabe erfolgt gemäss CO₂-Verordnung somit mit 1. Januar 2008.

Der Ertrag aus der Abgabe wird anteilmässig nach CO₂-Emissionen an die Bevölkerung und an die Wirtschaft verteilt. Die Verteilung des Abgabenertrags an die Bevölkerung übernehmen die Versicherer der obligatorischen Krankenversicherung. Der Ertrag wird jährlich gleichmässig im Rahmen der Prämienzahlung verrechnet. Der Anteil an die Wirtschaft wird über die AHV-Ausgleichskassen an die Arbeitgeber entsprechend dem abgerechneten Lohn der Arbeitnehmer verteilt (Schweizer Bundesrat, 2007).

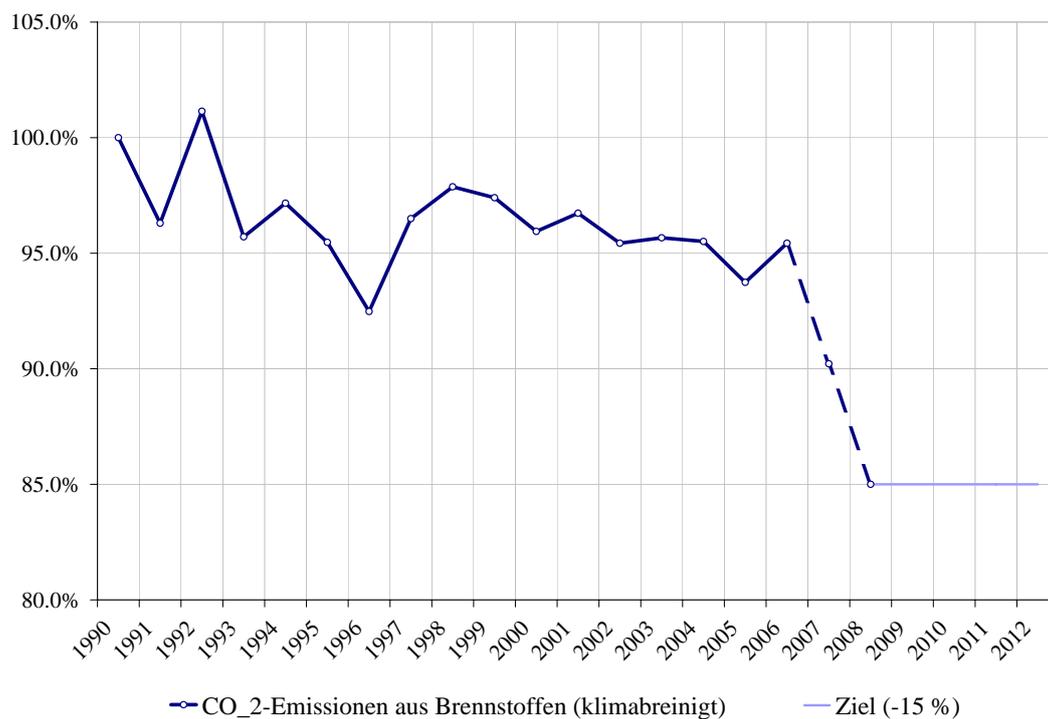


Abbildung 2.1: Entwicklung der CO₂-Emissionen aus der energetischen Nutzung von fossilen Brennstoffen mit der Zielreduktion von 15 % (Quelle: BAFU, 2007c)

2.2 Emissionshandelssystem der Schweiz

Grossverbrauchern von fossilen Energieträgern und jenen, die durch die Einführung einer Abgabe Beeinträchtigungen in ihrer internationalen Wettbewerbsfähigkeit erleiden könnten, räumt das CO₂-Gesetz die Möglichkeit auf Befreiung ein, wenn diese sich verpflichten, ihre CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2010 zu begrenzen und gleichzeitig am schweizerischen Emissionshandelssystem (CH ETS) teilzunehmen.

Befreite Unternehmen verpflichten sich einerseits ein absolutes Begrenzungsziel (CO₂-Frachtziel)² und andererseits einen Indikator für die Wirksamkeit der gesetzten Massnahmen (CO₂-Intensitätsziel)³ einzuhalten (Schweizer Bundesrat, 2007). Bei der Festlegung des CO₂-Frachtziels werden die allgemeinen Reduktionsziele des CO₂-Gesetzes, bereits erzielte Einsparungen, das verbleibende Reduktionspotenzial, die Wirtschaftlichkeit von Massnahmen, die eingesparten Abgaben und das erwartete Wachstum der Produktion

²Das CO₂-Frachtziel wird für das Jahr 2010 prognostiziert. Die zugeteilten Emissionsrechte betragen für die Jahre 2008 – 2012, ohne allfällige Wachstumskorrektur (siehe dazu auch das Kriterium Reduktionsziel in Kapitel 5), entsprechend das Fünffache des Betrags (BAFU und BFE, 2007).

³Das CO₂-Intensitätsziel ist das Verhältnis von CO₂-Fracht zu Business-As-Usual-CO₂-Emissionen (BFE und BAFU, 2007).

berücksichtigt (Schweizer Bundesrat, 2007). Das CO₂-Frachtziel wird jährlich, und letztmals für das Jahr 2010, an Veränderungen im Vergleich zum erwarteten Produktionswachstum des betroffenen Unternehmens angepasst.

Im Umfang des Frachtziels werden den von der CO₂-Abgabe befreiten Unternehmen vom BAFU Emissionsrechte (CHUs) für jene Jahre zugeteilt, in denen sie von der CO₂-Abgabe befreit sind. Unterschreitungen bzw. Überschreitungen des wachstumskorrigierten Frachtziels können durch den Verkauf bzw. Zukauf von Emissionsrechten von anderen schweizerischen Unternehmen bzw. aus dem Ausland kompensiert werden (Schweizer Bundesrat, 2007). Allfällige Transaktionen müssen im nationalen Register verzeichnet werden. Massgebend für die Zielerreichung ist der Durchschnitt über die Jahre, in denen die betroffenen Unternehmen von der Abgabe befreit sind (in der Regel 2008 – 2012). Kann ein Unternehmen seiner Verpflichtung nicht nachkommen, so müssen die zurückerstatteten Abgaben inkl. Zinsen zurückgezahlt werden. Zur Erfüllung ihrer Verpflichtung müssen Unternehmen ihre Emissionsrechte nach Ablauf jeden Jahres im Ausmass der tatsächlich emittierten Menge CO₂ im nationalen Register entwerten.

2.3 Flexible Mechanismen

Die Anrechnung von der Schweiz oder schweizerischen Unternehmen finanzierten und im Ausland durchgeführten Projekten auf das Reduktionsziel, ist in der Verordnung über die Anrechnung der im Ausland erzielten Emissionsverminderungen (CO₂-Anrechnungsverordnung) geregelt. In ihr enthalten sind auch Vorschriften zur Supplementarität⁴ sowie Anforderungen an die Qualität und den Nachweis von Massnahmen im Ausland.

Als anrechenbare Emissionsverminderungen im Ausland gelten Zertifikate aus der Emissionsreduktion im Ausland, welche in einem Anhang I-Land gemäss Kyoto-Protokoll (Joint Implementation – JI)⁵ oder in einem Nicht-Anhang I-Land des Kyoto-Protokolls (Clean Development Mechanism – CDM)⁶ durchgeführt werden (United Nations, 1998). Zudem gelten als anrechenbare Emissionsverminderungen im Ausland ausgestellte Emissionsrechte, soweit sie in Staaten mit vergleichbaren Emissionshandelsregelungen ausgestellt wurden. Hot Air⁷ wird aus der Anrechnung ausgeschlossen (BAFU, 2005).

Die im Ausland erzielten Emissionsverminderungen, die auf das nationale Reduktionsziel angerechnet werden, dürfen im Durchschnitt der Jahre 2008 bis 2012 1.6 Mio. t CO₂-Äqui-

⁴Supplementarität definiert den anrechenbaren Anteil der im Ausland durchgeführten Emissionsreduktionsmassnahmen auf das inländische Reduktionsziel.

⁵Emissionsgutschriften aus JI-Projekten werden als Emission Reduction Units (ERU) bzw. Emissionsreduktionseinheiten bezeichnet.

⁶Emissionsgutschriften aus CDM-Projekten werden als Certified Emission Reductions (CER) bzw. zertifizierte Emissionsreduktionen bezeichnet.

⁷Hot Air ist der Überschuss an Emissionsrechten, der, bedingt durch einen starken Strukturwandel nach 1990, zur deutlichen Unterschreitung des Kyoto-Ziels im betroffenen Land führt. Die Reduktion in den THG-Emissionen stehen dementsprechend in keinem Zusammenhang mit einer Vermeidungsleistung. Beispiele für Hot-Air-Länder sind die Ukraine oder Russland.

valente⁸ nicht überschreiten. Unternehmen, die von der CO₂-Abgabe befreit sind und sich zur Reduktion verpflichtet haben, ist es in der Regel erlaubt 8 % ihres Begrenzungsziels (Frachtziel) mit im Ausland erzielten Emissionsvermindierungen zu erfüllen.⁹

2.4 Weitere klimapolitische Massnahmen

Umweltmassnahmen, die unmittelbar auch auf den Klimaschutz abzielen sind etwa die Änderungen des Mineralölsteuergesetzes und der Mineralölsteuerverordnung sowie das Programm "Energie Schweiz".¹⁰

Das Mineralölsteuergesetz und die Mineralölsteuerverordnung sehen vor, dass Erd- und Flüssiggase steuererleichtert und Treibstoffe wie etwa Biogas, Bioethanol und Biodiesel steuerbefreit werden. Die damit verbundenen Ausfälle von Steuereinnahmen sollen durch eine höhere Besteuerung des Benzins kompensiert werden (Ertragsneutralität).

Das Programm "Energie Schweiz" operiert seit Januar 2001 und beruht auf der Zusammenarbeit verschiedener Politikebenen, der Wirtschaft, NGOs etc. Ziel ist die Förderung von Energieeffizienz und der Einsatz erneuerbarer Energien, um eine nachhaltige Energieversorgung sicherzustellen.

2.5 Entwicklung der Treibhausgasemissionen

Die Berechnung der Emissionen nach CO₂-Gesetz (CO₂-Statistik) beinhaltet CO₂-Emissionen, die auf die energetische Nutzung fossiler Brenn- und Treibstoffe zurückzuführen sind. Nicht berücksichtigt in der Berechnung sind CO₂-Emissionen aus Raffinerien, internationalem Flugverkehr, industriellen Prozessen und der Abfallverbrennung sowie die Treibhausgase Lachgas (N₂O), Methan (CH₄) und synthetische Gase HFC, PFC und SF₆ (BAFU, 2007c). Im Gegensatz dazu umfasst das Kyoto-Protokoll auch alle nicht energetisch bedingten CO₂-Emissionen und die genannten anderen Treibhausgase. Ebenfalls ausgenommen aus der Kyoto-Berechnung sind die aus internationalem Luftverkehr bedingten Emissionen. Die CO₂-Emissionen aus der energetischen Nutzung von Brennstoffen werden in der CO₂-Statistik im Gegensatz zur Berechnung nach Kyoto-Protokoll zum Ausgleich von Schwankungen des Brennstoffverbrauchs, bedingt durch unterschiedlichen Heizbedarf, nach Heizgradtagen klimakorrigiert. Für die Erfüllung der Kyoto-Verpflichtung ist allerdings der nicht-klimabereinigte Brennstoffverbrauch massgebend.

⁸CO₂-Äquivalente sind nach ihrem Erderwärmungspotenzial normierte Treibhausgase.

⁹Eine Ausnahme stellen Gaskombikraftwerke (Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft, 2007a) und Unternehmen dar, für die die Emissionsvermindierungen innerhalb des Betriebs technisch nicht möglich oder wirtschaftlich nicht tragbar sind (z. B. Markteintritte). Ihr Satz liegt in der Regel bei 30 %.

¹⁰Für weitere Massnahmen sei auf die Website des BAFU (Wichtige Sektorpolitiken, Abrufdatum: 12.03.2008, <http://www.bafu.admin.ch/klima/00493/00500/>) verwiesen, wo umfassend weitere klimapolitische Massnahmen dokumentiert sind.

Tabelle 2.1: Entwicklung der Treibhausgasemissionen in der Schweiz gemäss Berechnung nach Kyoto-Protokoll und CO₂-Gesetz in Mio. t CO₂-Äquivalenten (*Quelle: BAFU, 2007c; UNFCCC, 2008*)

	Berechnung nach Kyoto ¹	CO ₂ -Statistik Brennstoffe ²	CO ₂ -Statistik Treibstoffe	Gesamt	Anteil CO ₂ -Statistik an Kyoto-Berechnung
1990	52.75	25.39	15.54	40.93	77.6 %
1991	54.38	24.45	16.03	40.48	74.4 %
1992	54.26	25.68	16.35	42.03	77.5 %
1993	51.43	24.30	15.30	39.60	77.0 %
1994	50.53	24.67	15.50	40.17	79.5 %
1995	51.04	24.24	15.19	39.43	77.2 %
1996	51.80	23.48	15.24	38.71	74.8 %
1997	51.05	24.50	15.81	40.31	79.0 %
1998	52.29	24.85	16.03	40.87	78.2 %
1999	52.49	24.73	16.63	41.35	78.8 %
2000	51.71	24.36	16.88	41.24	79.8 %
2001	52.55	24.56	16.59	41.15	78.3 %
2002	51.58	24.23	16.49	40.71	78.9 %
2003	52.58	24.29	16.67	40.96	77.9 %
2004	53.04	24.25	16.79	41.04	77.4 %
2005	53.64	23.80	16.87	40.67	75.8 %
2006	n.v. ⁵	24.23	16.96	41.19	n.v.
Zielreduktion ³	- 8 %	- 15 %	- 8 %	- 10 %	
Zielwert ⁴	48.53	21.58	14.30	36.84	
2005/1990	+ 1.7 %	- 6.3 %	+ 8.6 %	- 0.6 %	
2006/1990	n.v.	- 4.6 %	+ 9.1 %	+ 0.6 %	

¹ exkl. LULUCF: **L**and-**U**se (Landnutzung), **L**and-**U**se **C**hange (Landnutzungsänderung) und **F**orestry (Forstwirtschaft)

² klimabereinigt

³ im Vergleich zum Basisjahr 1990

⁴ Kyoto-Berechnung: für den Zeitraum 2008 – 2012; CO₂-Statistik: Zielwert für 2010, wobei für die Erfüllung der Durchschnitt der Jahre 2008 – 2012 massgebend ist

⁵ n.v.: nicht vorhanden

Tabelle 2.1 zeigt die Entwicklung der Emissionen nach beiden Berechnungsvarianten für die Jahre 1990 bis 2005 bzw. 2006. Nach beiden Berechnungsarten ist eine Zielerfüllung derzeit nicht in Sicht.

Im Basisjahr 1990 entsprach der Anteil der Emissionen nach CO₂-Gesetz 77.6 % der Gesamtemissionen nach Kyoto-Protokoll. Der absolute Emissionsreduktionsbedarf zur Erfüllung des Kyoto-Protokolls von 4.22 Mio. t CO₂-Äquivalenten liegt in etwa in der Grössenordnung der nach CO₂-Gesetzes geforderten CO₂-Reduktion von 10 % (4.09 Mio. t CO₂).

Bei Vergleich der beiden Berechnungsvarianten wird deutlich, dass die Zusammensetzung der Gesamtemissionen im Zeitablauf nicht unerheblich schwankt. Die Spannweite

für den Betrachtungszeitraum liegt bei 5.4 Prozentpunkten. Besonders auffällig in der Entwicklung sind die fünf weiteren Treibhausgase. Während die Methan-, Lachgas- und PFC-Emissionen im Jahr 2005 ca. 20 %, 10 % bzw. 40 % unterhalb des 1990-Niveaus lagen, haben die synthetischen Gase SF₆ und HFC einen deutlichen Anstieg erfahren. Der Anstieg von Schwefelhexafluorid (SF₆) beträgt ca. 37 %. Besonders kritisch ist der Anstieg der teilhalogenierten Fluorkohlenwasserstoffe (HFC) zu betrachten. Sie werden als Substitut für FCKW in industriellen Prozessen (z. B. Herstellung von Kühlanlagen) eingesetzt. Auch wenn ihr Anteil an den gesamten Treibhausgasemissionen sehr gering ist (1.2 %) ist ihr Anstieg um rund 2.8 Mio. Prozent als problematisch zu betrachten. Das Erderwärmungspotenzial der HFCs liegt, je nach Art, zwischen 1 300 und 11 700 (IPCC, 2007).

Kapitel 3

Klimapolitik der Europäischen Union

3.1 Chronologie der Klimapolitik

Mit der Entscheidung 2002/358/EG (Burden Sharing Agreement) genehmigt der Rat der Europäischen Union (EU) das Kyoto-Protokoll und verpflichtet sich die Europäische Gemeinschaft und deren Mitgliedstaaten (EU-15),¹ im Zeitraum 2008 – 2012 ihre Treibhausgasemissionen gesamthaft um 8 % gegenüber dem Basisjahr 1990 zu senken. Mit der Entscheidung beschliessen die Mitgliedstaaten der EU-15 die individuellen Verpflichtungen aus dem Kyoto-Protokoll gemeinsam zu tragen ("EU-Bubble") und ihre individuellen Reduktionsziele entsprechend ihres Reduktionspotenzials, basierend auf dem erwartetem Wirtschaftswachstum, dem Energiemix und der Industriestruktur (Rat der Europäischen Union, 2002), zu reallozieren. Am 31.05.2002 ratifizieren bzw. genehmigen die einzelnen EU-15 Mitgliedstaaten gemeinsam das Kyoto-Protokoll (UNFCCC, 2007). Wird das gemeinsame Ziel der EU-15 innerhalb des Kyoto-Verpflichtungszeitraums 2008 – 2012 nicht erfüllt, haben sich die Mitgliedstaaten nach ihrer individuellen Verpflichtung zu verantworten.

Für im Zuge der Osterweiterung neu aufgenommene Mitgliedstaaten (EU-12)² wird keine Anpassung der Ziele im Sinne einer Lastenverteilung vorgenommen. Die neuen Mitgliedsstaaten sind weiterhin ihren Zielen nach Kyoto verpflichtet. Ausgenommen von einer Emissionsverminderungspflicht sind Malta und Zypern, die im Rahmen des Protokolls nicht verpflichtet wurden. Tabelle 3.1 auf Seite 24 zeigt eine Übersicht über die Verpflichtung aller Mitgliedsstaaten (EU-27) gemäss Kyoto-Protokoll und EU Burden Sharing Agreement.

¹EU-15: Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Italien, Luxemburg, Niederlande, Österreich, Portugal, Schweden, Spanien, Vereinigtes Königreich Großbritannien und Nordirland

²EU-12: Bulgarien, Estland, Lettland, Litauen, Malta, Polen, Rumänien, Slowakei, Slowenien, Tschechien, Ungarn, Zypern

3.2 Emissionshandelssystem der EU

Mit der Richtlinie 2003/87/EG des Europäischen Parlaments und des Rates (Emissionshandelsrichtlinie) und dessen Änderung 2004/101/EG (Verknüpfungsrichtlinie) wird ein System für den Handel von Treibhausgasemissionen für die Europäische Union (EU ETS) lanciert. Es soll in kosteneffizienter Weise zur Erfüllung der Verpflichtung nach Kyoto beitragen. Mit der Umsetzung der Emissionshandelsrichtlinie schafft die EU das weltweit grösste System für den Handel mit CO₂-Emissionen auf Unternehmensebene (Europäische Kommission, 2005).

Um Erfahrungen im Emissionshandel vor Beginn der ersten Kyoto-Verpflichtungsperiode 2008 – 2012 zu sammeln, wurde das EU ETS bereits in einer ersten Phase (2005 – 2007) erprobt. Die folgenden Ausführungen gelten für die zweite Phase – die Verpflichtungsperiode 2008 – 2012.

Gemäss EEA (2008) sind 10 800 Anlagen per Stand Juli 2007 im Emissionshandelssystem involviert, die gemäss Anhang I Emissionshandelsrichtlinie in folgenden Branchen tätig sind und die vorgegebenen Kapazitätsgrenzwerte überschreiten (siehe dazu auch Abschnitt 7.3.1):

- Energieumwandlung und -umformung,
- Eisenmetallerzeugung und -verarbeitung,
- Mineralverarbeitende Industrie und
- Sonstige Industriezweige (Zellstoff, Papier und Pappe).

Die Emissionshandelsrichtlinie verpflichtet derzeit ausschliesslich Unternehmen mit Kohlendioxidemissionen, dennoch gilt die Richtlinie für die Treibhausgase Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) sowie für die synthetischen Gase Fluorkohlenwasserstoffe (FKW), Perfluorierte Kohlenwasserstoffe und Schwefelhexafluorid (SF₆), da für die Mitgliedstaaten ab 2008 die Möglichkeit besteht, eine Ausweitung der Treibhausgase, aber auch der Anlagen und Kapazitätsgrenzwerte vorzunehmen. Die Mitgliedstaaten erstellen für den Zeitraum 2008 – 2012 Nationale Allokationspläne (NAPs) über die Anzahl und Zuteilung der Emissionsrechte an die involvierten Anlagen. Ein Emissionsrecht berechtigt dabei den Inhaber zum Ausstoss einer Tonne CO₂.

Zertifikate werden von den Mitgliedstaaten jährlich an die Betreiber der involvierten Anlagen verteilt. Die Zuteilung der Emissionsrechte hat gemäss Emissionshandelsrichtlinie für den Zeitraum 2008 – 2012 zu mindestens 90 % kostenlos zu erfolgen. Regelungen über die Zuteilung von Emissionsrechten auf neue Marktteilnehmer sind von den Mitgliedstaaten entsprechend in ihren NAPs zu berücksichtigen.

Die Betreiber haben nach Ablauf eines jeden Jahres die Emissionsrechte im Ausmass ihrer tatsächlich verursachten Menge an Gesamtemissionen abzugeben, welche anschliessend von den Mitgliedstaaten gelöscht werden. Die Zuteilung der Emissionsrechte, der Besitz, sämtliche Transaktionen und Löschungen sind in einem nationalen Register (bzw. gegebenenfalls in ein gemeinsames Register mehrerer Mitgliedstaaten) individuell nach

Anlagen und Personen zu dokumentieren bzw. zu aktualisieren. Überschüssige Emissionsrechte können am Markt gehandelt werden, fehlende Zertifikate zum Marktpreis zugekauft werden. Sind Anlagen nicht in der Lage, Zertifikate im Ausmass ihrer Gesamtemissionen abzugeben, müssen sie für jede nicht gedeckte Tonne Kohlendioxidäquivalent eine Strafe von 100 Euro bezahlen. Die fehlenden Zertifikate müssen im Folgejahr abgegeben werden. Im Sinne des "Name and Shame"-Prinzips werden die Namen der sanktionierten Betreiber veröffentlicht.

Entsprechend Verknüpfungsrichtlinie können zertifizierte Emissionsreduktionen (CER) und Emissionsreduktionseinheiten (ERU), die die Kriterien gemäß Kyoto-Protokoll bzw. UNFCCC erfüllen, auch innerhalb des EU ETS genutzt werden. Ausgenommen von der Nutzung sind CER und ERU, die aus Nuklearanlagen stammen und aus Projekten in den Bereichen Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF). Des Weiteren besteht die Möglichkeit, den Markt für den Emissionshandel durch die Verknüpfung mit kompatiblen Systemen in Drittländern auszuweiten (siehe dazu auch Abschnitt 4.1).

3.3 Weitere klimapolitischen Massnahmen

Die Europäische Union hat eine Vielzahl von Massnahmen erlassen, welche direkt oder indirekt auf die Vermeidung des Klimawandels abzielen. Beispielhaft sollen hier zwei EU-Massnahmen angeführt werden. Für eine umfassende Dokumentation von klimapolitischen Massnahmen auf Ebene der Europäischen Union sei auf die Publikation der European Commission (2006), bzw. auf Ebene der Mitgliedstaaten, auf deren jeweilige Klimastrategie verwiesen.

Mit der Richtlinie 2001/77/EG des Europäischen Parlaments und des Rates wird im Bereich des Energieangebots die Förderung des Einsatzes erneuerbarer Energiequellen an der Stromerzeugung im Elektrizitätsmarkt verfolgt. Ziel ist es, den Anteil von Strom aus erneuerbaren Energiequellen am Gesamtstromverbrauch der Europäischen Gemeinschaft auf 22.1 % im Jahr 2010 zu erhöhen.

Im Energienachfragebereich zielt beispielsweise die Richtlinie 2002/91/EG des Europäischen Parlaments und des Rates auf eine Verbesserung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden in der Europäischen Gemeinschaft ab. Die Richtlinie sieht unter anderem Mindestanforderungen für die Energieeffizienz von neuen Gebäuden, aber auch von bestehenden Gebäuden bei grösseren Renovierungsarbeiten, vor.

3.4 Entwicklung der Treibhausgasemissionen

Tabelle 3.1 zeigt die Treibhausgasemissionen der einzelnen Mitgliedstaaten für das Basisjahr und das Jahr 2005, bisher erzielte Reduktionsleistungen sowie ihre jeweiligen Ver-

pflichtungen gegenüber dem Kyoto-Protokoll und dem EU Burden Sharing Agreement.

Die bisher erzielte Reduktionsleistung im Jahr 2005 liegt für die EU-15 gesamthaft bei 2 %, in den Staaten der EU-27 bei 11 %. Zur Erfüllung der gemeinschaftlichen Verpflichtung liegt die EU-15 somit noch deutlich unter ihrer Zielreduktion von 8 %.

Tabelle 3.1: Entwicklung der Treibhausgasemissionen [Mio. t CO₂-Äquivalente] in den EU-Mitgliedsstaaten und deren Verpflichtung gemäss Kyoto-Protokoll und EU Burden Sharing Agreement; oV = ohne Verpflichtung, ogV = ohne gemeinsame Verpflichtung (*Quelle: EEA, 2007; United Nations, 1998; Rat der Europäischen Union, 2002*)

	Basisjahr ¹	2005	2005/Basisjahr	Kyoto-Ziel	EU-Ziel
Belgien	146.9	143.8	- 2.1 %	- 8 %	- 7.5 %
Dänemark	69.3	63.9	- 7.8 %	- 8 %	- 21 %
Deutschland	1232.5	1001.5	- 18.7 %	- 8 %	- 21 %
Finnland	71.1	69.3	- 2.6 %	- 8 %	0 %
Frankreich	563.9	553.4	- 1.9 %	- 8 %	0 %
Griechenland	111.1	139.2	+ 25.4 %	- 8 %	+ 25 %
Irland	55.8	69.9	+ 25.4 %	- 8 %	+ 13 %
Italien	519.5	582.2	+ 12.1 %	- 8 %	- 6.5 %
Luxemburg	12.7	12.7	- 0.4 %	- 8 %	- 28 %
Niederlande	214.6	212.1	- 1.1 %	- 8 %	- 6 %
Österreich	79.0	93.3	+ 18.1 %	- 8 %	- 13 %
Portugal	60.9	85.5	+ 40.4 %	- 8 %	+ 27 %
Schweden	72.3	67.0	- 7.4 %	- 8 %	+ 4 %
Spanien	289.4	440.6	+ 52.3 %	- 8 %	+ 15 %
Vereinigtes Königreich	779.9	657.4	- 15.7 %	- 8 %	- 12.5 %
EU-15	4278.8	4192.0	- 2.0 %	- 8 %	- 8 %
Bulgarien	132.1	69.8	- 47.2 %	- 8 %	oV
Estland	43.0	20.7	- 52.0 %	- 8 %	oV
Lettland	25.9	10.9	- 58.0 %	- 8 %	oV
Litauen	48.1	22.6	- 53.1 %	- 8 %	oV
Malta ²	2.2	3.4	+ 54.8 %	oV	oV
Polen	586.9	399.0	- 32.0 %	- 6 %	oV
Rumänien	282.5	153.7	- 45.6 %	- 8 %	oV
Slowakei	73.4	48.7	- 33.6 %	- 8 %	oV
Slowenien	20.2	20.3	+ 0.4 %	- 8 %	oV
Tschechien	196.3	145.6	- 25.8 %	- 8 %	oV
Ungarns	123.0	80.5	- 34.5 %	- 6 %	oV
Zypern ²	6.0	9.9	+ 63.7 %	oV	oV
EU-27	5818.4	5177.0	- 11.0	ogV	ogV

¹ Das Basisjahr entspricht nicht in allen Staaten der EU dem Jahr 1990. Es werden daher die Emissionen des jeweiligen Basisjahrs angeführt.

² Malta und Zypern haben keine Verpflichtung gemäss Kyoto-Protokoll. Als Referenz für die Basisjahr-Emissionen dienen jene von 1990.

Mit knapp 20 % der Emissionen ist Deutschland der grösster Emittent in der Europäischen Union. Die bisher erzielte Reduktion von ca. 19 % liegt knapp unter den gemäss EU Burden Sharing Agreement geforderten 21 % für den Zeitraum 2008 – 2012. Zurückzuführen ist diese Entwicklung vor allem auf den Strukturwandel in den neuen Bundesländern nach der Wiedervereinigung Deutschlands, aber auch auf die Effizienzsteigerung bei Heizkraftwerken (Europäische Kommission, 2007). Ebenfalls vom Strukturwandel Ende der 1980er und Anfang der 1990er Jahre profitieren die neuen mittel- und osteuropäischen Mitgliedstaaten der EU (z. B. Polen und Bulgarien). Sie sind für die enorme Reduktion der EU-27 hauptverantwortlich. Zur Erfüllung der Kyoto-Verpflichtung im Sinne einer Lastenverteilung können sie allerdings nicht direkt beitragen, da diese Staaten einer nationalen Verpflichtung nachzukommen haben.

Nennenswert in der bisher erzielten Reduktionsleistung und durch ihren relativ hohen Anteil an den Gesamtemissionen in der EU sind zudem das Vereinigte Königreich und Frankreich. Sie haben das Reduktionsziel gemäss EU Burden Sharing Agreement bislang nicht nur erreicht, sondern vielmehr übertroffen. Im Wesentlichen konnten die Treibhausgasemissionen im Vereinigten Königreich durch die Liberalisierung der Energiemärkte mit Übergang in der Stromerzeugung von Erdöl und Kohle auf Gas und durch Massnahmen zur N₂O-Emissionsreduzierung bei der Adipinsäureproduktion gesenkt werden (Europäische Kommission, 2007). Letzteres war auch ausschlaggebend für die Senkung der THG-Emissionen in Frankreich.

Deutlich abgeschlagen sind Irland, Italien, Luxemburg, Portugal und Spanien. Besonders Italien und Spanien mit ihren relativ hohen Anteilen an den Gesamtemissionen der EU-15, sind dabei für die Erfüllung der gemeinschaftlichen Verpflichtung als kritisch anzusehen. Die Erhöhung ihrer Treibhausgasemissionen sind unter anderem auf den Anstieg des Strassenverkehrs und der Strom- und Wärmeerzeugung zurückzuführen (Europäische Kommission, 2007).

Tabelle 3.2: Prognose über die Zielerreichung der Mitgliedstaaten für das Jahr 2010 im Vergleich zum Basisjahr (kumulativ; *Quelle: Europäische Kommission, 2007*)

	EU-27	EU-15	EU-12
unter Berücksichtigung bestehender nationaler Massnahmen	– 10.7 %	– 4.0 %	– 29 %
unter Berücksichtigung der Kyoto-Mechanismen	– 13.2 %	– 6.5 %	
unter Berücksichtigung von LULUCF		– 7.4 %	
unter Berücksichtigung geplanter nationaler Massnahmen	– 16.7 %	– 11.4 %	– 31 %

Der Bericht der Europäischen Kommission über die Fortschritte bei der Umsetzung der Ziele von Kyoto (Europäische Kommission, 2007) gibt einen Überblick über Prognosen zur Entwicklung der Treibhausgasemissionen in den Mitgliedstaaten bis zum Jahr 2010, wel-

cher in Tabelle 3.2 kurz zusammengefasst ist. Die Prognosen basieren auf eigene Schätzungen der einzelnen Mitgliedstaaten.

Kapitel 4

Klimapolitische Kooperation

Um die Vorteile eines supranationalen Emissionshandelssystems im Vergleich zu einem nationalen Handel zu nützen, hat die Europäische Union einen unionsweiten Emissionshandel eingeführt. Dadurch können die Liquidität am Zertifikatsmarkt und die Kosteneffizienz in der Erreichung der Klimaschutzziele erhöht werden. Um noch einen Schritt weiterzugehen, sieht der Europäische Emissionshandel zudem die Ausweitung bzw. die Verknüpfung der Systeme mit Drittstaaten vor. Angedacht für diese Form der klimapolitischen Kooperation sind zum Beispiel die Schweiz und Norwegen.

Im Rahmen einer klimapolitischen Kooperation zwischen der Schweiz und der Europäischen Union, und konkret der Verknüpfung der Emissionshandelssysteme, stehen grundsätzlich zwei Varianten zur Auswahl. Einerseits kann das schweizerische System in jenes der EU vollständig eingegliedert werden, oder aber es bleiben beide Systeme bestehen und es findet eine unilaterale bzw. bilaterale Anerkennung der Emissionsgutschriften statt. Im folgenden werden beide Varianten diskutiert.

Im Anschluss daran wird der derzeitige Stand in der Erzielung einer klimapolitischen Kooperation in Form der Verknüpfung der Emissionshandelssysteme zwischen der Europäischen Union und der Schweiz auf politischer Ebene dargelegt.

4.1 Formen klimapolitischer Kooperation

Unternehmen, die sich von der CO₂-Abgabe befreien lassen, um am CH ETS teilzunehmen, erhalten gratis schweizerische Emissionsrechte (CHUs) im Ausmass ihrer Reduktionsverpflichtung.¹

Im Emissionshandelssystem der Europäischen Union wird ebenfalls eine eigene "Währung"

¹In der Begrifflichkeit unterscheidet die Schweiz zwischen "Emissionsrechten", welche die zugeteilten Emissionsgutschriften bezeichnen, und "Zertifikaten", die jene Gutschriften bezeichnen, die aus CDM- und JI-Projekten stammen (BAFU, 2007d).

von Emissionsrechten ausgegeben, die so genannten European Union Allowances (EUAs). Eine European Union Allowance entspricht zwar wie die CHUs einer Tonne CO₂-Äquivalent, beide müssen aber dennoch als eigenständige "Währung" betrachtet werden.

Eine Anrechenbarkeit von Assigned Amount Units (AAUs)² Kyoto-ratifizierter Länder in der Schweiz ist grundsätzlich möglich, wenn die Emissionsrechte in Staaten ausgestellt wurden, die "vergleichbare Emissionshandelsregelungen" aufweisen (Schweizer Bundesrat, 2005b). "Hot Air" wird damit implizit ausgeschlossen. Gemäss BAFU (2007d) verfügt die Europäische Union über ein "vergleichbares" System und erfüllt die Voraussetzungen für die Anrechenbarkeit. Unternehmen, die Emissionsrechte der EU auf ihre eigene Reduktionsverpflichtung anrechnen möchten, müssen ein Anrechnungsverfahren beim BAFU durchlaufen. Durch ein Abkommen zwischen der Europäischen Kommission und dem schweizerischen Bundesrat über die Verknüpfung der Systeme könnte eine raschere Abwicklung dieser Form des unilateren Handels mit geringeren Transaktionskosten erreicht werden.

Für eine klimapolitische Kooperation hinsichtlich der Verknüpfung der Emissionshandelsysteme der Schweiz und der EU sind grundsätzlich folgende Optionen denkbar:

- gemeinsames Emissionshandelssystem
- unilaterale Anerkennung – EU erkennt einseitig schweizerische Emissionsrechte (CHUs) an
- unilaterale Anerkennung – Schweiz erkennt einseitig EU-Emissionsrechte (EUAs) an
- bilaterale Anerkennung – Unternehmen der EU und der Schweiz können ihre Emissionsrechte untereinander frei handeln

Ein **gemeinsames Emissionshandelssystem** würde die vollständige Eingliederung des schweizerischen Emissionshandelssystems in jenes der EU bedeuten. Folglich müsste sich die Schweiz gesamthaft dem EU ETS unterordnen und auf individuelle Gestaltungselemente verzichten. Die Wahl zwischen der Zahlung einer CO₂-Abgabe und der Teilnahme am Emissionshandelssystem wäre dann nicht mehr für alle Branchen möglich (Überführung vom freiwilligen zum verpflichtenden System). Für Unternehmen der Branchen gemäss den Abschnitten 3.2 und 7.3.1, die die entsprechenden Kapazitätsgrenzen aufweisen, wäre die Teilnahme an einem gemeinsamen Emissionshandelssystem verpflichtend. Unter Beibehaltung der sonstigen rechtlichen Ausgestaltungsformen, wie sie derzeit bestehen, wäre für alle anderen Unternehmen eine Wahlmöglichkeit zwischen CO₂-Abgabe und Teilnahme am Emissionshandel grundsätzlich möglich (Opt-In).³

Für weitere Änderungen, die sich bei einer Eingliederung für die Schweiz ergeben würden bzw. welche Novellierungen in der Gesetzgebung erforderlich wären, sei auf Kapitel 3 (EU ETS) und insbesondere im Hinblick auf die technischen Ausgestaltungselemente des EU ETS auf Kapitel 5 verwiesen.

²AAUs sind jene Emissionsgutschriften, die im Rahmen des Kyoto-Protokolls den Staaten zugeteilt werden.

³Opt-In: Möglichkeit für Unternehmen, die nicht zum Emissionshandel verpflichtet sind, am Handel mit Emissionsrechten teilzunehmen (nicht verpflichtete Gase und Branchen oder Unternehmen unterhalb der vorgegebenen Produktionskapazität).

Ein Vorteil, der sich durch eine vollständige Eingliederung für die EU ergeben würde, ist, dass das Wechselkursrisiko, das sich beim Handel mit den Emissionsrechten ergeben würde, nahezu ausschliesslich von schweizerischen Unternehmen zu tragen wäre. Ausgenommen davon wäre der Handel von EUAs zwischen schweizerischen Unternehmen.

Auf politischer Ebene in der Schweiz wäre eine Verknüpfung der Systeme über ein gemeinsames Emissionshandelssystem nur schwer durchsetzbar. Der derzeitige Stand der klimapolitischen Gesetzgebung ist Ergebnis eines langjährigen politischen Prozesses und Kompromisslösung der verschiedenen politischen Gruppierungen und Interessengruppen. Eine vollständige politische Unterordnung im Hinblick auf die Umsetzung des Emissionshandels in der Schweiz wäre unwahrscheinlich, vor allem auch im Hinblick darauf, dass eine klimapolitische Neuorientierung nach Ablauf der Verpflichtungsperiode gemäss Kyoto, d. h. nach 2012, damit unmöglich gemacht wird. Die klimapolitische Souveränität kann allerdings über die uni- oder bilaterale Anerkennung von Emissionsrechten gewahrt bleiben.

Eine **uni- oder bilaterale Anerkennung** von Emissionsrechten hätte für die Schweiz den Vorteil, dass die nationalen Ausgestaltungselemente (ev. mit Anpassungen, um ein Abkommen zu realisieren), beibehalten werden könnten. Eine uni- oder bilaterale Anerkennung meint damit nicht die Anrechnungsmöglichkeit innerhalb der Supplementaritätsgrenzen, sondern den freien Handel mit EUAs und CHUs als äquivalente "Währung".

Bei einem Abkommen der bilateralen Anerkennung von Emissionsrechten können teilnehmende Unternehmen des EU ETS und des CH ETS die EUAs und CHUs auf einem gemeinsamen Binnenmarkt frei untereinander handeln. Verglichen mit einem gemeinsamen Emissionshandelssystem würde diese Verknüpfungsform gleichermassen positiv auf die Kosteneffizienz in der Erfüllung der Reduktionsziele und auf die Liquidität am Markt für Emissionsrechte wirken (siehe dazu auch Kapitel 6). Die Nachteile aus Sicht der Schweiz könnten damit aber umgangen werden.

4.2 Stand der Verhandlungen

Hinsichtlich der Verknüpfung des EU ETS mit Emissionshandelssystemen aus Drittländern sieht die Emissionshandelsrichtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates der Europäischen Union Folgendes vor:

*"Mit den in Anhang B des Kyoto-Protokolls aufgeführten Drittländern, die das Protokoll ratifiziert haben, sollten im Hinblick auf die **gegenseitige** Anerkennung der Zertifikate, die im Rahmen des Gemeinschaftssystems und anderer Systeme für den Handel mit Treibhausgasemissionen erteilt wurden ... Abkommen geschlossen werden."* (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2003, Artikel 25, Abs. 1, eigene Hervorhebung)

Eine unilaterale Anerkennung oder eine vollständige Eingliederung des Emissionshandelsystems eines Drittlandes in jenes der EU ist entsprechend dieser Definition ausgeschlossen.

Zum derzeitigen Stand der Verhandlungen zwischen der Europäischen Kommission und dem Bundesamt für Umwelt (BAFU) wurde am 17.03.2008 mit Herrn Yvan Keckeis, Sektion Klima, ein Interview geführt. Die folgenden Informationen stützen sich weitgehend auf seine Ausführungen.

Ziel eines Abkommens ist die Schaffung eines Binnenmarktes zwischen der Schweiz und der Europäischen Union, in dem die Emissionsrechte der Schweiz (CHUs) und die European Union Allowances (EUAs) frei handelbar sind.

Offizielle Verhandlungen zu einem Abkommen haben bislang nicht stattgefunden. Die geführten Gespräche waren technischer bzw. informeller Natur, in denen die Unterschiede der beiden Systeme identifiziert und auf ihre allfällige Vereinbarkeit hin analysiert wurden. In einem nächsten Schritt – eventuell noch in diesem Jahr – wird vom BAFU ein Verhandlungsmandat für den Bundesrat ausgearbeitet, um eine offizielle Anfrage auf Verhandlungen mit der Europäischen Kommission stellen zu können. Ziel der offiziellen Verhandlungen wird es sein, eine bilaterale Anrechnung der EUAs und der CHUs zu erreichen und dabei das schweizerische Emissionshandelssystem (CH ETS) im Grossen und Ganzen in seinen bisherigen Ausgestaltungselementen beizubehalten. Als Bedingung für einen Erfolg in den Verhandlungen sieht Herr Keckeis ein klares Signal der schweizerischen Klimapolitik in der Fortführung des Emissionshandels bzw. des Abkommens auch nach Ablauf der Kyoto-Verpflichtungsperiode 2008 – 2012. Als Startzeitpunkt für die bilaterale Anrechnung der Emissionsrechte wird das Jahr 2011 als ehestmöglicher Termin genannt.

Mit welchen Konsequenzen bei der diskutierten bilateralen Form der Anerkennung nach ökonomischen und ökologischen Kriterien zu rechnen ist, und welche Aspekte für diese spezielle Form eines Handelsabkommen zu beachten sind, wird in den folgenden Kapiteln durchleuchtet.

Kapitel 5

Kompatibilität der ETS

Die Kompatibilität der Emissionshandelssysteme (ETS) im Hinblick auf eine Verknüpfung in Form der bilateralen Anrechnung von Emissionsrechten wird auf Basis der wesentlichen Kriterien im Design der beiden Emissionshandelssysteme geprüft und beurteilt.

Verschiedene Arbeiten haben sich bislang mit der Verknüpfung von (supra-)nationalen Emissionshandelssystemen beschäftigt und die Ausgestaltungselemente verschiedener bestehender und geplanter Emissionshandelssysteme auf eine allfällige Kompatibilität geprüft (siehe zum Beispiel Haites und Mullins (2001), Butzengeiger et al. (2001), Blyth und Bosi (2004), OECD/IEA (2005), Ecoplan und Natsource (2006), Ellis und Tirpak (2006) und Sterk et al. (2006)). Die kritischen Ausgestaltungselemente dieser Arbeiten werden nachfolgend für das EU ETS und das CH ETS gegenübergestellt und auf ihre Vereinbarkeit hin diskutiert.

Tabelle 5.1 auf Seite 39 fasst die konkreten Ausprägungen der einzelnen Elemente für die Systeme und ihre Kompatibilität kurz zusammen. Die folgende Analyse beschränkt sich auf den Zeitraum 2008 – 2012, da für die Schweiz Folgeperioden gesetzlich bislang nicht verankert wurden.

- **Reduktionsziel**

Das Reduktionsziel im CH ETS kann bis zum Jahr 2010 als ein relatives interpretiert werden. Für die Jahre 2011 und 2012 ist es absolut. Grundsätzlich wird vor Beginn der Verpflichtungsperiode 2008 – 2012 ein absolutes CO₂-Frachtziel für 2010 prognostiziert. Auf Basis dieser Berechnung werden Emissionsrechte an die Anlagen zugeteilt. Für die Jahre 2008 – 2010 ist eine Frachtzielkorrektur vorgesehen, wenn das effektive Wachstum in der Produktion vom prognostizierten Wachstum abweicht (BAFU und BFE, 2007). Nach diesen Jahren wird das korrigierte Frachtziel für die verbleibenden Jahre konstant gehalten.

Die EU verfolgt ein absolutes Reduktionsziel. Den Anlagen werden entsprechend den von den Mitgliedstaaten erstellten und von der Europäischen Kommission genehmigten Nationalen Allokationsplänen Emissionsrechte zugeteilt. Anpassungen der

Zertifikatsmenge können nach Genehmigung nicht mehr vorgenommen werden.

Relative Ziele weisen aus ökologischer Sicht den Nachteil auf, dass sie die ökologische Integrität bzw. das Emissionsziel nicht sicherstellen können, wenn die Anzahl der Zertifikate aufgrund erhöhten Produktionswachstums steigt.

Weisen schweizerische Unternehmen im ETS ein Produktionswachstum auf, erhalten sie dadurch mehr Emissionsgutschriften. Unternehmen der EU müssen bei einem Produktionswachstum, das einen höheren Ausstoss von Emissionen erfordert, die fehlenden Zertifikate am Markt zukaufen. Die Produktionskosten sind dementsprechend bei Wachstum für schweizerische Unternehmen geringer.

In ihrer Mitteilung über die "Errichtung eines globalen Kohlenstoffmarktes" hält die Europäische Kommission im Hinblick auf die Verknüpfung mit Emissionshandelssystemen von Drittländern Folgendes fest:

*"Was die Beziehung zwischen dem EU-ETS und ähnlichen Systemen in Drittländern anbelangt, so werden die Gestalt der funktionierenden oder geplanten Emissionshandelssysteme in solchen Ländern und die Möglichkeit einer Verknüpfung solcher Systeme mit dem EU-ETS untersucht werden. Die Überprüfung wird die Erweiterung von Maßnahmen zur Verknüpfung von Emissionshandelssystemen mit anderen **verbindlichen** Emissionshandelssystemen in Drittstaaten berücksichtigen, die **absolute** Mengenbeschränkungen auf nationaler oder regionaler Ebene vorsehen."* (Europäische Kommission 2006, S. 10, eigene Hervorhebung)

Die EU schliesst dementsprechend eine Verknüpfung mit Emissionshandelssystemen aus, die relative Reduktionsziele aufweisen. Da jedoch eine Anpassung des prognostizierten Frachtziels in der Schweiz auf das tatsächliche Frachtziel letztmalig für das Jahr 2010 erfolgen wird und eine Verknüpfung vor 2011 ausgeschlossen werden kann, ist der Effekt aus der Anpassung des Frachtziels nicht wesentlich.

• Partizipationsmodus

Das CH ETS basiert auf einem freiwilligen Partizipationsmodus, da Unternehmen einerseits die Möglichkeit haben die CO₂-Abgabe zu zahlen, andererseits sich aber davon befreien lassen können und sich zur Emissionsreduktion verpflichten, die sie im Rahmen der Teilnahme am Emissionshandel zu erfüllen haben.

Das EU ETS ist ein verpflichtendes System für alle Anlagen der Europäischen Union, die den Kriterien in Anhang I der Emissionshandelsrichtlinie entsprechen.

Entsprechend dem obigen Zitat aus der Mitteilung der Europäischen Kommission sind nur jene Emissionshandelssysteme zur Verknüpfung angedacht, die ein "verbindliches" bzw. verpflichtendes System aufweisen. Unter diesem Gesichtspunkt wäre ein Abkommen über die Verknüpfung der Systeme ausgeschlossen.

Butzengeiger et al. (2001) führen als Voraussetzung für einen funktionierenden Markt für Emissionsrechte eine hohe Anzahl von Teilnehmern und die Heterogenität der Teilnehmer an. Ersteres ist notwendig um eine entsprechende Liquidität am Markt sicherzustellen; zweiteres um durch den Ausgleich der Kostendifferenzen der Anlagen ein effizienteres Ergebnis zu erzielen. Butzengeiger et al. (2001)

führen weiter aus, dass bei einem freiwilligen System beide Voraussetzungen verletzt sind, denn nur jene Unternehmen werden am Emissionshandel teilnehmen, die als Verkäufer von Emissionsrechten auftreten würden. Durch die Einführung der CO₂-Abgabe wurde jedoch in der Schweiz der Anreiz geschaffen, am Emissionshandel teilzunehmen. Die Gratiszuteilung der Emissionsrechte "subventioniert" Anlagen im Emissionshandel im Vergleich zur Zahlung der CO₂-Abgabe, da letztere auf jede Einheit CO₂-Emission abzuführen ist (vgl. dazu auch Abschnitt 7.2).

- **Verpflichtungsperiode**

Gemäss CO₂-Gesetz ist das Reduktionsziel hinsichtlich der energetischen Nutzung fossiler Brennstoffen von – 15 % für das Jahr 2010 vorgegeben. Massgebend für die Erfüllung ist allerdings der Durchschnitt der Jahre 2008 – 2012. Für diesen Zeitraum ist auch die Erhebung der CO₂-Abgabe vorgesehen und folglich auch die Laufzeit des CH ETS. Für den Zeitraum nach 2012 liegen bislang keine gesetzlichen Bestimmungen über die Fortführung der klimapolitischen Massnahmen vor.

Die erste Verpflichtungsperiode des EU ETS ist gemäss Emissionshandelsrichtlinie der Dreijahreszeitraum 2005 – 2007. Die zweite Verpflichtungsperiode entspricht dem Zeitraum 2008 – 2012. Die Folgeperioden sind jeweils mit 5 Jahren vorgesehen.

Der Zeitraum des CH ETS und die zweite Verpflichtungsperiode des EU ETS entsprechen einander und decken sich zudem mit der Verpflichtungsperiode nach Kyoto.

- **Einbezogene Treibhausgase**

Das CH ETS umfasst ausschliesslich CO₂-Emissionen aus der energetischen Nutzung von fossilen Brennstoffen. CO₂-Emissionen aus industriellen Prozessen, Raffinerien, internationalem Flugverkehr, Abfallverbrennung und der energetischen Nutzung fossiler Treibstoffe sowie Emissionen der verbleibenden Treibhausgase bleiben unberücksichtigt.

Das EU ETS sieht gemäss Anhang I Emissionshandelsrichtlinie vorerst nur die Reduktion von CO₂-Emissionen vor. Die Emissionshandelsrichtlinie gilt grundsätzlich aber für alle Treibhausgase. Mitgliedstaaten haben die Möglichkeit, in ihren NAPs für die Verpflichtungsperiode 2008 – 2012 weitere Treibhausgase aufzunehmen. Beispielsweise haben die Niederlande Lachgas (N₂O), das in der Produktion von Salpetersäure emittiert wird, als weiteres Treibhausgas im NAP für die Verpflichtungsperiode 2008 – 2012 mit aufgenommen.

Der Einschluss mehrerer Treibhausgase bietet die Chance, die Kosten zur Erfüllung des Reduktionsziels zu senken, da die Reduktion von nicht-CO₂-Emissionen oft kosteneffektiver ist, als die Reduktion von CO₂-Emissionen, und Anlagen ihr Reduktionsziel damit zu geringeren Kosten erfüllen können (Blyth und Bosi, 2004). Durch eine Verknüpfung würden dann die Anlagen im System mit geringerem Treibhausgaseinbezug bevorteilt, da sie von dem geringeren Zertifikatspreis profitieren, der durch die Ausweitung auf kostengünstigere Vermeidungsleistungen von nicht-CO₂-Emissionen resultiert.

Probleme ergeben sich aber aus der Schwierigkeit der Messbarkeit von nicht-CO₂-Emissionen. Blyth und Bosi (2004) sehen im Hinblick auf ein bilaterales Abkommen diesbezüglich kein Hindernis, solange die Glaubwürdigkeit der Emissionsrechte damit nicht gefährdet ist. Zudem erfordert eine Verknüpfung, dass bei der Umrechnung der nicht-CO₂-Emissionen in CO₂-Äquivalente die gleichen Umrechnungsfaktoren (Erderwärmungspotenzial) verwendet werden (Ellis und Tirpak, 2006).

Unterschiede im Einbezug von Treibhausgasen ergeben sich bei einer Verknüpfung nur dann, wenn Mitgliedstaaten der EU weitere Treibhausgase in ihren NAPs geltend machen. Der Anteil von nicht-CO₂-Emissionen im EU ETS ist allerdings sehr gering, sodass die Kompatibilität dadurch nicht gefährdet scheint.

- **Einbezogene Branchen**

In der Schweiz sind grundsätzlich alle Branchen bzw. Unternehmen betroffen, die der CO₂-Abgabe unterliegen. Welche Branchen tatsächlich am Emissionshandel teilnehmen, kann erst bei Veröffentlichung der Unternehmen im nationalen Register der Schweiz beurteilt werden. Gemäss CO₂-Statistik sind von der CO₂-Abgabe die Branchen Eisen/Stahl, Chemikalien, Nahrungsmittel, Nichteisenmetall, Pappe/Papier, Glas/Zement und Strom- und Wärmeerzeugung am stärksten betroffen.

Die EU sieht nach Anhang I Emissionshandelsrichtlinie den Einschluss von Tätigkeiten in den Branchen Energieumwandlung/-umformung, Eisenmetallerzeugung/-verarbeitung, mineralverarbeitende Industrie und Industrie für Papier/Pappe/Zellstoff, gekoppelt an Kapazitätsgrenzwerten, vor. Im Rahmen der Opt-In-Möglichkeit (siehe nächstes Kriterium), können diese um Unternehmen aus anderen Branchen erweitert werden.

Für eine detaillierte Darstellung der Branchen in den Emissionshandelssystemen sei auf Abschnitt 7.3.1 verwiesen.

Wettbewerbseffekte, die durch eine unterschiedliche Struktur in der Branchenzusammensetzung der Emissionshandelssysteme folgern, sollten von einer Verknüpfung unbetroffen sein, da diese auch ohne Verknüpfung auftreten (Sterk et al., 2006). Haites und Mullins (2001) weisen darauf hin, dass neben der Anzahl der Teilnehmer, auch mit der Verschiedenartigkeit der Anlagen, das Potential von Kostenersparnissen steigt, die im Emissionshandel durch die Vermeidungskostenunterschiede erzielt werden. Eine Verknüpfung von Handelssystemen, die unterschiedliche Branchen umfassen, führt demzufolge zu erhöhter Kostenersparnis. Die ökologische Integrität wird entsprechend den Autoren bei der Verknüpfung nicht gefährdet.

- **Opt-In und Opt-Out**

Opt-In ist die Erweiterung eines Emissionshandelssystems um neue Gase, Branchen oder Tätigkeiten, die nicht zur Teilnahme verpflichtet sind. Opt-Out ist die Möglichkeit des Ausschlusses von Anlagen aus dem System, die zur Teilnahme grundsätzlich verpflichtet sind.

In der Schweiz ist weder eine Ausweitung der Treibhausgase noch der Tätigkeiten vorgesehen. Lediglich für den Fall, dass der Klimarappen auf Treibstoffe durch eine CO₂-Abgabe ersetzt wird, ist eine Ausweitung, abhängig vom Selbstverpflichtungsverhalten der Anlagen, denkbar. Grundsätzlich haben aber Unternehmen, die der CO₂-Abgabe unterliegen und diese auch abführen, die Möglichkeit in den Emissionshandel einzutreten. Eine Opt-Out-Regelung ist durch die permanente Wahlmöglichkeit der Unternehmen zwischen der Teilnahme am CH ETS oder der Rückzahlung der CO₂-Abgabe jederzeit möglich.

Ab 2008 können die Mitgliedstaaten der EU gemäss Emissionshandelsrichtlinie *”... den Handel mit Emissionszertifikaten auf nicht in Anhang I aufgeführte Tätigkeiten, Anlagen und Treibhausgase ausweiten, sofern die Einbeziehung solcher Tätigkeiten, Anlagen und Treibhausgase von der Kommission ... unter Berücksichtigung aller einschlägigen Kriterien, insbesondere der Auswirkungen auf den Binnenmarkt, möglicher Wettbewerbsverzerrungen, die Umweltwirksamkeit der Regelung und der Zuverlässigkeit des vorgesehenen Überwachungs- und Berichterstattungsverfahrens, gebilligt wird”* (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2003, Artikel 24, Abs. 1).

Eine Opt-Out-Regelung sieht das EU ETS nicht vor.

Aus ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten sollten die Opt-In-Optionen vorteilhaft wirken, da sie den Markt von Emissionsrechten vergrössern und dessen Liquidität erhöhen. Die Unterschiede in den Regelungen der Schweiz und der EU stellen für eine Verknüpfung kein Hindernis dar.

Opt-Out-Regelungen können sich dann negativ auf die ökologische Treffsicherheit auswirken, wenn Nettokäufer von Emissionsrechten den Markt verlassen und die Nettoverkäufer im System verbleiben (Sterk et al., 2006). Opt-Out verkleinert zudem den Zertifikatsmarkt und senkt dadurch die Liquidität und die Kosteneffizienz. Aus Sicht der Schweiz würde eine Verknüpfung zum EU ETS diese Risiken eliminieren. In der Schweiz wird Opt-Out allerdings durch die CO₂-Abgabe beschränkt. Abhängig von den erwarteten Kosten der Vermeidung und Regulierung, werden sich Unternehmen für die CO₂-Abgabe oder der Teilnahme am Emissionshandel entscheiden (siehe dazu auch Abschnitt 7.2). Die ökologische Integrität bleibt durch diese Beschränkung gewahrt, so dass die Kompatibilität angesichts dieses Kriteriums gegeben ist.

• Definition der Trading Unit

Sowohl die EU als auch die Schweiz führen in ihren Emissionshandelssystemen eine eigene ”Währung” für Emissionsrechte. Eine European Union Allowance im EU ETS berechtigt zur Emission von einer Tonne CO₂-Äquivalent. Im CH ETS erlaubt die Entwertung eines Emissionsrechts (CHU) zur Emission einer Tonne CO₂. Beide Systeme erkennen CERs und ERUs zur Erfüllung der Verpflichtung an.

Eine Verknüpfung bzw. die gegenseitige Anerkennung im Hinblick auf dieses Kriterium ist daher unproblematisch.

- **Zuteilungsmodus**

In der Schweiz werden die Emissionsrechte den Unternehmen gemäss der Berechnung des CO₂-Frachtziels für das Jahr 2010 gratis zugeteilt. In der EU müssen gemäss Emissionshandelsrichtlinie mindestens 90 % der Emissionsrechte gratis zugeteilt werden. Welchen Anteil die Mitgliedstaaten zur Versteigerung vorsehen, wird individuell in den NAPs festgehalten (z. B. Deutschland: 100 % Gratiszuteilung; Vereinigtes Königreich: 93 % Gratiszuteilung, 7 % Versteigerung).

Da es keine zusätzlichen Kosten verursacht wird die Gratiszuteilung von Unternehmen naturgemäss bevorzugt. Butzengeiger et al. (2001) führen aber an, dass dadurch kein Preissignal für Emissionsrechte bereitgestellt wird, dass für Investitionsentscheidungen jedoch relevant wäre und damit Unsicherheiten entstehen.

Nach Requate (2005) würde die Versteigerung von Emissionsrechten ausserdem zu höheren Innovationsanreizen führen. Für Unternehmen ist die Versteigerung mit zusätzlichen laufenden Kosten verbunden, die sie zu Investitionen in neue Vermeidungstechnologien veranlassen, um ihre Emissionen zu senken und Kosten einzusparen.

Welcher Zuteilungsmodus angewandt wird ist nach Sterk et al. (2006) für das ökologische Ziel unerheblich. Es beeinflusst lediglich die Verteilung der Kosten.

Da der Anteil versteigerter Emissionsrechte zwischen den Mitgliedstaaten stark schwankt und teilweise bei 0 % liegt, ist die Kompatibilität der beiden Systeme nicht gefährdet.

- **Banking und Borrowing**

In der Schweiz wird das Konzept des Bankings in den Erläuterungen zur CO₂-Verordnung (BAFU, 2007e) behandelt. Demnach können überschüssige Zertifikate in die nächste Verpflichtungsperiode (nach 2012) übertragen werden. Eine gesetzliche Grundlage für die Zeit nach 2012 existiert bis dato allerdings nicht. Banking innerhalb der Verpflichtungsperiode ist möglich.

Zertifikate im EU ETS gelten für die gesamte Verpflichtungsperiode, in der sie ausgegeben werden. Nach Ablauf der Verpflichtungsperiode werden die entsprechenden Zertifikate gelöscht. Mitgliedstaaten können allerdings nicht abgegebene Zertifikate aus der alten Verpflichtungsperiode durch jene aus der neuen Periode ersetzen. Dies impliziert die Möglichkeit des Bankings.

Die Möglichkeit die Entwertung von Zertifikaten in die Zukunft zu verschieben, erhöht die Flexibilität der Unternehmen und senkt die Unsicherheit. Werden Emissionshandelssysteme miteinander verknüpft, die unterschiedliche Regelungen im Hinblick auf Banking vorsehen, dann könnte eine Konzentration von Banking in dem System auftreten, das es erlaubt. Unternehmen im nicht-Banking-System können ihre überschüssigen Zertifikate an Unternehmen im Banking-System verkaufen, um sie in der Folgeperiode zurückzukaufen (OECD/IEA, 2005).

Borrowing, d. h. die Verwendung von Zertifikaten zur Erfüllung des Reduktionsziel in einem Zeitraum früher als im Rahmen der Zuteilung vorgesehen, ist sowohl in der

Schweiz, wie auch in der EU eingeschränkt möglich. Innerhalb einer Verpflichtungsperiode, d. h. zwischen den Jahre in der Periode 2008 – 2012, ist Borrowing möglich. Die Möglichkeit der Verwendung von Emissionsrechten aus der Periode nach 2012 ist jedoch nicht vorgesehen.

Da grundsätzlich beide Systeme die Konzepte des Bankings und des Borrowings in gleichem Ausmass vorsehen, ist eine Verknüpfung der Systeme auch in Bezug auf dieses Kriterium unproblematisch.

• Sanktionsmechanismen

Das CO₂-Gesetz bzw. die CO₂-Verordnung regeln für die Schweiz die Nichterfüllung der Verpflichtung im Rahmen des CH ETS. Unternehmen, die ihre tatsächlichen CO₂-Emissionen nicht mit Emissionsrechten abdecken können, müssen die CO₂-Abgabe inklusive Zinsen zurückzahlen.

EU-ETS-Sanktionsmechanismen in Bezug auf Nichterfüllung sind in der Emissionshandelsrichtlinie geregelt. Zudem, dass der Name der Betreiber bei Nichterfüllung öffentlich bekannt gegeben wird ("Name and Shame"), sind pro Tonne CO₂-Äquivalent, für die der Betreiber kein Zertifikat entwertet, innerhalb der Periode 2008 – 2012 100 Euro Strafe zu zahlen. Die ausständigen Zertifikate sind zudem in der Folgeperiode abzugeben.

Der Schwankungsbereich für die Entwicklung der CO₂-Abgabe liegt gemäss dem Stufenmodell der CO₂-Verordnung zwischen 12 und 36 CHF. Der Unterschied im Sanktionsmechanismus kann bei Verknüpfung dann kritisch werden, wenn der Preis von Emissionsrechten am gemeinsamen Markt den CO₂-Abgabesatz überschreitet und damit Arbitragemöglichkeiten geschaffen werden (Ecoplan und Natsource, 2006).

Ecoplan und Natsource (2006) illustrieren diesen Fall an folgendem Beispiel. Angenommen der Preis im gemeinsamen Emissionshandelssystem liegt bei 40 CHF; die CO₂-Abgabe liegt bei 24 CHF. Ein Unternehmen emittiert jährlich 100 000 t CO₂. Es ist zur Einhaltung der Zielemissionen von 90 000 t CO₂ verpflichtet und bekommt im gleichen Ausmass Emissionsrechte zugeteilt. Dem Unternehmen stehen mehrere Handlungsoptionen offen:

1. Das Unternehmen kauft am Zertifikatsmarkt 10 000 t CO₂. Mit dieser Option sind Ausgaben von 400 000 CHF verbunden.
2. Das Unternehmen verfehlt sein Ziel und muss die CO₂-Abgabe für jede emittierte t CO₂ nachzahlen ⇒ Ausgaben von 2 400 000 CHF.
3. Das Unternehmen verfehlt sein Ziel, verkauft alle zugeteilten Emissionsrechte und zahlt die Abgabe. Damit entstehen Einnahmen von 3 600 000 CHF und Ausgaben von 2 400 000 CHF. Mit einem Überschuss von 1 200 000 CHF ist diese Option für das Unternehmen die rentabelste.

Durch den Verkauf der Emissionsrechte der letzten Option würden im verknüpften System die Gesamtemissionen höher sein als für getrennte Systeme. Dieses Szenario wäre aber auch in einem rein schweizerischen System denkbar. Jedoch würde durch

Arbitrage der Preis von Emissionsrechten beeinflusst, sodass er sich der CO₂-Abgabe annähern würde.

Um die ökologische Integrität bei einer Verknüpfung aufrechtzuerhalten, wäre in der Schweiz eine deutlich höhere Sanktion bei Nichterfüllung erforderlich (siehe dazu auch die Abschnitte 6.4 und 7.2).

- **Supplementarität**

In der Schweiz dürfen nach CO₂-Anrechnungsverordnung in den Jahren 2008 – 2012 durchschnittlich bis zu 1.6 Mio. t CO₂-Äquivalente von im Ausland erzielten Emissionsverminderungen (vgl. Abschnitt 2.3) an das Reduktionsziel angerechnet werden. Unternehmen mit Selbstverpflichtung zur Emissionsreduktion können im Ausmass von bis zu 8 % im Ausland erzielte Emissionsreduktionen anrechnen lassen. Unternehmen, denen es erlaubt ist, Emissionsreduktionen mit Massnahmen auch ausserhalb der Anlage zu erzielen, da es innerhalb des Betriebs technisch nicht möglich oder wirtschaftlich untragbar wäre, sind in genannter Anrechnung auf 30 % begrenzt. Im Fall von Gaskombikraftwerken liegt der Satz ebenfalls bei 30 %, allerdings kann der Bundesrat nach Bundesbeschluss vom 23.03.2007 (Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft, 2007a) den Satz auf bis zu 50 % erhöhen, falls die Elektrizitätsversorgung dies erfordert.

Die EU gibt keine quantifizierten Vorgaben zum Umfang der Anrechnung von zertifizierten Emissionsreduktionen (CER) und Emissionsreduktionseinheiten (ERU). Die Mitgliedstaaten können für den Verpflichtungszeitraum den einzelnen Anlagen im Rahmen des Nationalen Allokationsplans einen bestimmten Prozentsatz der zuge teilten Zertifikate zur Anrechnung von CER und ERU genehmigen (z. B. Deutschland 20 %, Italien 15 % (Europäische Union, 2007a)). CERs und ERUs, die von Nuklearanlagen und LULUCF-Projekten stammen, dürfen jedoch nicht angerechnet werden.

Unterschiede in der Anrechnung ausländischer Emissionsgutschriften beeinflussen das Angebot an Emissionsrechten im verknüpften System und damit den Preis und die Emissionen (Blyth und Bosi, 2004). Da die Supplementaritätssätze innerhalb der Europäischen Union stark schwanken und in der Schweiz in der Regel bei 8 % liegen wird, ist die Erzielung eines Abkommens im Hinblick auf die Supplementarität nicht gefährdet.

- **Monitoring, Prüfung, Berichterstattung (MPB)**

Monitoring, Prüfung und Berichterstattung ist entscheidend, um die Glaubwürdigkeit eines Emissionshandelssystems zu gewährleisten, indem sie sicherstellen, dass jedes Zertifikat tatsächlich einer Tonne CO₂-Emission entspricht (Sterk et al., 2006). Ist dies nicht sichergestellt, wird der Anreiz geschaffen, weniger Emissionen zu melden, als tatsächlich ausgestossen wurden.

Zu Berichterstattung und Monitoring in der Schweiz nimmt die CO₂-Verordnung Bezug. Unternehmen müssen sich an ein internetbasiertes Monitoringsystem hal-

ten. Daten zu den CO₂-Emissionen und der CO₂-Intensität werden auf Unternehmensebene erfasst und von den zuständigen Behörden hinsichtlich Zielerreichung kontrolliert. Das BAFU kann bei Bedarf weitere Daten verlangen.

In der EU sind die Bestimmungen zu Monitoring, Prüfung und Berichterstattung umfassend in der Emissionshandelsrichtlinie und in der Entscheidung der Kommission vom 29. Januar 2004 zur Festlegung von Leitlinien für die Überwachung und Berichterstattung (2004/156/EG) tätigkeitsspezifisch dokumentiert. Die Transparenz und Glaubwürdigkeit des EU ETS sollte dadurch umfassend gewährleistet sein.

Die Verknüpfung von Emissionshandelssystemen mit unterschiedlichen MPB ist grundsätzlich unproblematisch, solange sichergestellt wird, dass die Systeme transparent sind und gewährleisten können, dass die Trading Unit tatsächlich einer Tonne CO₂-Emissionen entspricht.

Tabelle 5.1: Ausgestaltung der Emissionshandelssysteme der Schweiz und der EU sowie deren Beurteilung hinsichtlich Kompatibilität

Kriterien	Schweiz	Europäische Union	kompatibel
Reduktionsziel	bis 2010: relativ, ab 2011: absolut	absolut	✓
Partizipationsmodus	freiwillig	verpflichtend	X
Verpflichtungs- periode(n)	2008 – 2012, danach unbestimmt	Phase I: 2005 – 2007, Phase II: 2008 – 2012, danach: 5-Jahres-Perioden	✓
Treibhausgase	CO ₂	CO ₂ + Opt-In	✓
Branchen	Unternehmen, die fossile Brennstoffe zur energetischen Nutzung einsetzen	Energieumwandlung/ -umformung, Eisenmetallerzeugung/ -verarbeitung, mineralverarbeitende Industrie, Zellstoff/Papier/Pappe, Opt-In	✓
Opt-In/Opt-Out	eingeschränkt/ja	ja/nein	✓
Trading Unit	1 t CO ₂	1 t CO ₂ -Äquivalent	✓
Zuteilungsmodus	gratis	mind. 90 % gratis	✓
Banking/Borrowing	ja/eingeschränkt	ja/eingeschränkt	✓
Sanktions- mechanismen	Rückzahlung CO ₂ -Abgabe	100 Euro pro t CO ₂ -Äquivalent fehlender Zertifikate, Abgabe fehlender Zertifikate in Folgeperiode, "Name and Shame"	X
Supplementarität	i.d.R. 8 %	individuell festgelegt in NAPs	✓
MPB	glaubwürdig	glaubwürdig	✓

Kapitel 6

Gesamtwirtschaftliche Effekte

Der bilaterale Handel von Emissionsrechten weist im Vergleich zu herkömmlichem zwischenstaatlichen Handel spezifische einzel- und gesamtwirtschaftliche Aspekte auf, die für ein Abkommen zur Verknüpfung der Emissionshandelssysteme zu berücksichtigen sind. Auf gesamtwirtschaftlicher Ebene sind das zum einen Wechselkursschwankungen, die Einfluss auf die Allokation von Emissionsrechten nehmen. Zum zweiten sind die Auswirkungen einer Verknüpfung auf die Kosteneffizienz in der Erfüllung der Reduktionsverpflichtung und die Liquidität am Markt für Emissionsrechte zu nennen. Des Weiteren muss ein Abkommen zum Handel mit Emissionsrechten immer die Effekte auf die ökologische Treffsicherheit berücksichtigen. Die gesamtwirtschaftlichen Aspekte werden in diesem Kapitel aus Sicht der Schweiz allgemein diskutiert. Die einzelwirtschaftlichen Aspekte werden im folgenden Kapitel untersucht.

6.1 Einfluss von Wechselkursschwankungen auf die Allokation von Emissionsrechten

Wechselkursschwankungen werden in Analysen internationaler Umweltpolitik üblicherweise nicht betrachtet, da nur relative Preise allokativer Wirkung haben und der Wechselkurs alle Preise in gleicher Weise beeinflusst.

Bei internationalen Märkten für Emissionsrechte tritt jedoch eine Besonderheit auf, die diese Betrachtungsweise unzulänglich werden lässt. Emissionsrechte sind nur ein juristisch, nicht aber physisch notwendiger Produktionsfaktor. Die Produktion kann temporär auch ohne Emissionsrechte stattfinden. Erst am Ende einer Handelsperiode muss der Besitz einer hinreichenden Menge an Emissionsrechten nachgewiesen werden. Im Fall des CH ETS und des EU ETS ist dieser Nachweis erst 5 Jahren nach Beginn der Handelsphase erforderlich.

Wenn Länder mit unterschiedlichen Währungen im Emissionshandel kooperieren, bedeu-

tet dies, dass Unternehmen den Preis für ausländische Emissionsrechte nicht mit dem momentanen Wechselkurs, sondern mit dem mittelfristig erwarteten Wechselkurs umrechnen. Im Fall einer gegenseitigen Anrechnung von Emissionsrechten aus dem CH ETS und dem EU ETS wäre es zum Beispiel für schweizerische Unternehmen rational den Preis für Emissionsrechte aus dem EU ETS mit dem erwarteten mittleren Wechselkurs der Verpflichtungsperiode 2008 – 2012 umzurechnen, da sie Emissionsrechte zu jedem Zeitpunkt in dieser Handelsperiode erwerben oder verkaufen können.

Im Gegensatz hierzu sind die Vermeidungskosten der Unternehmen aufgrund des Imports benötigter Rohstoffe und des Exports von produzierten Gütern abhängig vom momentanen Wechselkurs. Aus diesem Unterschied folgt, dass sich nicht wie in einem rein nationalen Emissionshandelssystem die Grenzvermeidungskosten aller Unternehmen angleichen. Da diese Angleichung aber notwendig ist für die Effizienz eines Emissionshandelssystems, verursachen Wechselkursschwankungen Fehlallokationen von Emissionsrechten. Die Gesamtkosten der Vermeidung steigen an.

Dieser negative Effekt ist gegen die Vorteile eines internationalen Handels mit Emissionsrechten abzuwägen. Sind die Wechselkursschwankungen hinreichend klein, so ist der negative Effekt proportional zur Varianz der Wechselkursschwankungen.¹

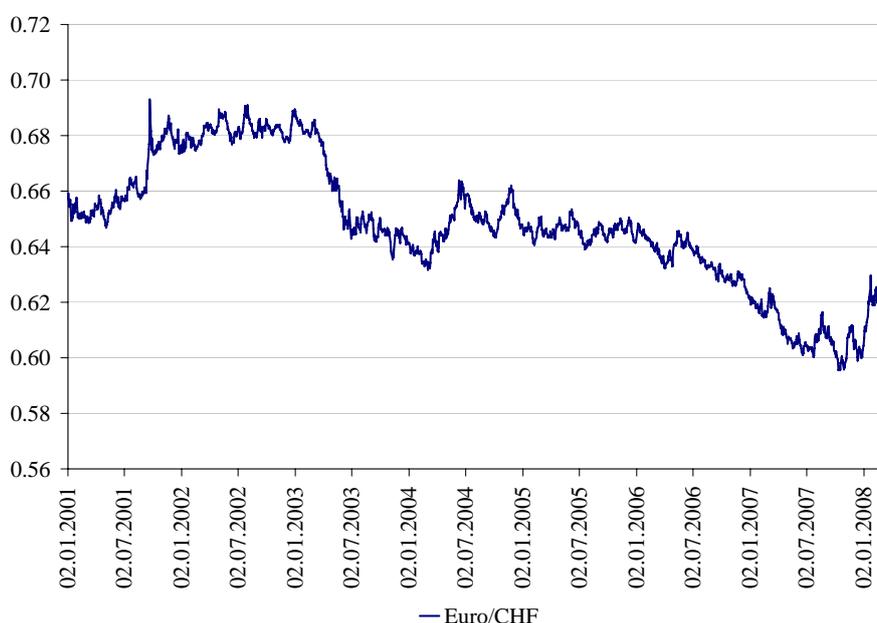


Abbildung 6.1: Wechselkursentwicklung Euro/CHF von 02.01.2001 bis 24.03.2008 (*Quelle: Antweiler, 2008*)

¹Kleine Wechselkursschwankungen verursachen nur kleine Anpassungen der Emissionen, so dass die Vermeidungskosten der Unternehmen mit hinreichender Genauigkeit durch eine quadratische Approximation um den Erwartungswert der Emissionen dargestellt werden können. Aufgrund der quadratischen Approximation haben nur die Varianz und der Erwartungswert, nicht aber die höheren Momente der Wahrscheinlichkeitsverteilung des Wechselkurses, einen Einfluss auf die Gesamtkosten der Vermeidung.

Für den Fall Schweiz/EU sind die Wechselkurse seit 2001 in Abbildung 6.1 dargestellt. Wie diese Abbildung zeigt, treten Wechselkursschwankungen auf. Diese Schwankungen sind aber vergleichsweise klein.² Zudem ist auch der Marktanteil von schweizerischen Emissionsrechten in einem verbundenen Emissionshandelssystem eher klein. Somit ist zu erwarten, dass aufgrund der Wechselkursschwankungen Effizienzverluste auftreten, diese aber, im Vergleich zu den in den folgenden Abschnitten erläuterten Vorteilen einer Kooperation, nicht bedeutsam sind. Die durch Wechselkursschwankungen auftretenden Probleme stellen somit kein wesentliches Hindernis für eine Kooperation im Emissionshandel dar.

6.2 Auswirkungen auf die Kosteneffizienz

Die Ausschöpfung von Kosteneffizienzsteigerungen im Emissionshandel erfordert Heterogenität in den Vermeidungskosten unter den teilnehmenden Anlagen. Sind die involvierten Unternehmen in Bezug auf ihre Grenzvermeidungskosten homogen, würde die Regulierung über einen Emissionshandel das gleiche Ergebnis hervorbringen wie unter einer Auflage. Unternehmen hätten keinen Anreiz mehr Zertifikaten zu handeln.

Abbildung 6.2 zeigt die Kosteneinsparungen, die für einzelne Anlagen gemäss ökonomischer Theorie in einem funktionierenden Zertifikatsmarkt erzielt werden können. Es wird angenommen, dass zwei Unternehmen am Emissionshandel teilnehmen und unterschiedliche, lineare Grenzvermeidungskostenkurven aufweisen.

Unternehmen 2 weist im Vergleich zu Unternehmen 1 einen komparativen Vorteil in der Reduktion von Emissionen auf. Daraus resultiert für dieses Unternehmen eine flachere Grenzvermeidungskostenfunktion (GVK_2). Die Grenzvermeidungskostenkurven beider Unternehmen aggregieren sich zu GVK_{ges} .

Z_1 und Z_2 bezeichnen für Unternehmen 1 und respektive für Unternehmen 2 die verpflichtende Emissionsreduktion der Unternehmen, bzw. von rechts nach links gelesen, die individuell zugeteilte Menge an Emissionsrechten ("Cap"). Gesamthaft muss die Summe beider Unternehmen reduziert werden (Z_{ges}).

Ohne Handel resultieren unter den getroffenen Annahmen für Unternehmen 1 die Vermeidungskosten $A + C + E$, für Unternehmen 2 die Vermeidungskosten B .

Wird Handel zugelassen, bestimmt die Summe der notwendigen Reduktionen (Z_{ges}) den Preis für Emissionsrechte (P). Unternehmen reduzieren soweit, bis der Preis ihren Grenzvermeidungskosten entspricht.

Unternehmen 1 bleibt unterhalb seiner individuellen Verpflichtung; Unternehmen 2 dehnt die Emissionsreduktion aus. Den Überschuss an Emissionsreduktion verkauft Unternehmen 2 an Unternehmen 1. Aufgrund der Unterschiedlichkeit in ihrer Kostenstruktur

²Aufgrund der Festlegung der Verpflichtungsperioden, sind nur die Schwankungen innerhalb eines 5-Jahres-Zeitraums relevant.

können beide Unternehmen Kosten einsparen. Unternehmen 1 kann durch den Zukauf von Emissionsrechten Kosten im Ausmass von Fläche E einsparen; Unternehmen 2 profitiert netto aus dem Verkauf von Emissionsrechten im Ausmass der Fläche F .

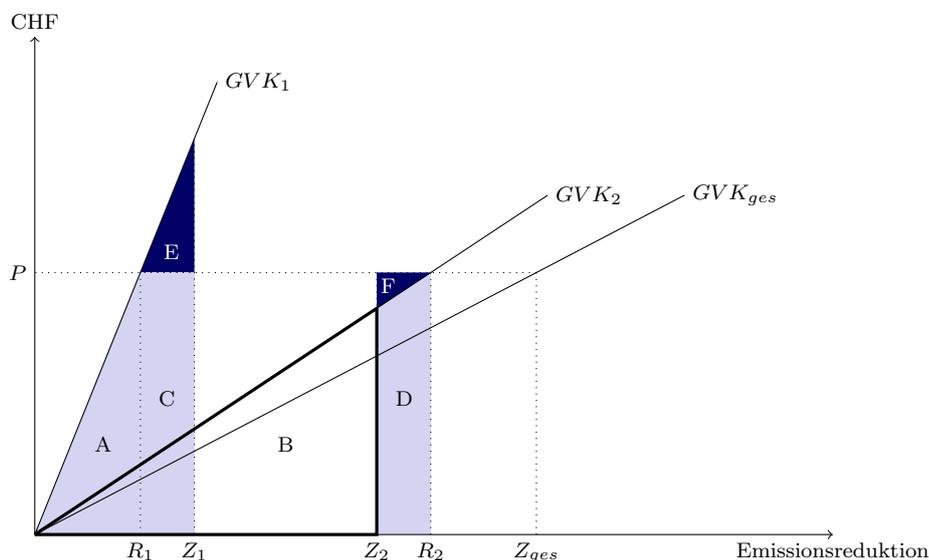


Abbildung 6.2: Effizienzgewinne aus der Heterogenität der Unternehmen

Je unterschiedlicher also die Unternehmen in Bezug auf ihrer Kostenstruktur sind, desto mehr Vermeidungskosten können Unternehmen mit relativ hohen Kosten einsparen und desto höher sind die Nettoerlöse aus dem Verkauf von Emissionsrechten für Unternehmen mit sehr geringen Grenzvermeidungskosten. Eine Ausweitung des Marktes schafft eine höhere Spannweite in den Kostenunterschieden und birgt ein höheres Potenzial für Kosteneinsparungen. Dieser Vorteil spricht für eine Kooperation zwischen der Schweiz und der EU.

6.3 Auswirkungen auf die Marktliquidität

Liquidität am Zertifikatsmarkt bezeichnet die Fähigkeit eines Marktes jederzeit Zertifikate verkaufen bzw. kaufen zu können, ohne dass es dabei zu wesentlichen Preisänderungen kommt. Das setzt voraus, dass die Anzahl der Anlagen im Emissionshandel und der im Umlauf befindlichen Zertifikate entsprechend hoch ist. Gemäss Butzengieger et al. (2001) findet Handel mit Emissionsrechten in einem illiquiden Markt nur noch periodisch statt, zum Beispiel am Ende einer Verpflichtungsperiode. Dies führt zu Unsicherheiten im Preis für Emissionsrechte und zur Beeinträchtigung des Investitionsverhaltens in Vermeidungstechnologien von Unternehmen. Erhöhte Such- und Transaktionskosten im Handel sind ein weiterer Nachteil eines illiquiden Marktes.

Das System der Schweiz ist im Vergleich zur EU sehr klein. Eine hinreichende Liquidität im

Markt für Emissionsrechte wird schwer sicherzustellen sein. Am Markt für EUAs hingegen haben sich gut funktionierende Handelsbörsen entwickelt. Zu nennen sind hier etwa ECX, Nord Pool, EEX und Bluenext, mit Anteilen am Handelsvolumen von 83 %, 12 %, 4 % bzw. 1 % (ECX, 2008). Vergleichbare Institutionen sind in der Schweiz bis dato nicht vorhanden.

Ein Abkommen zur Verknüpfung der Emissionshandelssysteme der Schweiz und der EU ist im Hinblick auf das Liquiditätsproblem in der Schweiz zu begrüssen.

6.4 Auswirkungen auf die ökologische Treffsicherheit

Treibhausgase sind globale Schadstoffe bzw. "Uniformly Mixing Pollutants". Wesentlich ist nicht der Ort der Verschmutzung, sondern ihre globale Konzentration. Ob Emissionen in der Schweiz oder in der EU reduziert werden, ist aus globaler Sicht grundsätzlich irrelevant. Separate Systeme sind ihrem individuellem Reduktionsziel verpflichtet, das auch bei einer klimapolitischen Kooperation zu erfüllen ist.

Die ökologische Treffsicherheit ist allerdings dann gefährdet, wenn der erwartete Preis im verknüpften System deutlich über der CO₂-Abgabe liegt. Die Unternehmen in der Schweiz haben dann den Anreiz, ihre gesamten Emissionsrechte, die sie im Rahmen des Emissionshandels zugeteilt bekommen, an Unternehmen in der Europäischen Union zu verkaufen. Als Sanktion für die Nichterfüllung im Emissionshandel bezahlen sie auf jede Einheit CO₂-Emission die CO₂-Abgabe. Ist der Preis von Emissionsrechten hinreichend hoch, ist der Erlös aus dem Verkauf von Emissionsrechten höher als die Kosten, die durch die Steuerzahlung zu leisten sind. Dieses Verhalten verursacht insgesamt mehr Emissionen, da zusätzlich zu den Emissionen der schweizerischen Unternehmen, die mit einer CO₂-Abgabe belastet werden, Emissionsrechte ausgegeben werden (vgl. hierzu auch Kapitel 5 und Abschnitt 7.2).

Ist der Preis in einem verknüpften System deutlich höher als in einem rein nationalen System, müsste die CO₂-Abgabe auf ein Niveau gebracht werden, das die ökologische Treffsicherheit nicht gefährdet (ca. 40 bis 50 CHF).

Kapitel 7

Einzelwirtschaftliche Effekte

Auf einzelwirtschaftlicher Ebene werden schwerpunktmässig die Effekte einer bilateralen Kooperation aus Sicht der Schweiz analysiert. Zum einen ist hier die Abhängigkeit der Nachfrage nach Emissionsrechten von stochastischen Einflüssen zu nennen. Zum zweiten unterscheidet sich die EU von der Schweiz darin, dass die Ausgestaltung der Klimapolitik in der Schweiz den Unternehmen die Wahl zwischen der CO₂-Abgabe und der Teilnahme am Emissionshandel lässt. Das Entscheidungsverhalten schweizerischer Unternehmen muss dahingehend analysiert werden. Zum dritten ist der Effekt der Verknüpfung der Emissionshandelssysteme auf die betroffenen Branchen zu diskutieren.

7.1 Abhängigkeit der Nachfrage nach Emissionsrechten von stochastischen Einflüssen

Der Preis von Emissionsrechten wird durch das Angebot und die Nachfrage bestimmt. Im Gleichgewicht passt sich der Preis so an, dass das Angebot und die Nachfrage ausgeglichen sind (siehe Abbildung 7.1).

In der Schweiz wird das Angebot über die Reduktionsverpflichtung der teilnehmenden Unternehmen bestimmt. Allerdings wird in den Jahren 2008 – 2010 eine Anpassung an das Wachstum in der Produktion vorgenommen, sodass das Angebot ex ante für diesen Zeitraum unbestimmt bleibt. Nach 2010 unterliegen die Unternehmen einem absoluten Reduktionsziel. Das Angebot in der Schweiz bestimmt sich somit über Menge an Emissionsgutschriften, die im Rahmen des Emissionshandels an die Unternehmen ausgegeben werden, und die Emissionsgutschriften aus JI und CDM (CERs und ERUs).

Das Angebot von EUAs im EU ETS wird durch die NAPs der Mitgliedstaaten für die gesamte Verpflichtungsperiode ex ante fixiert. Zusammen mit den CERs und den ERUs bilden sie das Angebot am EU-Markt.

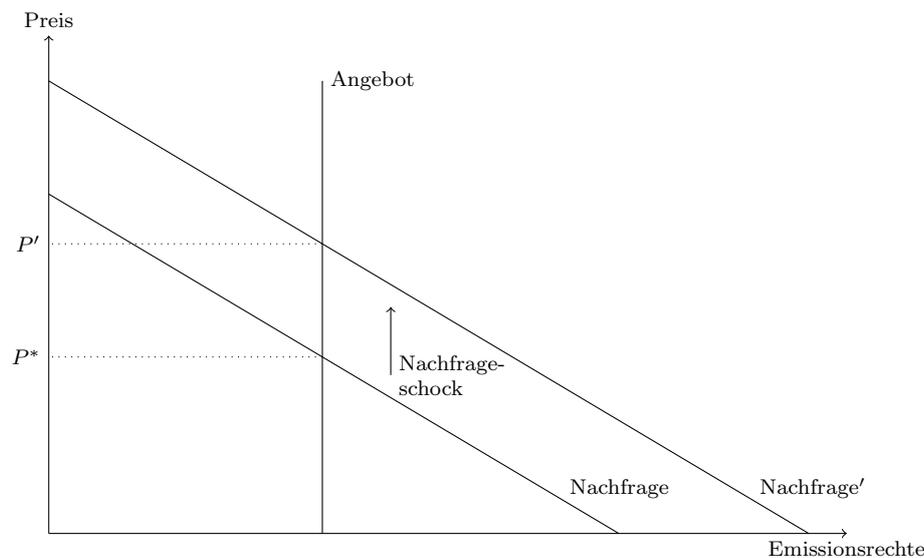


Abbildung 7.1: Angebot und Nachfrage am Markt für Emissionsrechte

Die Nachfrage nach Emissionsrechten bestimmt sich über die tatsächlich ausgestossenen Emissionen in der Verpflichtungsperiode. Abhängig von der zugeteilten Menge, handeln Unternehmen überschüssige Emissionsrechte am Markt oder kaufen sie am Markt zu, wenn ihre Zuteilungsmenge geringer ist als ihre Emissionen.

Während das Angebot in beiden Systemen weitgehend fixiert ist (ausgenommen CER und ERU sowie Wachstumskorrektur in der Schweiz), ist die Nachfrage von einer Reihe von Einflussfaktoren abhängig. Bataller et al. (2006) identifizieren die wesentlichen Einflussfaktoren für den Preis von Emissionsrechten und damit die treibenden Kräfte in ihrer Nachfrage. Sie geben einen Literaturüberblick über die verschiedenen Faktoren, die für die Bestimmung des Preises als ausschlaggebend betrachtet werden. Sie stützen ihre Aussagen dabei auf theoretische Modelle, den Einschätzungen verschiedener Marktakteure und auf öffentliche Studien. Im Wesentlichen fassen sie die folgenden Faktoren zusammen:

- mikro- und makroökonomische Faktoren
 - Charakteristika der Energiebranche
 - BIP
 - Wachstum der Emissionen
 - Reduktionsziele
- Energiefaktoren
 - Preis von Energieträgern
 - Substitutionsmöglichkeiten von Energie
- Klima/Wetter
 - Temperatur
 - Niederschlag

Bataller et al. (2006) untersuchen den Zusammenhang energiebasierter Variablen einer-

seits und klimabasierter Variablen andererseits auf den Preis von CO₂. Sie zeigen mit Hilfe multivariater linearer Regression, dass die Preise der emissionsintensivsten Energieträger (Kohle, Brent etc.) den grössten Einfluss auf CO₂-Preise aufweisen. Statistisch signifikant ist auch der Einfluss der Substitutionsmöglichkeiten zwischen den Energieträgern. Im Hinblick auf klimatische Bedingungen zeigen sie, dass heisse und kalte Tage ebenfalls statistisch signifikant zum Anstieg der Preise von Emissionsrechten beitragen.

Ein vertiefter Fokus soll an dieser Stelle auf die Faktoren Klima bzw. Wetter, insbesondere im Hinblick auf die Elektrizitätswirtschaft, gelegt werden. Hier nimmt die Schweiz im Vergleich zur gesamten EU eine Sonderstellung ein, die hinsichtlich einer Verknüpfung der Systeme von Bedeutung ist.

Geringer **Niederschlag** und anhaltende Trockenperioden beeinflussen das Angebot von Elektrizität, indem sie die Gewinnung von Wasserkraft beeinträchtigen. Regionale klimatische und topographische Bedingungen bestimmen die Möglichkeiten zur Gewinnung von Wasserkraft und folglich die nationale Stromproduktion. Wasserkraft, aber auch Atomkraft, weist gegenüber konventionellen Kraftwerksanlagen den Vorteil auf, dass ihre Gewinnung weitgehend frei von Treibhausgasemissionen ist.

Die Wasserkraftproduktion ist stark von der verfügbaren Wassermenge abhängig und, je nach Kraftwerkstypus, variiert der Output mit der Niederschlagsmenge. Grundsätzlich ist in der Wasserkraft zwischen Lauf- und Speicherkraftwerken zu unterscheiden. Nicht beide sind gleichermassen von Niederschlagsschwankungen betroffen.

- **Laufkraftwerke** sind in der Regel an Flüssen gelegen. Sie besitzen wenig oder keine Speicherkapazitäten von Wasser und hängen damit ausschliesslich von den momentanen Wasserverhältnissen des jeweiligen Flusses und vom Niederschlag ab (Houpert und Dominicis, 2006). Bereits kurzzeitige Trockenheit beeinträchtigen bei diesem Kraftwerkstypus die Produktionsmenge. Laufkraftwerke dienen der Bereitstellung der Grundlast in der Stromproduktion. In der Schweiz liegt der Anteil der Laufkraftwerke an der gesamten Wasserkrafterzeugung im Durchschnitt der letzten zehn hydrologischen Jahre¹ bei 44.5 % (BFE, o.J.).
- Bei den **Speicherkraftwerken** wird Wasser aus (natürlichem oder künstlichem Zufluss gespeisten) Speicherseen genutzt. Die Zuflüsse zu Speicherseen sind aufgrund der Schnee- und Gletscherschmelze während den Sommermonaten am höchsten und folglich auch das Speichervolumen in den Seen (BFE, o.J.). Durch Speicherefähigkeit der Seen kann somit eine Ausgleichsfunktion zwischen Angebot und der Nachfrage wahrgenommen werden. Speicherkraftwerke können innert kurzer Zeit in Betrieb genommen werden und gemeinsam mit ihrer Eigenschaft Wasser speichern zu können, eignen sie sich gut für die Deckung erhöhter Nachfrage nach Elektrizität in Spitzenzeiten (vor allem in Wintermonaten). Während sie eine Ausgleichsfunktion bei kurzzeitigen Trockenheiten übernehmen können, führen hingegen anhaltende Trockenheiten zur Senkung des Wasserspiegels in den Speicherseen. Anhaltende Tro-

¹hydrologisches Jahr: Oktober bis September

ckenheiten beeinträchtigen somit die gesamte Wasserkraftgewinnung (Houpert und Dominicis, 2006).

Der Einfluss der **Temperatur** auf die Elektrizitätserzeugung äussert sich über den Aggregatzustand des Wassers. Bei niedrigen Temperaturen wird Wasser in Eis und Schnee gebunden und senkt somit die Wassermenge und damit verbunden die Wasserkraftproduktion (Houpert und Dominicis, 2006). Welche Wassermenge durch die Schneeschmelze im Sommer freigegeben wird ist abhängig vom Winterniederschlag und der Länge der Kälteperiode.

Wesentlich für die Beurteilung des Einflusses von Niederschlagsschwankungen und Temperatur auf die Nachfrage nach Emissionsrechten in der Elektrizitätsbranche ist die Struktur in der Elektrizitätserzeugung. Die Zusammensetzung in der Stromproduktion in der Schweiz für das Jahr 2006 und in der EU im Jahr 2005 ist in Abbildung 7.2 dargestellt.

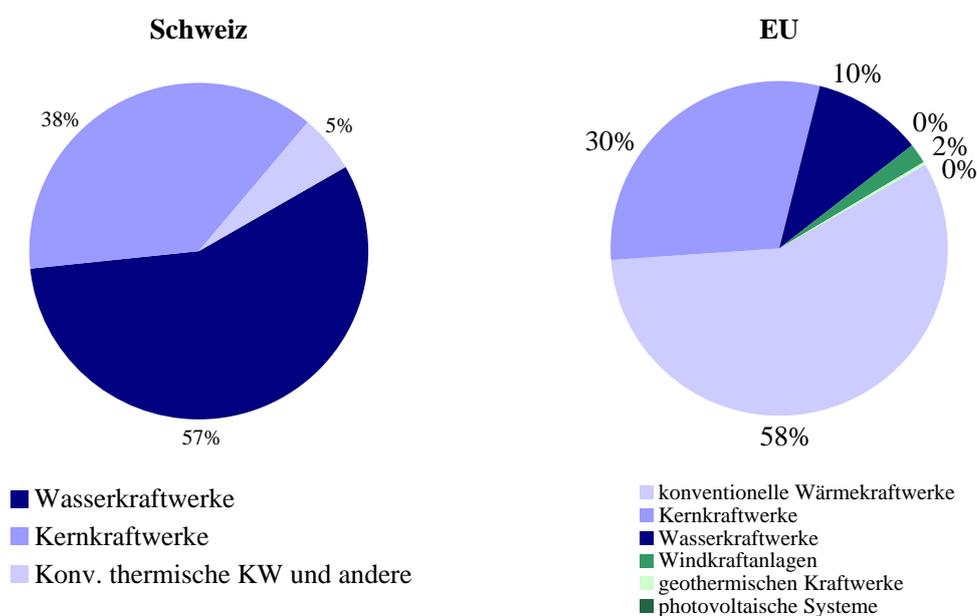


Abbildung 7.2: Elektrizitätserzeugung nach Kraftwerkstyp in der Schweiz (2006) und in der EU (2005) (Quellen: BFE, o.J.; Europäische Kommission, 2008)

Die Struktur in der Elektrizitätserzeugung zeigt, dass in der Schweiz die Stromproduktion aus Wasserkraft und Kernenergie dominiert wird und damit weitgehend frei von CO₂-Emissionen ist. Die Kategorie "Konventionelle thermische Kraftwerke und andere" (Kehrrichtverbrennungsanlagen, Wind, Photovoltaik u.a.) spielt eine untergeordnete Rolle. Abbildung 7.3 zeigt zudem, dass die Erzeugung dieser Kategorie im Zeitablauf als relativ konstant zu betrachten ist. In der Europäischen Union zeigt die Struktur ein anderes Bild. Der Grossteil an Elektrizität wird über konventionelle Wärmekraftwerke produziert. Wasserkraft macht nur etwa einen Anteil von 10 % am der Gesamtproduktion in den EU-27-Staaten aus.

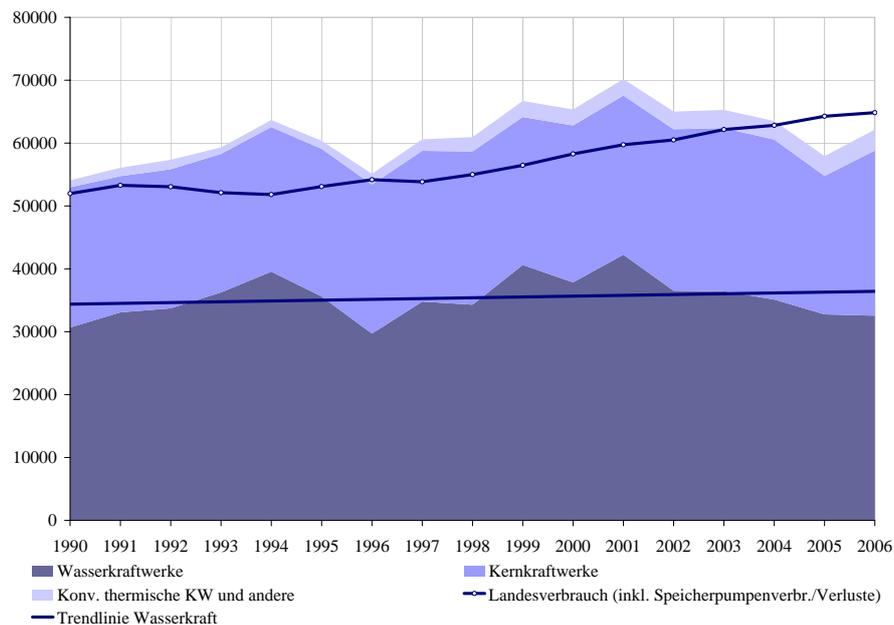


Abbildung 7.3: Entwicklung der Landeserzeugung von Elektrizität nach Kraftwerksform im Vergleich zum Landesverbrauch [GWh] (Quelle: BFE, o.J.)

Die Stromproduktion aus Wasserkraft ist in der Schweiz im Jahresvergleich relativ stabil (vgl. dazu die Trendlinie für Wasserkraft in Abbildung 7.3). Dies ist neben den günstigen Niederschlagsbedingungen auch auf die alpine Topographie und die Gewässerhäufigkeit zurückzuführen.

Wird aufgrund der hydrologischen Bedingungen die Wasserkraftgewinnung eingeschränkt und kann der Landesverbrauch an Elektrizität nicht mehr gedeckt werden, muss die Überschussnachfrage über andere Energieträger oder Importen gedeckt werden. Findet diese Substitution über die Erzeugung von Elektrizität in konventionellen Wärmekraftwerken statt, ist damit ein Anstieg in CO_2 -Emissionen verbunden. Wärmekraftwerksbetreiber fragen für ihre erhöhte Produktion mehr Emissionsrechte nach und beeinflussen damit auch deren Preis.

In der Schweiz ist eine Anpassung geringer Wasserkraftproduktion durch den Anstieg der Produktion in thermischen Kraftwerken jedoch nicht erkennbar. Der Anteil von konventionellen thermischen Kraftwerken ist vergleichsweise gering und die Produktion im Zeitablauf relativ konstant. Die Auswirkung auf das Niveau der CO_2 -Emissionen ist daher als vernachlässigbar anzusehen. Ein Einfluss auf die Nachfrage nach Emissionsrechten und deren Preis ebenso. Eine Überschussnachfrage wird über Importe aus dem Ausland gedeckt. Ein Vergleich der Nachfrage und dem Angebot an Elektrizität und dessen Anteil aus der Wasserkraft in der Schweiz innerhalb eines Jahres, ist für das Jahr 2006 in Abbildung 7.4 dargestellt. Die Stromproduktion aus Wasserkraft ist besonders hoch in den Sommermonaten, in denen die Kernenergie gedrosselt wird. In den Wintermonaten übersteigt der Verbrauch das Angebot und die Nettoimporte von Elektrizität sind positiv.

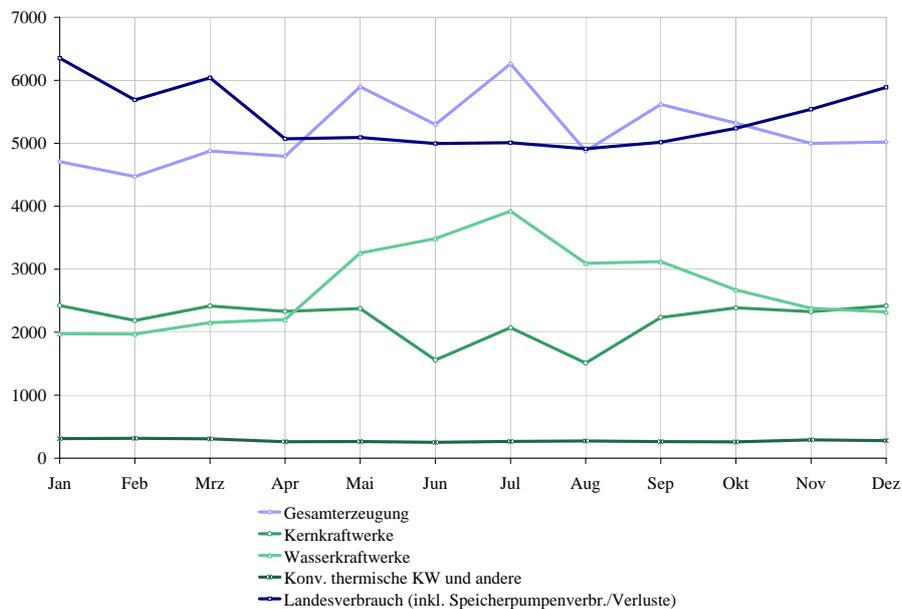


Abbildung 7.4: Monatliche Variation in der Elektrizitätserzeugung im Vergleich zum Landesverbrauch im Jahr 2006 [GWh] (*Quelle: BFE, o.J.*)

Die Struktur in der Elektrizitätserzeugung in der Europäischen Union lässt schliessen, dass Exporte in die Schweiz zumindest zum Teil über konventionelle Kraftwerke erzeugt werden und damit zu höheren CO₂-Emissionen in der EU führen. 95 % der Importe und Exporte der Schweiz finden mit den Staaten Deutschland, Frankreich, Italien und Österreich statt (BFE, o.J.). Im Jahr 2006 sind gemäss schweizerischer Elektrizitätsstatistik 2006 (BFE, o.J.) die Nettoimporte aus Frankreich (20 577 GWh), Deutschland (2 310 GWh) und Österreich (3 095 GWh) positiv. Besonders Deutschland und Österreich weisen in ihrer Produktionsstruktur einen sehr hohen Anteil an konventionellen Wärmekraftwerken auf (Deutschland: 66 %, Österreich: 39 %; Daten: Europäische Kommission (2008) für das Jahr 2005). Es ist daher davon auszugehen, dass sich ein Nachfrageüberschuss nach Elektrizität in der Schweiz nachteilig auf das Emissionsniveau dieser Länder und folglich der Europäischen Union auswirken kann. Im Vergleich zum Bruttoelektrizitätserzeugungsniveau von 3 310 401 GWh in den EU-27-Staaten im Jahr 2005 (Europäische Kommission, 2008) und Nettoimporten in der Schweiz von 6 350 GWh im gleichen Jahr (BFE, o.J.) ist dieser Effekt aber schwach.

Neben dem Einfluss von Niederschlagsschwankungen und Temperatur auf das Elektrizitätsangebot, hat die Temperatur auch Einfluss auf die Nachfrage nach Elektrizität und Energie im Allgemeinen, speziell im Winter. Kalte Winter erhöhen den Heizbedarf und damit die Nachfrage nach fossilen Brennstoffen und Elektrizität. Ein zunehmender Trend ist auch in der Nutzung von Klimaanlage in heissen Sommern zu erkennen (Point Carbon und Nephila Capital, 2007). Beide Effekte führen zu einer höheren Nachfrage nach Elektrizität und nach fossilen Brennstoffen und damit zu höheren Emissionen.

Ein Indikator für kalte Winter ist die Anzahl von Heizgradtagen.² Abbildung 7.5 zeigt die Entwicklung der Heizgradtage und der Emissionen aus fossilen Brennstoffen (beide indexiert auf 1990) für die Schweiz. Der Korrelationskoeffizient zwischen der Variable Heizgradtage und Brennstoffemissionen liegt bei 0.81.

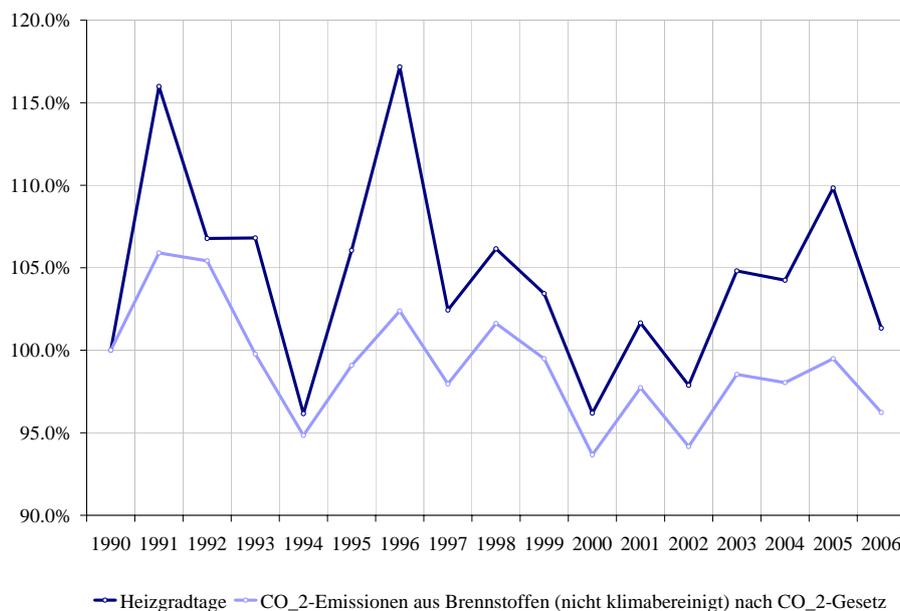


Abbildung 7.5: Entwicklung der Heizgradtage und der Emissionen aus fossilen Brennstoffen in der Schweiz, indexiert (*Quelle: BAFU, 2007a*)

Der Einfluss von Produktionsschwankungen in der Elektrizitätsgewinnung in der Schweiz, hervorgerufen durch klimatische Bedingungen, hat keinen wesentlichen Einfluss auf die Nachfrage nach Emissionsrechten in einem verknüpften Markt. Da die Nachfrage nach Strom zum Grossteil über Kernenergie, Wasserkraft und gegebenenfalls durch Nettoimporte bedient wird und bei Schwankungen in der Wasserkraftproduktion keine Substitution mit thermischer Elektrizitätsgewinnung stattfindet, ist der Effekt auf einen nationalen Emissionshandel ebenso wie bei einer Verknüpfung kurz- bis mittelfristig vernachlässigbar.

Anders liegt der Fall aber, wenn die EU aufgrund von Volatilität in der Wasserkraftgewinnung und steigendem Stromverbrauch, Anpassungen über eine Mehrproduktion in thermische Kraftwerken vornimmt und damit die Nachfrage nach Emissionsrechten und den Preis in einem verknüpften Markt erhöht (vgl. Nachfrageschock in Abbildung 7.1 auf Seite 48). Beispielsweise schätzen Houpert und Dominicis (2006), dass im Jahr 2005 aufgrund der ungünstigen Niederschlagssituation, in der Elektrizitätsbranche der EU zusätzliche 9 Millionen Tonnen CO₂ emittiert wurden.

²Die Anzahl der Heizgradtage ergibt sich aus der "Summe der täglichen Abweichungen der mittleren Aussentemperatur von der Raumtemperatur von 20 °C, und zwar an jenen Tagen, an denen die mittlere Aussentemperatur 12 °C oder weniger beträgt". (BAFU 2007b, S. 1)

In der langen Frist wird in der Schweiz allerdings eine Stromlücke, hervorgerufen durch den Ablauf der Lebensdauer der Atomkraftwerke und der Bezugsverträge zum Stromimport, prognostiziert (Prognos AG, 2007). Um diese Stromlücke in Zukunft zu schliessen, ist unter anderem die Elektrizitätsgewinnung über Gaskombikraftwerke geplant (UVEK, 2007). Damit verbunden wären ein höheres Niveau der CO₂-Emissionen in der Schweiz und ein Anstieg in der Nachfrage nach Emissionsrechten. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass Ausfälle in der Wasserkraftproduktion, aufgrund ungünstiger klimatischer Bedingungen, dann über eine Mehrproduktion in Gaskombikraftwerken kompensiert werden, und damit Einfluss auf die Nachfrage und den Preis von Emissionsrechten nehmen.

Steigen die CO₂-Emissionen aufgrund erhöhter Nachfrage in der Nutzung fossiler Brennstoffe in der Schweiz, ist der Effekt auf den Preis von Emissionsrechten höher in einem rein nationalen System als bei einem Binnenmarkt mit der EU. Aufgrund des geringen Anteils der Schweiz in einem gemeinsamen Binnenmarkt, ist sie als Preisnehmer am Zertifikatsmarkt anzusehen.

7.2 Ursachen der Selbstselektion schweizerischer Unternehmen

Von der CO₂-Abgabe betroffene Unternehmen in der Schweiz haben grundsätzlich die freie Wahl zwischen der Zahlung einer der CO₂-Abgabe und der Teilnahme am CH ETS, mit der Verpflichtung zur Reduktion ihrer BAU-Emissionen (Business As Usual). Unter welchen Bedingungen sich schweizerische Unternehmen für die Teilnahme am CH ETS entscheiden wird im Modell von Krysiak und Oberauner (2008) beantwortet und im Folgenden dargestellt.³ Die Beantwortung dieser Frage ist von zentraler Bedeutung für die Abschätzung der Vor- und Nachteile aus einem Abkommen für die schweizerischen Unternehmen und der schweizerischen Wirtschaft im Ganzen.

Die Ausgestaltung der Klimapolitik in der Schweiz ist weltweit einzigartig. Nur in der Schweiz haben Unternehmen die Wahl zwischen zwei Regulierungsformen. Ein solcher Mechanismus wurde bisher in der ökonomischen Literatur nicht untersucht. Im Rahmen dieses Projekts wurde daher eine theoretische Analyse zum Selbstselektionsverhalten von Unternehmen durchgeführt (siehe dazu Krysiak und Oberauner, 2008). Aufgrund der Aktualität der Problemstellung sind Daten für eine empirische Untersuchung derzeit noch nicht vorhanden, so dass im Folgenden allgemeine Aussagen im Hinblick auf den Einfluss der Wahlmöglichkeit schweizerischer Unternehmen auf eine klimapolitische Kooperation gemacht werden.

Der Ansatz von Krysiak und Oberauner (2008) zeigt die Ableitung einer optimalen Politikgestaltung in einer Situation in der Unternehmen ihre Regulierungsform, d. h. die Zahlung einer Steuer oder die Teilnahme am Emissionshandel, selbst wählen können. Das

³Für eine detailliertere Darstellung des Modells und die formale Herleitung der Ergebnisse sei auf Anhang A verwiesen.

Modell nimmt dabei auf Unvollkommenheiten des Marktes Bedacht. Es berücksichtigt einerseits die Unsicherheit über tatsächlich realisierte Kosten der Vermeidung von Emissionen, von der die Regulierungsbehörde bei Bekanntgabe der Politik, und Unternehmen bei der Auswahl des Instruments, betroffen sind. Andererseits trägt es der asymmetrischen Information zwischen der Regulierungsbehörde und der Unternehmen, in Bezug auf die eingesetzte Technologie in der Vermeidung von Emissionen, Rechnung. Gemäss den Annahmen des Modells unterscheiden sich Unternehmen ausschliesslich in der Struktur ihrer Vermeidungskosten, und folglich ihrer eingesetzten Vermeidungstechnologie. Durch die Wahl des für sie erwartungsgemäss kostengünstigeren Instruments, geben sie preis, ob sie im Vergleich zu den anderen Unternehmen relativ gesehen hohe oder niedrige Kosten der Vermeidung aufweisen.

Der zeitliche Ablauf im Modell ist in Abbildung 7.6 dargestellt. In einem ersten Schritt gibt die Regulierungsbehörde die Politikinstrumente und deren Ausgestaltung bekannt. Zu diesem Zeitpunkt hat die Regulierungsbehörde weder Informationen zu den tatsächlich realisierten Vermeidungskosten noch zur eingesetzten Technologie der Unternehmen. Unternehmen verpflichten sich in einem zweiten Schritt für mehrere Perioden (wie etwa für die gesamte Verpflichtungsperiode 2008 – 2012) für ein Instrument, mit dem sie reguliert werden möchten. Aufgrund der Unsicherheit bzgl. ihrer realisierten Kosten, bilden sie Erwartungswerte zu den Regulierungs- und Vermeidungskosten für beide Instrumente, und entscheiden entsprechend den geringeren erwarteten Kosten. In jeder Periode des eingegangenen Verpflichtungszeitraums (d. h. in jedem Jahr von 2008 – 2012) entscheiden Unternehmen unter ihrer gewählten Regulierungsform über ihre Vermeidungsleistung. Unsicherheiten, wie Faktorpreisvolatilität oder Nachfrageschocks, haben sich zu diesem Zeitpunkt bereits realisiert.

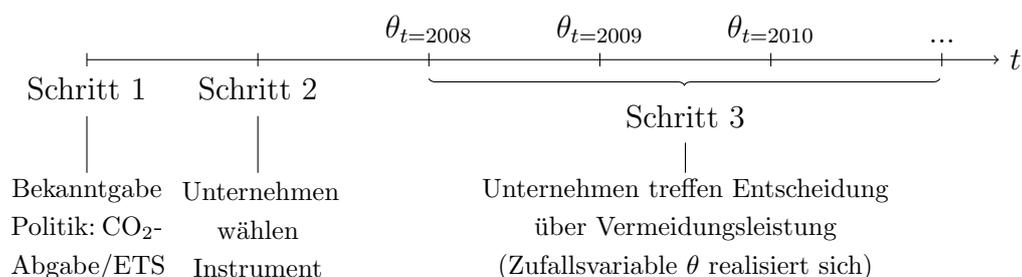


Abbildung 7.6: Zeitlicher Ablauf der Entscheidungen im Modell (*Quelle: Krysiak und Oberauer, 2008*)

Welche Unternehmen optimalerweise welches Instrument wählen wird in Abbildung 7.7 dargestellt. Auf der Abszisse ist der Parameter β aufgetragen, der die Kostenstruktur bzw. die Technologie eines Unternehmens charakterisiert. Die Dichtefunktion von β ist auf der Ordinate aufgetragen. Weitzman (1974) zeigt, dass abhängig vom Grenzscha- den, Unternehmen mit relativ niedrigem β durch eine Steuer, jene mit relativ hohem β durch den Emissionshandel reguliert werden sollen.

Sind die erwarteten Kosten aus der Vermeidung und der Regulierung für ein Unternehmen mit der Technologie β bei der Steuer kleiner als beim Emissionshandel, wird das Unternehmen die Steuerlösung wählen. Im umgekehrten Fall wählt es den Emissionshandel. Das Unternehmen das unter beiden Instrumenten gleich hohe Kosten zu erwarten hat, wird in Abbildung 7.7 als Unternehmen mit Technologie β_{crit} bezeichnet.

Für Unternehmen bedeutet die Steuer mehr Flexibilität in der Anpassung ihrer Vermeidungsleistung, führt aber gleichzeitig zu Unsicherheit in der Erfüllung des Umweltziels. Das Gegenteil ist der Fall wenn Unternehmen am Emissionshandel teilnehmen. Über β entscheidet sich, welcher der beiden Effekte dominiert und welches Instrument aus gesellschaftlicher Sicht für das spezifische Unternehmen überlegen ist.

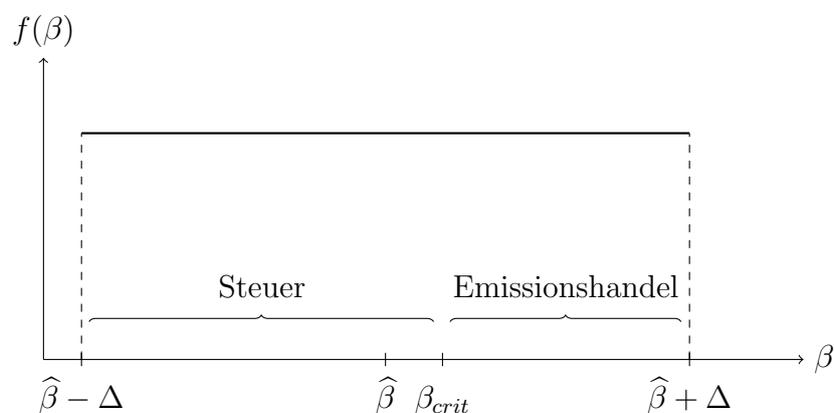


Abbildung 7.7: Wahl der Regulierungsform in Abhängigkeit von der Technologie der Unternehmen; β ...Technologieparameter, $\hat{\beta} - \Delta$...Untergrenze von β , $\hat{\beta} + \Delta$...Obergrenze von β , β_{crit} ...indifferentes Unternehmen (Quelle: Krysiak und Oberauner, 2008)

Gegeben die Verteilung der Unternehmen nach Technologie- bzw. Kostentyp, leitet die Regulierungsbehörde die aus gesellschaftlicher Sicht optimale Ausgestaltung der Politikvariablen ab. Die Modellannahmen und die Ableitung der optimalen Politik ist gemäss Krysiak und Oberauner (2008) in Anhang A dargestellt. Die Autoren kommen zum Ergebnis, dass bei optimaler Politikausgestaltung der Steuersatz gleich jenem sein muss, der für eine reine Steuerlösung optimal wäre. Zudem ist der Steuersatz gleich dem erwarteten Preis für Emissionsrechte.

Die Umsetzung des Ansatzes wäre dementsprechend sehr einfach. Es müsste ein Steuersatz gesetzt werden, der dem entspricht, der bei einer reinen Steuerlösung optimal wäre. Eine hinreichende Menge an Emissionsrechten müsste ausgegeben werden, um sicherzustellen, dass der Preis für Emissionsrechte gleich dem Steuersatz ist. Damit wird auch sichergestellt, dass die Grenzvermeidungskosten für alle Unternehmen gleich sind und die erwarteten Vermeidungskosten der Industrie für ein gegebenes Umweltziel minimiert werden.

In bestehenden Emissionshandelssystemen, wie dem EU ETS und dem CH ETS, ist die Zuteilung von Emissionsrechten grösstenteils gratis vorgesehen. In einem System, in dem zwischen eine Steuer und der Teilnahme am Emissionshandel gewählt werden kann, würde eine reine Gratiszuteilung der Emissionsgutschriften allerdings zur Subventionierung des Emissionshandels führen, da die Steuer auf jede Einheit Emission abzuführen wäre.

Damit Unternehmen gemäss ihrer eingesetzten Technologie das aus gesellschaftlicher Sicht optimale Instrument wählen, müsste daher ein Anreiz geschaffen werden, um dieser Subventionswirkung entgegenzuwirken. Die Einführung eines Steuerfreibetrags und/oder die Versteigerung eines Teils der Emissionsrechte wären geeignete Instrumente zur Vermeidung dieser Subventionswirkung.

Um ein optimales Ergebnis zu erzielen, muss der Steuerfreibetrag pro Unternehmen immer kleiner sein als die Menge an gratis zugeteilten Zertifikaten. Unternehmen können sowohl bei einer Steuer als auch beim Emissionshandel von Unsicherheit profitieren (vgl. Gleichungen A.5 und A.10 in Anhang A). Der Vorteil ist aber aufgrund der höheren Flexibilität in der Anpassung ihrer Emissionen bei der Steuer. Um diesen Vorteil der Steuer auszugleichen muss der Steuerfreibetrag immer kleiner als die Gratiszuteilung gesetzt werden (vgl. dazu auch Gleichung A.14 in Anhang A).

Neben der Setzung eines Steuerfreibetrags, kann eine optimale Ausgestaltung der Politik auch über die Versteigerung einer hinreichend grossen Menge an Emissionsrechten gesteuert werden. Eine dritte Möglichkeit liegt in der Kombination beider Elemente.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass bei rein nationaler Betrachtung, die Schweiz durch die Einführung mindestens eines weiteren Instruments, d. h. Steuerfreibetrag oder Versteigerung, die sozialen Kosten senken könnte. Die derzeitige Ausgestaltung führt dazu, dass Unternehmen durch die Gratiszuteilung von Emissionsrechten, den Anreiz haben, am Emissionshandel teilzunehmen, auch wenn es aus gesellschaftlicher Sicht optimal wäre die CO₂-Abgabe zu zahlen.

Die Ausschüttung der Einnahmen aus der CO₂-Abgabe an die abgabebzahlenden Unternehmen wirkt zwar ähnlich wie ein Steuerfreibetrag, allerdings führt der Ausschüttungsmodus zu Verzerrungen. Unternehmen mit einer hohen Anzahl an Arbeitnehmern haben einen Anreiz, die Abgabe zu zahlen. Aus gesellschaftlicher Sicht, wäre es aber die eingesetzte Technologie der Unternehmen, die ausschlaggebendes Kriterium für eine Ausschüttung sein müsste.

Durch eine Kooperation wird die Schweiz aufgrund ihrer relativen Grösse zur EU Preisnehmer am Markt für Emissionsrechte. In obigem Modell würde das dazu führen, dass der Preis am Markt für Emissionsrechte nicht mehr endogen gebildet wird, sondern exogen gegeben ist.

Im Modell von Krysiak und Oberauner (2008) wurde gezeigt, dass eine Politik, wie sie in der Schweiz vorliegt, nur dann optimal ist, wenn der Steuersatz bzw. die CO₂-Abgabe gleich dem erwarteten Preis für Emissionsrechte ist. Im Vergleich der Spot- und Futurepreise verschiedener Handelsbörsen für EUAs (z. B.: ECX, Bluenext, EXAA etc.) wird der Preis

für European Union Allowances für die Verpflichtungsperiode 2008 – 2012 bei etwa 25 Euro bzw. 40 CHF erwartet.

Mit 1. Januar 2008 wurde die CO₂-Abgabe mit 12 CHF pro t CO₂ eingeführt. Abhängig von erzielten Emissionsreduktionen kann die CO₂-Abgabe 2009 und/oder 2010 bis maximal 36 CHF ansteigen, oder verbleibt auf derzeitigem Niveau. Die verschiedenen Szenarien für die Entwicklung der Abgabe und der erwartete Preis für EUAs ist in Abbildung 7.8 grafisch dargestellt. Egal welches der vier Szenario eintreten würde, der erwartete Preis für Emissionsrechte in der EU ist in jedem Fall höher und damit auch der erwartete Preis in einem gemeinsamen Binnenmarkt.

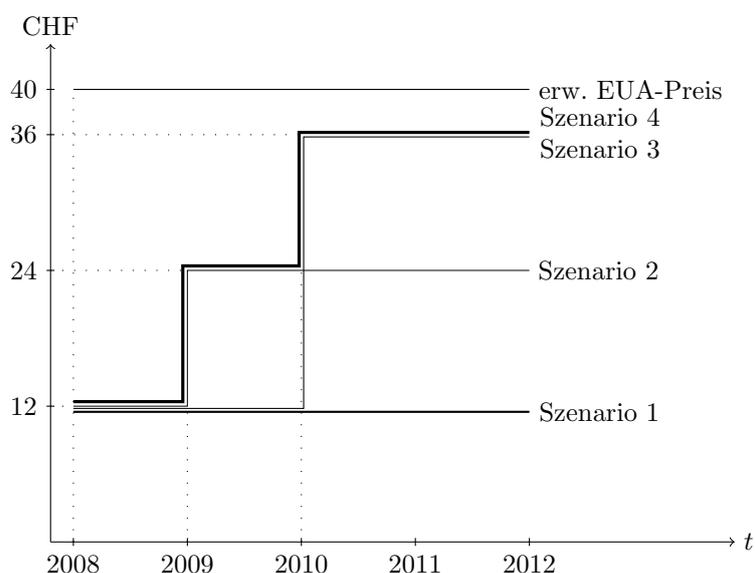


Abbildung 7.8: Mögliche Entwicklungspfade der CO₂-Abgabe (Szenarien 1 bis 4) und erwarteter Preis für EUAs [CHF]

Ist der Preis im verknüpften Markt deutlich höher als die CO₂-Abgabe, dann haben Unternehmen in der Schweiz den Anreiz am Emissionshandel teilzunehmen, ihre Emissionsrechte aber den Unternehmen in der EU zu verkaufen und als Sanktion die Abgabe zu zahlen. Bei hinreichend grosser Preisdifferenz wäre der Erlös aus dem Verkauf der Emissionsrechte an die EU höher als die Abgabenzahlung.

Durch dieses Verhalten wird die ökologische Treffsicherheit gefährdet, weil mehr Emissionen ausgestossen werden, als in zwei separaten Systemen. Um das zu verhindern, wäre die Angleichung der CO₂-Abgabe an den Preis im EU ETS erforderlich. Die CO₂-Abgabe müsste mindestens gleich hoch sein wie der erwartete Preis in der EU, d. h. zwischen 40 und 50 CHF. Zur Schaffung der richtigen Anreize müsste dann aber auch ein Steuerfreibetrag in der Schweiz eingeführt werden, der die Subventionswirkung des Emissionshandels ausgleicht.

Würde der Fall eintreten, in dem der erwartete Preis in einem verknüpften System deut-

lich unterhalb der CO₂-Abgabe liegt, dann haben alle Unternehmen einen Anreiz in den Emissionshandel einzusteigen.

7.3 Branchenspezifische Gewinner und Verlierer einer Kooperation

7.3.1 Betroffene Branchen in der Schweiz und in der EU

Direkt betroffen von einer klimapolitischen Kooperation, d. h. von der Verknüpfung der Emissionshandelssysteme, sind in der Schweiz all jene Unternehmen, die am CH ETS teilnehmen. Das sind die Unternehmen, die sich von der CO₂-Abgabe befreien haben lassen und eine rechtliche Verpflichtung zur Begrenzung ihrer Emissionen mit dem Bund eingegangen sind. Für das Jahr 2008 haben ca. 1000 Unternehmen beim Bundesamt für Umwelt (BAFU) ein Gesuch zur Abgabenbefreiung eingereicht. 550 davon wurden bislang bearbeitet und von der CO₂-Abgabe befreit, die grossteils aus der Industrie und dem verarbeitendem Gewerbe stammen (BAFU, 2008b).

Details der teilnehmenden Unternehmen und deren Branchenzugehörigkeit sowie deren zugeteilte Anzahl von Emissionsrechten, wurden bislang nicht veröffentlicht. Ein konkreter Vergleich zwischen der EU und der Schweiz kann, solange keine Informationen über die teilnehmenden Unternehmen am CH ETS vorliegen, daher nicht durchgeführt werden.

Anhand der CO₂-Emissionen aus der energetischen Nutzung fossiler Brennstoffe kann jedoch geschlossen werden, welche Branchen in welchem Ausmass betroffen sein könnten. Die Verteilung der Branchen nach CO₂-Emissionen, die dem CO₂-Gesetz unterliegen, ist in Abbildung 7.9 dargestellt. Die Kategorie "Sonstige (produzierende Industrie)" enthält Emissionen aus Industrien wie zum Beispiel Keramik.

In Abbildung 7.9 bleiben die Sektoren Haushalt und Dienstleistungen ausgenommen. Der Haushaltssektor ist vom Emissionshandel ausgeschlossen. Bei Dienstleistungsbetrieben ist davon auszugehen, dass sie im Vergleich zu energieintensiven Branchen von der Ausschüttung der Einnahmen aus der CO₂-Abgabe in höherem Ausmass profitieren.

Die Einnahmen der CO₂-Abgabe aus der Wirtschaft werden an die Unternehmen zurückverteilt, ausgenommen jene Unternehmen, die von der Abgabe befreit sind. Die Rückverteilung erfolgt über die AHV-Ausgleichskassen proportional zur AHV-Lohnsumme der Arbeitnehmer (BAFU, 2008a). Unternehmen mit geringen CO₂-Emissionen aus der energetischen Nutzung fossiler Brennstoffe sowie hohen Arbeitnehmerzahlen profitieren daher in stärkerem Ausmass von der Zahlung der CO₂-Abgabe. Unter der Annahme, dass Dienstleistungsunternehmen nicht am Emissionshandel teilnehmen, hat eine Kooperation auf diesen Sektor keinen Einfluss.

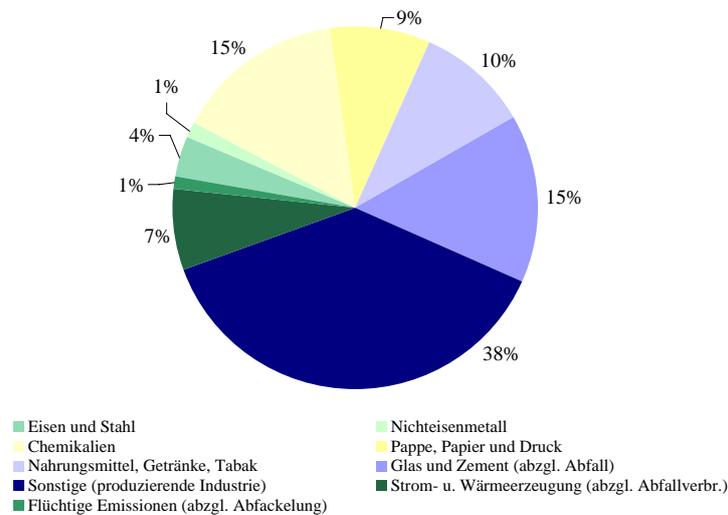


Abbildung 7.9: CO₂-Emissionen aus der energetischen Nutzung fossiler Brennstoffe der schweizerischen Industrie nach Branchen im Jahr 2005 (Quelle: FOEN, 2007; BAFU, 2007c)

Im Emissionshandelssystem der Europäischen Union sind gemäss Anhang I der Emissionshandelsrichtlinie folgende Branchen mit folgenden Kapazitätsgrenzen zur Teilnahme verpflichtet:

- *Energieumwandlung und -umformung*
 - E1: Feuerungsanlagen mit Feuerungswärmeleistung über 20 MW
 - E2: Mineralölraffinieren
 - E3: Kokereien
- *Eisenmetallerzeugung und -verarbeitung*
 - F1: Röst- und Sinteranlagen für Metallerz
 - F2: Anlagen für die Herstellung von Roheisen und Stahl (Kapazität über 2.5 t/h)
- *Mineralverarbeitende Industrie*
 - M1: Anlagen zur Herstellung von Zementklinker (Kapazität über 500 t/d) und Kalk (Kapazität über 50 t/d)
 - M2: Anlagen zur Herstellung von Glas (Schmelzkapazität über 20 t/d)
 - M3: Anlagen zur Herstellung von Keramik (Kapazität über 75 t/d)
- *Sonstige Industriezweige*
 - O1+O2: Anlagen zur Herstellung von Zellstoff und Papier/Pappe (Kapazität über 20 t/d)

Gemäss EEA (2008) waren im Juli 2007 10 800 Unternehmen im Community Independent Transaction Log (CITL) des EU ETS eingetragen. Die Verteilung der Anlagen auf die jeweiligen Branchen wird in Abbildung 7.10 dargestellt.

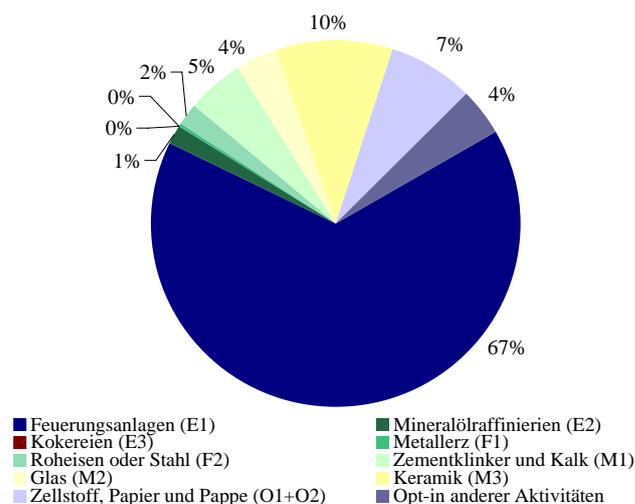


Abbildung 7.10: Anzahl der Anlagen im EU ETS nach Aktivität in den EU-25 Mitgliedsländern (ohne Bulgarien und Rumänien; *Quelle: EEA, 2008, CITL Stand Juli 2007*)

Die einbezogenen Branchen im EU ETS und im CH ETS lassen sich grob, wie in Tabelle 7.1 darstellt, zusammenfassen.

Tabelle 7.1: Grobe Übersicht über die einbezogenen Branchen im CH ETS und im EU ETS

CH ETS	EU ETS
Energieindustrien ¹ Eisen, Stahl Glas Zement, Kalk Keramik Papier, Zellstoff, Pappe	
chemische Industrie Nahrungsmittelindustrie ² Nichteisenmetall	Raffinerien Abfallverbrennung Metallerz

¹ exkl. Raffinerien, Abfallverbrennung

² inkl. Tabak und Getränke

7.3.2 Auswirkungen auf Käufer und Verkäufer von Emissionsrechten in der Schweiz

Die Gewinner und Verlierer bei einer Kooperation werden über die individuelle Reduktionsverpflichtung der Unternehmen und deren Kostenstruktur in der Vermeidung von

Emissionen bestimmt. Über diese beiden Variablen entscheidet sich, welches Unternehmen zum Käufer und Verkäufer von Emissionsrechten wird.

Da die Gesuche zur Befreiung von der CO₂-Abgabe noch nicht vollständig bearbeitet, und Daten noch nicht veröffentlicht wurden, kann eine empirische Beurteilung nicht vorgenommen werden. Erst wenn die Reduktionsverpflichtung bzw. die Zuteilung von Emissionsrechten an die Unternehmen bekannt ist, und vor allem in Relation zu den anderen Unternehmen, dann kann entschieden werden, wer Käufer und Verkäufer von Emissionsrechten ist.

Im Folgenden wird der allgemeine theoretische Fall dargestellt, in dem die Auswirkungen einer Kooperation auf die Käufer und Verkäufer von Emissionsrechten in der Schweiz veranschaulicht werden.

Die EU verteilt innerhalb der Verpflichtungsperiode 2008 – 2012 jährlich ca. 2 100 Millionen Tonnen CO₂ an die beteiligten Anlagen (Europäische Union, 2007a). In der Schweiz lagen im Jahr 2006 die für den Emissionshandel in Frage kommenden CO₂-Brennstoffemissionen⁴ bei 6.12 Millionen Tonnen (BAFU, 2007c). Das heisst, der Einfluss der Schweiz auf den Preis für Emissionsrechte in einem gemeinsamen Binnenmarkt ist vernachlässigbar gering. Aufgrund der relativen Grösse, tritt die Schweiz am Markt für Emissionsrechte bei Kooperation daher als Preisnehmer auf.

Um die Auswirkungen einer Kooperation auf die Käufer und Verkäufer von Emissionsrechten in der Schweiz zu ermitteln, muss der Fall ohne der Verknüpfung der Systeme (Autarkie) mit dem Fall einer Kooperation verglichen werden.

Abbildung 7.11 zeigt den Fall bei Autarkie aus Sicht der Schweiz. Es wird angenommen, dass sich am CH ETS zwei Unternehmen beteiligen. Die Unternehmen unterscheiden sich in ihrer Kostenstruktur (Steigung der Grenzvermeidungskostenkurve), d. h. sie setzen eine unterschiedliche Technologie zur Vermeidung ihrer Emissionen ein. Beide Unternehmen sehen sich jeweils einer Reduktionsverpflichtung von Z gegenüber. Die Gesamtverpflichtung Z_{ges} ist die Summe der Verpflichtungen beider Unternehmen. Emissionsrechte können zwischen den beiden Unternehmen gehandelt werden.

Unternehmen 1 weist die Grenzvermeidungskostenkurve GVK_1 auf, Unternehmen 2 die Grenzvermeidungskostenkurve GVK_2 . Unternehmen 2 hat einen komparativen Vorteil in der Vermeidung von Emissionen, d. h. die Grenzvermeidungskostenkurve verläuft flacher. Damit kann Unternehmen 2 die gleiche Emissionsreduktion zu geringeren Kosten erzielen. GVK_{ges} ist die aggregierte Grenzvermeidungskostenkurve am Markt. Daraus resultiert für das Umweltziel (Z_{ges}) der Preis P_{aut} .

Die Unternehmen passen ihre Reduktionsleistung gemäss ihren Grenzvermeidungskosten unter dem Marktpreis P_{aut} an. Jede höhere oder geringere Reduktion würde bei den Unternehmen zu höheren Kosten führen. Unternehmen 1 reduziert seine Emissionen auf das Niveau R_1 , Unternehmen 2 auf das Niveau R_2 . Unternehmen 1 muss Emissionsrechte am Markt zukaufen, um sein individuelles Ziel von Z zu erreichen. In der selben Grössenord-

⁴Industriesektor, klimabereinigt

nung verkauft Unternehmen 2 Emissionsrechte zum Marktpreis.

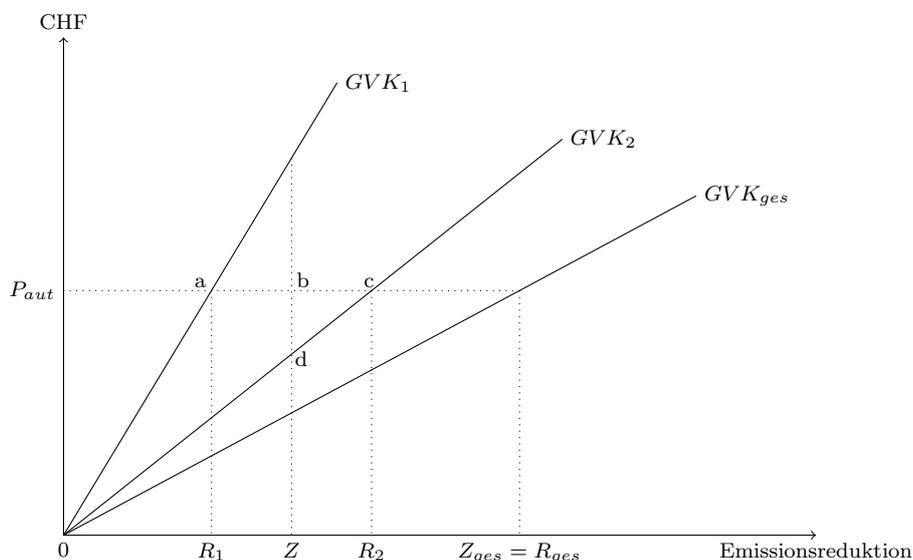


Abbildung 7.11: Käufer und Verkäufer im Emissionshandel – Autarkie

Ohne Kooperation tritt somit Unternehmen 1 als Käufer von Emissionsrechten auf und weist Gesamtkosten von $0aR_1$ (Vermeidungskosten) plus R_1abZ (Kosten für den Zukauf von Emissionsrechten) auf. Unternehmen 2 tritt am Markt als Verkäufer auf. Dessen Gesamtkosten setzen sich zusammen aus den Vermeidungskosten $0cR_2$ abzüglich dem Erlös aus dem Verkauf von Emissionsrechten von $ZbcR_2$. Sein Nettogewinn aus dem Verkauf von Emissionsrechten ist bcd .

Wer von einer Kooperation in der Schweiz profitiert – der Käufer oder der Verkäufer – ist vom Preis im EU ETS abhängig. Abbildung 7.12 zeigt den Fall, in dem der Preis in der EU bzw. in einem verknüpften System geringer ist als bei Autarkie.

Beide Unternehmen senken ihre Vermeidungsleistung auf R'_1 bzw. R'_2 . Um das Umweltziel in der Schweiz zu erreichen (Z_{ges}) müssen Emissionsrechte aus der EU zum Preis P_{koop} importiert werden (IM). Unternehmen 1 als Käufer von Emissionsrechten weist geringere Gesamtkosten auf ($0efZ$) als bei Autarkie und kann Kosteneinsparungen von $abfe$ erzielen.

Unternehmen 2 als Verkäufer von Emissionsrechten erzielt durch die geringere Emissionsreduktion einen geringeren Nettogewinn aus dem Verkauf von Zertifikaten. Die Gesamtkosten von Unternehmen 2 bei Kooperation belaufen sich auf $0dz$ abzüglich fgd . Der Verkäufer verliert bei einer durch die Kooperation hervorgerufenen Preissenkung.

Sinkt der Preis beträchtlich, und die Reduktion von Unternehmen 2 fällt unter die individuelle Verpflichtung, dann wird auch Unternehmen 2 zum Käufer von Emissionsrechten.

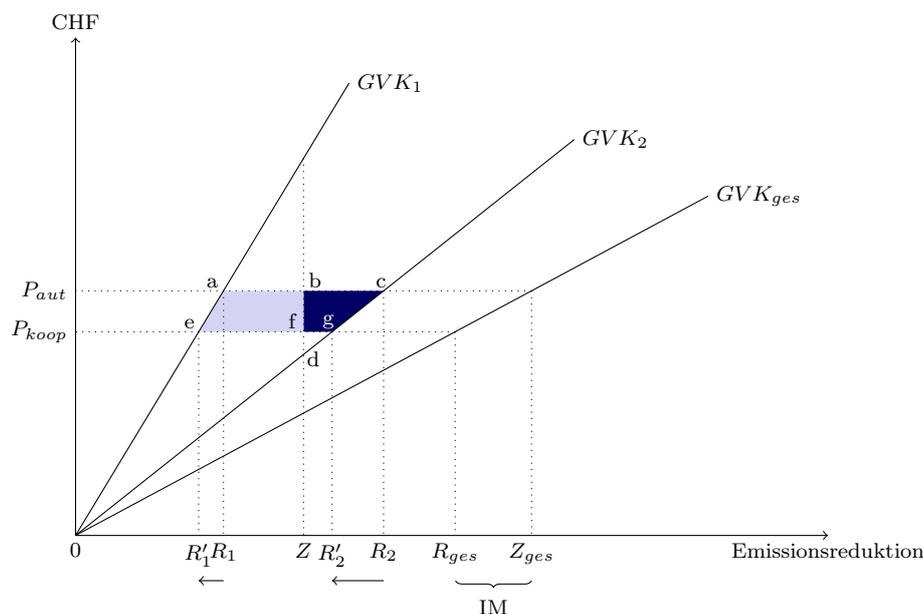


Abbildung 7.12: Auswirkungen einer Kooperation auf Verkäufer und Käufer im Emissionshandel aus Sicht der Schweiz – Preissenkung

Wird durch Kooperation der Preis erhöht, führt dies zu den gegenteiligen Effekten. Dieser Fall wird in Abbildung 7.13 gezeigt. In diesem Fall erhöhen beide Unternehmen ihre Vermeidungsleistung auf R'_1 bzw. R'_2 . Das Umweltziel in der Schweiz (Z_{ges}) kann mit eigener Vermeidungsanstrengungen erfüllt werden. Darüber hinaus wird eine zusätzliche Emissionsreduktion geleistet (EX), die an Unternehmen in der EU zum Marktpreis P_{koop} exportiert werden.

Im Vergleich zu Autarkie sind die Gesamtkosten von Unternehmen 1 höher (Vermeidungskosten $0eR'_1$ plus Zukauf von Emissionsrechten R'_1efZ). Unternehmen 1 verliert durch die Kooperation $efba$. Unternehmen 2 kann seine Nettogewinne durch den Verkauf von mehr Emissionsrechten erhöhen und gewinnt bei Kooperation ($fhbc$).

Ist der Preisanstieg hinreichend gross, sodass die Reduktionsleistung von Unternehmen 1 Z übersteigt, dann wird auch Unternehmen 1 zum Verkäufer von Emissionsrechten.

Unabhängig davon, welchen Branchen Unternehmen in der Schweiz angehören, Käufer von Emissionsrechten profitieren immer von einem geringeren Preis in einem verknüpften System; die Verkäufer verlieren. Das Gegenteil ist der Fall, wenn der Preis im Vergleich zur Autarkie in einem verknüpften System steigt.

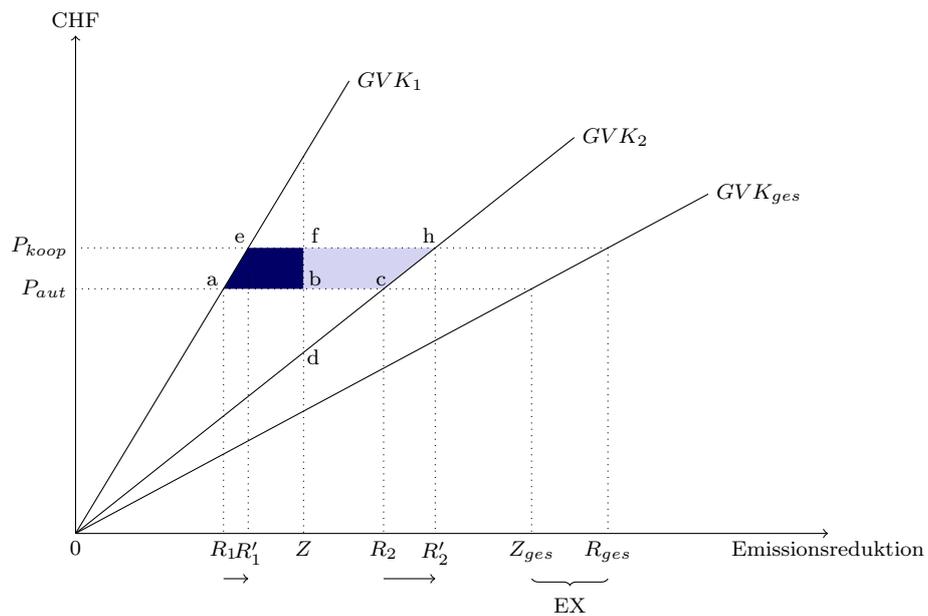


Abbildung 7.13: Auswirkungen einer Kooperation auf Verkäufer und Käufer im Emissionshandel aus Sicht der Schweiz – Preiserhöhung

Kapitel 8

Schlussfolgerungen

Mit Januar 2008 wurde in der Schweiz der Handel mit Emissionsrechten gestartet, als eine Massnahme, die einen wesentlichen Beitrag zur Erfüllung des Kyoto-Ziels leisten soll. Der Emissionshandel ist ein marktbasierendes Instrument, das die Erfüllung eines gegebenen Umweltziels zu geringeren Kosten erfüllen kann, als etwa eine Auflage. Um ein Funktionieren des Marktes für Emissionsrechte sicherzustellen und um Kosteneinsparungen im Vergleich zu nicht-marktbasierten Instrumenten zu erzielen, ist eine hinreichende Menge an involvierten Unternehmen, und eine hinreichend grosse Menge im Umlauf befindlicher Emissionsrechte, notwendig. Nur so kann sichergestellt werden, dass ein hoher Grad an Kosteneffizienz und Marktliquidität erzielt werden kann.

In der EU besteht ein Emissionshandelssystem bereits seit Januar 2005. Das so genannte EU ETS hat sich mittlerweile zu einem funktionierenden Markt über die 27 EU-Mitgliedsstaaten hinweg entwickelt. Zudem wurde eine Einigung zur Verknüpfung der Emissionshandelssysteme zwischen der EU einerseits und Norwegen, Island und Liechtenstein andererseits, erzielt. Das EU ETS sieht für die 27 Mitgliedsstaaten Emissionsrechte von ca. 2 100 Millionen Tonnen CO₂ jährlich innerhalb des Zeitraums 2008 – 2012 vor (Europäische Union, 2007a).

Im Vergleich zur EU ist der Markt für Emissionsrechte in der Schweiz klein. Die für den Emissionshandel in Frage kommenden CO₂-Brennstoffemissionen lagen im Jahr 2006 bei 6.12 Millionen Tonnen CO₂¹ (BAFU, 2007c). Welche Unternehmen sich aber tatsächlich am Emissionshandel beteiligen und wie hoch ihre Zuteilungsmenge sein wird, ist bis dato aber noch unklar. Trotzdem kann davon ausgegangen werden, dass aufgrund der relativen Marktgrösse zur EU, ein Potenzial zur Steigerung der Kosteneffizienz und der Marktliquidität aus der Verknüpfung des schweizerischen Emissionshandelssystem mit dem System der EU, vorhanden ist. Aus diesen Gründen strebt die Schweiz ein Abkommen zur Kooperation im Emissionshandel an, d. h. konkret wird die Schaffung eines Binnenmarktes für EUAs und CHUs verfolgt.

Voraussetzung für ein Abkommen zur bilateralen Anerkennung der Emissionsrechte ist

¹Industriesektor, klimabereinigt

die Vereinbarkeit der Emissionshandelssysteme. Neben mehreren Parallelen in der Ausgestaltung beider Systeme, sind aber vor allem zwei Ausgestaltungselemente in ihrer Kompatibilität kritisch zu beurteilen. Zum einen ist hier der Sanktionsmechanismus bei Nichterfüllung der Reduktionsverpflichtung zu nennen, der nicht die von der EU geforderte Stringenz erfüllt. Zum anderen verlangt die Europäische Kommission von einem zu verknüpfenden System einen verpflichtenden Partizipationsmodus. Dieser ist in der Schweiz nicht gegeben; eine dahingehende Anpassung in der Gesetzeslage wird in der Schweiz schwer durchsetzbar sein.

Ein weiteres umstrittenes Kriterium in der Ausgestaltung, das im Hinblick auf eine Verknüpfung von Bedeutung ist, ist die Verfolgung eines relativen Reduktionsziels in der Schweiz. Die Europäische Kommission schliesst die Verknüpfung mit einem Drittland-System aus, das relative Ziele verfolgt. Ab dem Jahr 2011 wird in der Schweiz ein absolutes Ziel verfolgt, d. h. es werden keine Anpassungen der Emissionen an das Produktionswachstum zugelassen. Ein Zustandekommen eines allfälligen Abkommens ist vor 2011 allerdings nicht realistisch.

Neben den technischen Ausgestaltungselementen sind eine Reihe von gesamt- und einzelwirtschaftlichen Aspekten zu berücksichtigen, die Einfluss auf eine klimapolitische Kooperation nehmen. Die gesamtwirtschaftlichen Effekte wurden, mit der Steigerung der Kosteneffizienz in der Erfüllung der Reduktionsverpflichtung und der Liquidität am Zertifikatsmarkt, als Hauptkriterien für ein Streben nach einem Abkommen bereits genannt. Die Verknüpfung der Systeme lässt Kosteneinsparungen und einen liquideren Markt erwarten, als es in einem separaten System möglich wäre. Aus dieser Perspektive ist eine Verknüpfung von Vorteil. Zudem muss gewährleistet werden, dass die ökologische Integrität durch ein Abkommen nicht gefährdet wird.

Der Einfluss von Wechselkursschwankungen ist ein weiterer Aspekt, der auf gesamtwirtschaftlicher Ebene zu beachten ist. Mit dem Verhältnis vom momentanen Wechselkurs, der die Vermeidungskosten beeinflusst, und dem erwarteten mittleren Wechselkurs, der für die Umrechnung des Kaufpreises von Emissionsrechten herangezogen werden sollte, steigen die Gesamtkosten der Vermeidung. Dieser negative Effekt ist aber für die Schweiz relativ klein. Zum einen sind die Wechselkursschwankungen zwischen dem Euro und dem Franken klein. Zum anderen ist der Marktanteil der schweizerischen Emissionsrechte in einem verknüpften System vergleichsweise gering. Die Auswirkungen von Wechselkursschwankungen auf die Allokation von Emissionsrechten in einem verknüpften System sind hinreichend klein und stellen kein Hindernis für eine klimapolitische Kooperation dar.

Auf einzelwirtschaftlicher Ebene ist in erster Linie zu klären, welche Branchen bzw. Unternehmen von einer Verknüpfung betroffen sind. Diese Frage ist im Hinblick darauf schwierig zu beantworten, als dass die Daten zu den Unternehmen, die beim BAFU ein Gesuch zur Teilnahme eingereicht haben, bislang nicht vollständig bearbeitet und veröffentlicht wurden. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass Dienstleistungsunternehmen durch die Zahlung einer CO₂-Abgabe besser gestellt sind. Eine grobe Gegenüberstellung der involvierten Branchen der EU (nach Anzahl im EU ETS) und der möglichen Branchen der Schweiz (nach bisherigen CO₂-Brennstoffemissionen) zeigt aber, dass eine vollkommene

Übereinstimmung nicht gegeben sein wird. Die chemische Industrie und die Nahrungsmittelindustrie sind beispielsweise in der Schweiz betroffen; in der EU sind diese Branchen nicht zur Teilnahme vorgesehen.

Wie sich eine Verknüpfung der Emissionshandelssysteme auf die schweizerischen Branchen bzw. Unternehmen auswirkt, wird in erster Linie über den Preis im EU ETS und die individuelle Reduktionsverpflichtung der Unternehmen bestimmt. Aufgrund der relativen Marktgrösse ist die Schweiz Preisnehmer auf einem verknüpften Markt für Emissionsrechte. Ist der Preis in einem verknüpften System geringer als in einem rein nationalen System, dann sinken die Kosten für Unternehmen, die am Markt als Käufer auftreten. Verkäufer von Emissionsrechten verlieren durch die Senkung ihrer Gewinne aus dem Verkauf. Das Gegenteil ist der Fall, wenn der Preis in einem verknüpften System höher ist.

Der Preis von Emissionsrechten in einem verknüpften Markt spielt auch dahingehend eine Rolle, dass das Entscheidungsverhalten von Unternehmen in der Wahl zwischen dem Emissionshandel und der Zahlung der CO₂-Abgabe, vom Preis abhängig sein wird. Ist der Preis im verknüpften System deutlich höher als die CO₂-Abgabe, ist die optimale Strategie der Unternehmen am Emissionshandel teilzunehmen, ihre gratis zugewiesenen Emissionsrechte an EU-Unternehmen zu verkaufen und als Sanktion die CO₂-Abgabe zu zahlen. Dieses Verhalten führt zu höheren Emissionen in einem verknüpften System.

Die Auswirkungen einer Verknüpfung der Emissionshandelssysteme müssen auch berücksichtigen, dass die Nachfrage nach Emissionsrechten stochastischen Einflüssen unterliegen. Das Angebot im Emissionshandel ist naturgemäss weitgehend über die vorgegebenen Ziele definiert. Die Preisvolatilität von Emissionsrechten wird daher über die Unsicherheiten bei der Nachfrage geprägt. Die Preisvolatilität von Energieträgern und die Substitutionsmöglichkeiten unter den Energieträgern sind energiebasierte Faktoren, die Unsicherheit im Preis von Emissionsrechten hervorrufen. Klimatische Bedingungen sind weitere Faktoren mit stochastischen Einfluss auf die Nachfrage.

Beeinträchtigen klimatische Bedingungen die Produktion von Wasserkraft und wird als Ausgleich Elektrizität über thermische Kraftwerke gewonnen, werden die CO₂-Emissionen erhöht. Die Struktur in der Elektrizitätsgewinnung in der EU zeigt einen hohen Anteil emissionsverursachender, thermischer Kraftwerksproduktion. Wird durch klimatische Bedingungen ein Nachfrageschock nach Emissionsrechten ausgelöst, können für schweizerische Unternehmen erhöhte Kosten der Vermeidung und im Kauf von Emissionsrechten resultieren.

Nach Abschätzung der Vor- und Nachteile einer klimapolitischen Kooperation auf gesamt- und einzelwirtschaftlicher Ebene und nach Prüfung der Kompatibilität in den einzelnen Ausgestaltungselementen, kann eine zusammenfassende Beurteilung abgegeben werden.

Im Hinblick auf den Sanktionsmechanismus sollte eine gesetzliche Anpassung seitens der Schweiz vorgenommen werden. Da die Teilnahme am Emissionshandel über eine freiwillige Selbstverpflichtung den Unternehmen die Option offen lässt, die für sie erwartungsgemäss kostengünstigere Variante aus Emissionshandel und CO₂-Abgabe zu wählen, würde durch einen stringenteren Sanktionsmechanismus die Wahl eines Instruments nicht

eingeschränkt. Damit würde die Sanktion einen höheren Abschreckungscharakter erhalten und eine höhere Akzeptanz bei den Vertretern der EU in Verhandlungen über ein Abkommen schaffen. Ein höherer Sanktionsmechanismus würde die Bedingungen der Unternehmen nicht verschlechtern, sondern Zuwiderhandeln bestrafen; darum sollte eine solche Massnahme auch politisch einfach durchsetzbar sein.

Der freiwilligen Partizipationsmodus in der Schweiz, unter der derzeitigen Ausgestaltung der schweizerischen Klimapolitik, stellt aus ökonomischen und ökologischen Überlegungen, grundsätzlich keine unüberwindbare Hürde in der Erzielung eines Abkommens dar und hängt damit ausschliesslich von der Insistenz der Europäischen Kommission gegenüber diesem Ausgestaltungselement ab. Allerdings sollte die CO₂-Abgabe auf ein Niveau angehoben werden, das mindestens gleich hoch ist wie der Preis im EU ETS. Dieses Niveau sollte auch einfach zu identifizieren sein, da davon ausgegangen werden kann, dass der Preis im EU ETS langfristig relativ stabil sein wird. Aus dem Vergleich von Spot- und Futurepreisen von Emissionsrechten geht hervor, dass der Preis für EUAs innerhalb der Verpflichtungsperiode etwa bei 40 CHF liegen wird. Eine CO₂-Abgabe im Bereich 40 bis 50 CHF wäre daher angemessen.

Lässt die EU ihre Vorbehalte gegenüber einem freiwilligen System bei einer Verknüpfung fallen und findet in der Schweiz eine Anpassung im Sanktionsmechanismus statt, dann ist eine Kooperation im Sinne der bilateralen Anrechnung von Emissionsrechten möglich und auch sinnvoll.

Anhang A

Modell der Selbstselektion: Policy à la Carte

Der Ansatz von Krysiak und Oberauner (2008) ist eine Erweiterung des Prices-vs.-Quantities-Ansatzes nach Weitzman (1974) und Williams III (2002). Sie schlagen zur Regulierung von Unternehmen bei Unsicherheit, in Abhängigkeit der Kostenstruktur der Unternehmen, eine Preis- oder Mengenlösung vor.

Die zu regulierende Industrie ist von Unsicherheit in den Kosten der Vermeidung (z. B. Volatilität der Faktorpreise) geprägt. Die Unternehmen können ihre Vermeidungskosten aufgrund ihrer eingesetzten Technologie besser abschätzen als die Regulierungsbehörde, d. h. es liegt Informationsasymmetrie vor. Das Modell von Krysiak und Oberauner (2008) zielt darauf ab, die Wohlfahrtsverluste, die durch Informationsasymmetrie zwischen der Regulierungsbehörde und den Unternehmen entstehen, zu reduzieren. Das im Gegensatz zu Modellen, die danach streben ex post ein effizientes Ergebnis zu erzielen, indem sie den Verlusten aus Unsicherheit entgegenwirken (z. B. Roberts und Spence (1976)).

Krysiak und Oberauner (2008) schlagen vor, dass die Wahl des Politikinstruments nicht von der Regulierungsbehörde getroffen wird, sondern von den Unternehmen selbst, da sie die relevante Information besitzen (eingesetzte Vermeidungstechnologie). Die Regulierungsbehörde gibt dann die Instrumente und deren Ausgestaltung bekannt, d. h. eine Steuer und den Emissionshandel, woraus die Unternehmen das für sie erwartungsgemäss günstigere Instrument wählen.

Der Ansatz betrachtet ein Kontinuum an Unternehmen und berücksichtigt Technologieunterschiede, die in der individuellen Vermeidungskostenfunktion im quadratischen Term durch den Parameter $\beta > 0$ ausgedrückt werden:

$$C(a, \beta, \theta) := (\alpha + \theta)a + \frac{a^2}{2\beta}. \quad (\text{A.1})$$

Die Variable a bezeichnet die Vermeidungsleistung des Unternehmens, θ ist der Ausdruck für die Unsicherheit in den Kosten. α als Kostenkoeffizient ist zwar ebenfalls technologiebestimmend, hat aber keinen Einfluss auf die Vorteilhaftigkeit des einen oder anderen

Instruments. α wird dementsprechend für alle Unternehmen als gleich angenommen. Die Unsicherheit in den Vermeidungskosten der Unternehmen θ ist unternehmensspezifisch, aber positiv korreliert unter den Unternehmen am Markt. Zudem wird angenommen, dass θ intertemporal unabhängig ist, sodass für die Ableitung der optimalen Politikausgestaltung nur eine Periode des Verpflichtungszeitraums in Betracht gezogen werden muss. Der Erwartungswert von θ ist Null; die Varianz ist positiv. β , als Ausdruck für Technologieunterschiede zwischen den Unternehmen, wird als gleichverteilt angenommen, mit den Grenzen $[\hat{\beta} - \Delta, \hat{\beta} + \Delta]$ mit $\hat{\beta} > 0$ und $\Delta > 0$.

Der Umweltschaden, der aus den Gesamtemissionen (E) am Markt resultiert, ist durch folgende quadratische Form, mit den konstanten Parametern $\gamma \geq 0$ und $\delta > 0$, charakterisiert:

$$D(E) := \gamma E + \frac{E^2}{2\delta}. \quad (\text{A.2})$$

Die Ableitung einer optimalen Politik macht es notwendig, das Verhalten der Unternehmen, d. h. die Entscheidung über die Vermeidungsleistung und die Wahl des Instruments, in das Entscheidungskalkül der Regulierungsbehörde einzubeziehen. Die Ableitung beginnt daher mit Schritt 3, der Vermeidungsentscheidung für ein gegebenes Instrument (siehe Abbildung 7.6 auf Seite 55). Ein steuerzahlendes Unternehmen sieht sich folgendem Minimierungsproblem gegenüber

$$\min_{a \geq 0} (\alpha + \theta)a + \frac{a^2}{2\beta} + p_p (\bar{e} - a - z_p), \quad (\text{A.3})$$

mit p_p als dem Steuersatz, \bar{e} als die BAU-Emissionen und z_p als steuerbefreite Emissionen. Daraus resultiert die optimale Vermeidungsleistung

$$a_p(\beta, \theta) = \beta (p_p - \alpha - \theta) \quad (\text{A.4})$$

und die erwarteten minimalen Kosten

$$\mathcal{E}(C_p(\beta)) = p_p (\bar{e} + \alpha\beta - z_p) - \frac{\beta}{2} (p_p^2 + \alpha^2 + \sigma^2). \quad (\text{A.5})$$

Ein Unternehmen, das den Emissionshandel wählt, ist mit folgendem Minimierungsproblem konfrontiert

$$\min_{a \geq 0} (\alpha + \theta)a + \frac{a^2}{2\beta} + p_q (\bar{e} - a - z_q), \quad (\text{A.6})$$

wobei p_q den endogen bestimmten Preis der Emissionsrechte bezeichnet, z_q die gratis zugewiesenen Emissionsrechte. Die resultierende optimale Vermeidungsleistung ist

$$a_q(\beta, \theta) = \beta (p_q - \alpha - \theta). \quad (\text{A.7})$$

Zur Berechnung des Markträumungspreises von Emissionsrechten wird das Angebot der Nachfrage gleichgesetzt. Das Angebot an Emissionsrechten ist durch die Menge an gratis zugewiesenen und versteigerten Zertifikaten pro Unternehmen (z_q und z_q^{auc}) vorgegeben. Die

Nachfrage wird über die Ergebnisse von Weitzman (1974) bestimmt, wonach Unternehmen mit einem hohen β durch die Teilnahme am Emissionshandel reguliert werden sollten, Unternehmen mit niedrigem β durch die Steuer. Das indifferente Unternehmen wird als β_{crit} bezeichnet (vgl. dazu Abbildung 7.7 auf Seite 56). Die Markträumungsbedingung ist die folgende:

$$\int_{\beta_{crit}}^{\hat{\beta}+\Delta} (\bar{e} - a_q(\beta, \theta)) f(\beta) d\beta = \int_{\beta_{crit}}^{\hat{\beta}+\Delta} (z_q + z_q^{auc}) f(\beta) d\beta. \quad (\text{A.8})$$

Daraus resultiert der Preis für Emissionsrechte

$$p_q = \alpha + 2 \frac{\bar{e} - z_q - z_q^{auc}}{\beta_{crit} + \hat{\beta} + \Delta} + 2 \frac{\theta_{p_q}}{\beta_{crit} + \hat{\beta} + \Delta}, \quad (\text{A.9})$$

mit θ_{p_q} als die Unsicherheit im Marktpreis, der aus der Unsicherheit in den Kosten der einzelnen Unternehmen herrührt. Die erwarteten minimalen Kosten der Vermeidung bei der Wahl des Emissionshandels sind dann:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}(C_q(\beta)) = & \alpha(\bar{e} - z_q) - \frac{\beta}{2}(1 - \varrho)\sigma^2 \\ & + \frac{2(\bar{e} - z_q - z_q^{auc}) \left(\beta z_q^{auc} + (\bar{e} - z_q)(\beta_{crit} + \hat{\beta} + \Delta - \beta) \right)}{(\beta_{crit} + \hat{\beta} + \Delta)^2}. \end{aligned} \quad (\text{A.10})$$

In Schritt 2 wählt das Unternehmen das für sich erwartungsgemäss kostengünstigere Instrument. Sind die erwarteten minimalen Kosten bei der Steuer geringer, wird es bevorzugen die Steuer zu zahlen; andernfalls wählt es den Emissionshandel. Für das Unternehmen mit der Technologie β_{crit} ist der Kostenunterschied gleich Null. Gegeben die Unternehmen mit einer Technologie von $\beta > \beta_{crit}$ wählen den Emissionshandel, und Unternehmen mit $\beta < \beta_{crit}$ die Steuer, können die Gesamtemissionen und der daraus resultierende erwartete Schaden für die Gesellschaft gemäss Gleichung A.2 sowie die erwarteten Einnahmen der Regulierungsbehörde (Steuereinnahmen $\mathcal{E}(T)$ und Einnahmen aus der Versteigerung von Emissionsrechten $\mathcal{E}(T^{auc})$), berechnet werden.

In Schritt 1 minimiert die Regulierungsbehörde die sozialen Kosten, d. h. Kosten der steuerzahlenden Unternehmen, Kosten der Unternehmen im Emissionshandel und Umweltschaden, abzüglich der Einnahmen der Regulierungsbehörde (Transfer), unter der Bedingung, dass Kostengleichheit für das indifferente Unternehmen (β_{crit}^*) vorliegt:

$$\begin{aligned} \min_{p_p, z_p, z_q, z_q^{auc} \geq 0} & \int_{\hat{\beta}-\Delta}^{\beta_{crit}} \mathcal{E}(C_p(\beta)) f(\beta) d\beta + \int_{\beta_{crit}}^{\hat{\beta}+\Delta} \mathcal{E}(C_q(\beta)) f(\beta) d\beta + \\ & + \mathcal{E}(D(E)) - \mathcal{E}(T) - \mathcal{E}(T^{auc}). \end{aligned} \quad (\text{A.11})$$

Aus der Optimierung erhält man die Lösung für eine optimale Politikausgestaltung, d. h. den optimalen Steuersatz p_p^* , die optimale Menge an Emissionsrechten $z_q^* + z_q^{auc*}$ und den

optimalen Steuerfreibetrag z_p^* , sowie das kritische Unternehmen β_{crit}^* :

$$p_p^* = \frac{\bar{e} + \alpha\hat{\beta} + \gamma\delta}{\hat{\beta} + \delta}, \quad (\text{A.12})$$

$$z_q^* + z_q^{auc*} = \frac{\delta(\alpha - \gamma) (\beta_{crit}^* + \Delta + \hat{\beta}) + \bar{e} (2\delta - \beta_{crit}^* - \Delta + \hat{\beta})}{2(\hat{\beta} + \delta)}, \quad (\text{A.13})$$

$$z_p^* = z_q - \varrho\sigma^2 \frac{\beta_{crit}^*(\hat{\beta} + \delta)}{2(\bar{e} + \alpha\hat{\beta} + \gamma\delta)}, \quad (\text{A.14})$$

$$\beta_{crit}^* = \begin{cases} \sqrt{(\hat{\beta} - \Delta)^2 + 2\Delta\delta}, & \text{für } \delta \leq 2\hat{\beta}, \\ \hat{\beta} + \Delta, & \text{sonst.} \end{cases} \quad (\text{A.15})$$

Unternehmen mit einer Technologie von $\beta > \beta_{crit}^*$ wählen den Emissionshandel; Unternehmen mit $\beta < \beta_{crit}^*$ wählen die Steuer.

Setzt man die optimale Zertifikatsmenge ($z_q^* + z_q^{auc*}$) in A.9 ein und bildet den Erwartungswert, so erhält man als erwarteten Marktpreis für Emissionsrechte das gleiche Ergebnis wie für den Steuersatz, d. h.

$$p_p^* = \mathcal{E}(p_q) = \frac{\bar{e} + \alpha\hat{\beta} + \gamma\delta}{\hat{\beta} + \delta}. \quad (\text{A.16})$$

Da der optimale Steuersatz p_p^* unabhängig von β_{crit} ist, gilt der gleiche Steuersatz auch für eine reine Steuerlösung mit $\beta_{crit} = \hat{\beta} + \Delta$.

Zur Vermeidung der Subventionswirkung einer reinen Gratiszuteilung von Emissionsrechten, kann mit Hilfe eines Steuerfreibetrags und/oder einer Versteigerung von Emissionsrechten, das Verhalten der Unternehmen dahingehend gesteuert werden, dass sie, gemäss ihrer Technologie, das für sie optimale Instrument wählen. Für jedes $z_p \in [0, \omega]$ und für jedes $z_q^{auc} \in [0, \omega]$ kann ein dazugehöriges z_q^{auc*} oder z_p^* gefunden werden, sodass eine optimale Politik erzielt werden kann.

$$\omega := \frac{\delta(\alpha - \gamma)(\beta_{crit}^* + \Delta + \hat{\beta}) + \bar{e}(2\delta + \hat{\beta} - \Delta - \beta_{crit}^*)}{2(\hat{\beta} + \delta)} - \varrho\sigma^2 \frac{\beta_{crit}^*(\hat{\beta} + \delta)}{2(\bar{e} + \alpha\hat{\beta} + \gamma\delta)} \quad (\text{A.17})$$

Für einen Steuerfreibetrag von $z_p = 0$ ist eine Menge von ω -Zertifikaten ($z_q^{auc} |_{z_p=0} = \omega$) zu versteigern um ein sozial optimales Ergebnis zu erzielen. Werden alle Emissionsrechte gratis zugeteilt, dann muss der Steuerfreibetrag entsprechend hoch gewählt werden ($z_p |_{z_q^{auc}=0} = \omega$).

Die Ergebnisse einer optimalen Politikausgestaltung nach Krysiak und Oberauer (2008) können wie folgt zusammengefasst werden:

- Unternehmen mit einer Technologie β kleiner als jene des indifferenten Unternehmens wählen die Zahlung der Steuer. Im anderen Fall wählen sie die Teilnahme am Emissionshandel.

- Der Steuersatz muss gleich dem Steuersatz sein, der bei einer reinen Steuerlösung optimal wäre.
- Der Steuersatz muss gleich dem erwarteten Preis für Emissionsrechte sein.
- Der Steuerfreibetrag muss immer kleiner sein als die Menge der gratis zugeteilten Emissionsrechte.
- In der optimalen Politikausgestaltung setzt ein Steuerfreibetrag von Null eine Obergrenze für die Versteigerung von Emissionsrechten (ω). Ebenso wird eine Obergrenze für den Steuerfreibetrag gesetzt (ω), wenn alle Emissionsrechte gratis zugeteilt werden. Eine optimale Politikausgestaltung fordert den Einsatz mindestens eines der beiden Instrumente.

Literaturverzeichnis

- Antweiler, Werner, 2008, Pacific Exchange Rate Service, Database Retrieval System, <http://fx.sauder.ubc.ca/data.html> (25.03.2008).
- BAFU, 2005, Erläuterungen zur Verordnung über die Anrechnung der im Ausland erzielten Emissionsverminderungen (CO₂-Anrechnungsverordnung), <http://www.bafu.admin.ch/klima/00493/00494/00496/index.html?lang=de> (30.01.2007).
- BAFU, 2007a, CO₂-Statistik: Erläuterungen zur Klimabereinigung der Brennstoff-Emissionen, Faktenblatt vom 28.06.2007, <http://www.news-service.admin.ch/NSBSubscriber/message/attachments/8963.pdf> (28.02.2008).
- BAFU, 2007b, Emissionen nach CO₂-Gesetz, Informationen zur Klimakorrektur, <http://www.bafu.admin.ch/klima/00503/00504/index.html?lang=de> (28.02.2008).
- BAFU, 2007c, Emissionen nach CO₂-Gesetz und Kyoto-Protokoll, <http://www.bafu.admin.ch/klima/00503/00504/index.html?lang=de> (28.02.2008).
- BAFU, 2007d, Emissionsgutschriften, Anrechenbarkeit, Handelbarkeit, <http://www.bafu.admin.ch/emissionshandel/05545/05547/index.html?lang=de> (28.02.2008).
- BAFU, 2007e, Erläuterungen zur Verordnung über die CO₂-Abgabe (CO₂-Verordnung), <http://www.bafu.admin.ch/co2-abgabe/05311/index.html?lang=de> (28.02.2008).
- BAFU, 2008a, Befreiung von der CO₂-Abgabe, Faktenblatt vom 14.02.2008, <http://www.news-service.admin.ch/NSBSubscriber/message/attachments/11086.pdf> (28.02.2008).
- BAFU, 2008b, Unternehmen nutzen Flexibilität des CO₂-Gesetzes, Medienmitteilung vom 14.02.2008, <http://www.bafu.admin.ch/dokumentation/medieninformation/00962/index.html?lang=de&msg-id=17292> (15.04.2008).
- BAFU und BFE, 2007, Anhang zur Vollzugsweisung: Verpflichtungen und Zielvereinbarungen, Beschreibung der Zielvereinbarungsmodelle, Berichterstattung, <http://www.bafu.admin.ch/co2-abgabe/05311/index.html?lang=de> (28.02.2008).
- Bataller, Maria Mansanet, Angel Pardo Tornero, und Enric Valor i Mico, 2006, CO₂ Prices, Energy and Weather, Valencia, http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=913964 (03.04.2008).

- BFE, o.J., Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2006.
- BFE und BAFU, 2007, Richtlinie über freiwillige Massnahmen zur Reduktion von Energieverbrauch und CO₂-Emissionen, Zielvereinbarungen (Bereich Industrie, Gewerbe, Dienstleistungen), Zielvereinbarungen, http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de_809485400.pdf (28.02.2008).
- Blyth, William und Martina Bosi, 2004, Linking non-EU domestic emissions trading schemes with the EU Emissions Trading Scheme, COM/ENV/EPOC/IEA/SLT(2004)6, OECD/IEA, Paris, www.iea.org/textbase/papers/2004/non_eu.pdf (03.05.2007).
- Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft, 2007, Mineralölsteuergesetz (MinöStG), Änderung vom 23. März 2007.
- Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft, 2000, Bundesgesetz über die Reduktion der CO₂-Emissionen (CO₂-Gesetz) vom 8. Oktober 1999 (Stand am 18. April 2000), 641.71.
- Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft, 2007a, Bundesbeschluss über die Kompensation der CO₂-Emissionen von Gaskombikraftwerken vom 23. März 2007.
- Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft, 2007b, CO₂-Gesetz, Umsetzung, 05.057 Zusammenfassung, Stand vom Februar 2007, http://search.parlament.ch/cv-geschaefte?gesch_id=20050057 (02.03.2007).
- Butzengeiger, Sonja, Regina Betz, und Sven Bode, 2001, Making GHG Emissions Trading Work – crucial Issues in designing national and international Emissions Trading Systems, HWWA Discussion Paper 154, Hamburg Institute of International Economics (HWWA), Hamburg.
- Ecoplan und Natsource, 2006, Linking domestic emissions trading schemes to the EU ETS, TETRIS Deliverable 2, Berne/London.
- ECX, 2008, The Carbon Market, How to Trade ECX Emissions Contracts, <http://www.europeanclimateexchange.com/uploads/documents/ECXpres-March2008.ppt> (01.05.2008).
- EEA, 2007, Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2007, Tracking progress towards Kyoto targets, EEA Report 5/2007, Copenhagen.
- EEA, 2008, Application of the emissions trading directive by EU Member States – reporting year 2007, EEA Technical report 3/2008, Copenhagen.
- Ellis, Jane und Dennis Tirpak, 2006, Linking GHG Emission Trading Schemes and Markets, COM/ENV/EPOC/IEA/SLT(2006)6, OECD/IEA, , Paris.
- Europäische Kommission, 2004, Entscheidung der Kommission vom 29. Januar 2004 zur Festlegung von Leitlinien für Überwachung und Berichterstattung betreffend Treibhausgasemissionen gemäss der Richtlinie 2003/87/EG des Europäischen Parlaments und des Rates (2004/156/EG), Amtsblatt der Europäischen Union (L 59/1), Brüssel.

- Europäische Kommission, 2005, Die EU im Einsatz gegen den Klimawandel, Der EU-Emissionshandel – ein offenes System, das weltweit Innovationen fördert, Brüssel, http://ec.europa.eu/environment/climat/pdf/emission_trading3_de.pdf (31.01.2007).
- Europäische Kommission, 2006, Errichtung eines globalen Kohlenstoffmarkts – Bericht nach Massgabe von Artikel 30 der Richtlinie 2003/87/EG (KOM(2006)676 endg.).
- Europäische Kommission, 2007, Mitteilung der Kommission, Fortschritte bei der Umsetzung der Ziele von Kyoto gemäss der Entscheidung Nr. 280/2004/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über ein System zur Überwachung der Treibhausgasemissionen in der Gemeinschaft und zur Umsetzung des Kyoto-Protokolls, KOM(2007)757 endgültig, Brüssel.
- Europäische Kommission, 2008, Eurostat, <http://epp.eurostat.ec.europa.eu> (07.04.2008).
- Europäische Union, 2007a, Emissionshandel: EU-Kommission entscheidet über Änderungen am nationalen Zuteilungsplan der Slowakei für 2008–2012, Medienmitteilung vom 07.12.2007 (IP/07/1869), Brüssel.
- Europäische Union, 2007b, Emissionshandel: Kommission kündigt Verknüpfung des EU-Emissionshandelssystems mit den Systemen in Norwegen, Island und Liechtenstein an, Medienmitteilung vom 26.10.2007 (IP/07/1617), Brüssel, <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/07/1617&format=HTML&aged=1&language=DE&guiLanguage=en> (01.05.2008).
- Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union, 2002, Richtlinie 2002/91/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2002 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften (L 1/65), Brüssel.
- Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union, 2003, Richtlinie 2003/87/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Oktober 2003 über ein System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten in der Gemeinschaft und zur Änderung der Richtlinie 96/61/EG des Rates, Amtsblatt der Europäischen Union (L 275/32), Luxemburg.
- Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union, 2004, Richtlinie 2004/101/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Oktober 2004 zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG über ein System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten in der Gemeinschaft im Sinne der projektbezogenen Mechanismen des Kyoto-Protokolls, Amtsblatt der Europäischen Union (L 338/18), Strassburg.
- Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union, 2001, Richtlinie 2001/77/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. September 2001 zur Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen im Elektrizitätsbinnenmarkt, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften (L 283/33), Brüssel.

- European Commission, 2006, The European Climate Change Programme, EU Action against Climate Change, http://ec.europa.eu/environment/climat/pdf/eu_climate_change_progr.pdf (24.04.2007).
- FOEN, 2007, Swiss Greenhouse Gas Inventories, Annual submissions under the UNFCCC on GHG emissions and removals in Switzerland, <http://www.bafu.admin.ch/climatereporting/00545/04333/index.html?lang=en> (11.12.2007).
- Haites, Erik und Fiona Mullins, 2001, Linking Domestic and Industry Greenhouse Gas Emission Trading Systems, Prepared for EPRI, International Energy Agency (IEA) and International Emissions Trading Association, Magaree Consultants.
- Houpert, Katia und Ariane De Dominicis, 2006, Trading in the rain, Rainfall and European power sector emissions, Research report 9, Caisse des Dpts.
- IPCC, 2007, Climate Change 2007: Mitigation, Cambridge University Press, Cambridge, New York.
- Krysiak, Frank C. und Iris Maria Oberauer, 2008, Environmental Policy la Carte: Letting Firms Choose their Regulation, WWZ Working Paper 04/08, Wirtschaftswissenschaftliches Zentrum der Universität Basel, Basel.
- OECD/IEA, 2005, Act Locally, Trade Globally, Emissions Trading for Climate Policy, Paris.
- Point Carbon und Nephila Capital, 2007, Weather and the Carbon Markets, Carbon Market Special Report, Washington, Hamilton Bermuda.
- Prognos AG, 2007, Die Energieperspektiven 2035 – Band 5, Analyse und Bewertung des Elektrizitätsangebotes, im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Basel.
- Rat der Europäischen Union, 2002, Entscheidung des Rates vom 25. April 2002 über die Genehmigung des Protokolls von Kyoto zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über die Klimaänderungen im Namen der Europäischen Gemeinschaft sowie die gemeinsame Erfüllung der daraus erwachsenden Verpflichtungen (2002/358/EG), Luxemburg.
- Requate, Till, 2005, Dynamic incentives by environmental policy instruments – a survey, Ecological Economics, Band 54, S. 175–195.
- Roberts, Marc J. und Michael Spence, 1976, Effluent Charges and Licences under Uncertainty, Journal of Public Economics, Band 5, S. 193–208.
- Schweizer Bundesrat, 2005a, Botschaft zur Genehmigung des CO₂-Abgabebesatzes für Brennstoffe vom 22. Juni 2005 (05.057), <http://www.bafu.admin.ch/klima/00493/00494/00496/index.html?lang=de> (30.01.2007).
- Schweizer Bundesrat, 2005b, Verordnung über die Anrechnung der im Ausland erzielten Emissionsverminderungen (CO₂-Anrechnungsverordnung) vom 22. Juni 2005 (641.711.1).

- Schweizer Bundesrat, 2007, Verordnung über die CO₂-Abgabe (CO₂-Verordnung) vom 08.06.2007 (641.712).
- Schweizerischer Bundesrat, 2008, Mineralölsteuerverordnung (MinöStV), Änderung vom 30. Januar 2008, SR 641.611.
- Sterk, Wolfgang, Marcel Braun, Constanze Haug, Katarina Korytarova, und Anja Scholten, 2006, JET-SET, Joint Emissions Trading as a Socio-Ecological Transformation, Cross Section Project 4, Ready to Link Up? Implications of Design Differences for Linking Domestic Emissions Trading Schemes, Working Paper I/06, Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy, Wuppertal.
- Stiftung Klimarappen, 2007, Definitiver Businessplan (Entwurf), Zusammenfassung, http://www.stiftungsklimarappen.ch/klimarappen/_data/pages/images/Businessplan%5F061222%5FZusammenfassung%2Epdf (11.04.2007).
- UNFCCC, 2007, Kyoto Protocol, Status of Ratification (17.04.2004), http://unfccc.int/files/essential_background/kyoto_protocol/status_of_ratification/application/pdf/kp_rat_170407.pdf (20.04.2007).
- UNFCCC, 2008, Greenhouse Gas Inventory Data, http://unfccc.int/ghg_emissions_data/items/3800.php (12.03.2008).
- United Nations, 1992, Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen, New York.
- United Nations, 1998, Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf> (01.03.2007).
- UVEK, 2007, Bundesrat beschliesst neue Energiepolitik, Medienmitteilung vom 21.02.2007, Bern, <http://www.uvek.admin.ch/dokumentation/00474/00492/index.html?lang=de&msg-id=10925> (19.05.2008).
- UVEK und Stiftung Klimarappen, 2005, Vertrag zwischen der Schweizerischen Eidgenossenschaft vertreten durch das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) und der Stiftung Klimarappen, Bern, http://www.stiftungsklimarappen.ch/klimarappen/_data/pages/images/Rahmenvereinbarung%5Ffinal%5F050826%5FD%2Epdf (10.04.2007).
- Weitzman, Martin L., 1974, Prices vs. Quantities, *The Review of Economic Studies*, Band 41 (4), S. 477–491.
- Williams III, Roberton C., 2002, Prices vs. Quantities vs. Tradable Quantities, NBER Working Paper 9283, Cambridge.