



# Studie Schweizer Emissionshandels- system nach 2012: Auswirkungen für die Wirtschaft

Schlussbericht

---

Verfasser	Mischa Classen, First Climate (Schweiz) AG Frank Vöhringer, Econability Tuomas Rautanen, First Climate (Schweiz) AG Alina Averchenkova, First Climate (Schweiz) AG Wolfgang Knoke, Econability E-Mail: mischa.classen@firstclimate.com	Date: 2009-09-09
-----------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------

---

Empfänger	Yvan Keckeis Sektion Klima BAFU, 3003 Bern
-----------	--------------------------------------------------

---

Kathrin Bucher Ressort Umwelt und Energiepolitik DPUE SECO, 3003 Bern
-----------------------------------------------------------------------------

**First Climate (Schweiz) AG**

Stauffacherstrasse 45 | 8004 Zürich | Switzerland | [www.firstclimate.com](http://www.firstclimate.com)

*Econability F. Vöhringer*

Brunngasse 25 | CH – 3011 Bern | [www.econability.com](http://www.econability.com)

## **Impressum**

### **Zitiervorschlag**

First Climate & Econability (2009). Studie Schweizer Emissionshandelssystem nach 2012: Auswirkungen für die Wirtschaft. Im Auftrag des BAFU und SECO, Zürich und Bern.

### **Begleitgruppe**

Yvan Keckeis (BAFU)  
Kathrin Bucher (SECO)  
Jacqueline Hug (BAFU)  
Thomas Roth (SECO)  
Lukas Gutzwiller (BFE)

### **Projektteam**

Mischa Classen, Projektleitung (First Climate)  
Frank Vöhringer, Modellierung (Econability)  
Tuomas Rautanen (First Climate)  
Alina Averchenkova (First Climate)  
Wolfgang Knoke (Econability)

### **Dank**

Gisèle Schmid für ihre wertvolle Recherche zum Thema Versteigerung  
Fabian Bamberg für seine Recherche zu den Grenzvermeidungskosten  
Climex für die Einblicke bezüglich des Aufbaus von Versteigerungen  
Verschiedene Personen aus der norwegischen und finnischen Regierung sowie der EU Kommission

### **Disclaimer**

*Der Bericht gibt die Auffassung der Autoren wieder, die nicht notwendigerweise mit derjenigen des Auftraggebers oder der Begleitorgane übereinstimmen muss. Die Modellierungsergebnisse und die Analyse der Gesetzesgrundlagen, sowie der Liste der potentiell betroffenen Firmen spiegeln die Rahmenbedingungen wider, die der Studie vorgegeben wurden. Die daraus abgeleiteten Aussagen sind Projektionen und als solche indikativ; es kann nicht zwingend ein Anspruch auf das Eintreten der Aussagen geltend gemacht werden.*

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>5</b>
<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>7</b>
<b>TEIL A: Szenarien und (Modell-)Annahmen.....</b>	<b>12</b>
1 Ausgangslage und Ziel der Studie.....	12
2 Szenarien für die Modellrechnung.....	13
2.1 Rahmenannahmen .....	13
2.2 Szenarien mit Verknüpfung zum europäischen Emissionshandelssystem.....	16
2.3 Szenarien ohne Verknüpfung zum europäischen Emissionshandelssystem.....	18
3 Modellbeschreibung <b>GENES<sup>WIS</sup></b> .....	20
3.1 Grundstruktur.....	20
3.2 Verhalten der Wirtschaftssubjekte.....	21
3.3 Aussenhandel.....	21
3.4 Sektorale Disaggregation.....	22
3.5 Substitutionsmöglichkeiten.....	23
3.6 Emissionshandelssystem.....	25
3.7 Interpretation der Ergebnisse .....	27
4 Datenbasis .....	28
4.1 Basisgleichgewicht .....	28
4.2 Grenzvermeidungskosten .....	28
<b>TEIL B: Regulatorische Aspekte des CH-ETS post 2012 .....</b>	<b>32</b>
1 Systemgrenzen.....	33
1.1 Emissionsberichterstattung .....	34
1.2 Kriterien für den Einbezug einer Anlage .....	34
1.3 EU-Kriterien für den optionalen Aus- und Einschluss.....	38
1.4 Fazit .....	39
2 Liste der Schweizer Anlagen (LSA).....	41
2.1 Datenbasis zur Erstellung der LSA.....	41
2.2 Bereinigung der EnAW-Daten von 2008.....	42
3 Carbon Leakage .....	50
4 Versteigerung .....	59
4.1 Zuteilungsregelung im EU-ETS nach 2012.....	59
4.2 Arten von Auktionen.....	63
4.3 Preisregelungen.....	67
4.4 Vergleich der Auktionssysteme .....	67
4.5 Erfahrungen in verschiedenen EU-Mitgliedstaaten .....	68

4.6	Das Marktumfeld in der Schweiz und im EU-ETS .....	73
4.7	Die Wahl des Auktionsmechanismus .....	74
5	Neueintritte und Flugverkehr .....	78
5.1	Zusammenfassung der europäischen ETS-Bestimmungen .....	80
5.2	Ergebnisse der EU „Impact Assessment“ Studie .....	82
<b>TEIL C: Modellsimulationen: Auswirkungen eines Schweizer ETS post 2012 .....</b>		<b>83</b>
1	Auswirkungen der Hauptszenarien mit und ohne Verknüpfung mit dem EU-ETS .....	83
1.1	Emissionshandel und Treibhausgasminderung .....	83
1.2	Makroökonomische Auswirkungen .....	87
1.3	Sektorale Auswirkungen .....	94
2	Auswirkungen der Szenarien mit Verknüpfung mit dem EU-ETS .....	99
2.1	Der Einfluss des Schwellenwertes für den Einbezug ins Schweizer ETS .....	99
2.2	Der Einfluss der Regeln für die kostenlose Vergabe von Emissionsrechten .....	104
2.3	Der Einfluss der Preise für europäische Emissionsberechtigungen .....	109
2.4	Vergleich der Wohlfahrtseffekte .....	114
3	Auswirkungen der Szenarien ohne Verknüpfung mit dem EU-ETS .....	115
3.1	Der Einfluss der Regeln für die Zulassung von Emissionszertifikaten aus Entwicklungsländern .....	115
3.2	Der Einfluss der Regeln für die kostenlose Vergabe von Emissionsrechten .....	120
3.3	Der Einfluss des Wirtschaftswachstums .....	124
3.4	Der Einfluss des Betriebs von Gaskombikraftwerken .....	126
3.5	Vergleich der Wohlfahrtseffekte .....	128
4	Sensitivitätsanalyse .....	129
<b>TEIL D: Schlussfolgerungen .....</b>		<b>131</b>
1	Volkswirtschaftliche Auswirkungen – Simulationen mit dem Gleichgewichtsmodell <b>GENES<sup>W</sup>IS</b> .....	131
2	Unternehmen im Emissionshandel .....	134
3	Carbon Leakage .....	137
4	Versteigerung von Emissionsrechten .....	138
5	Freiwilliges Opt-in von Kleinemittenten .....	138
<b>ANHANG I: Modellergebnisse .....</b>		<b>142</b>
<b>ANHANG II: Liste der Schweizer Anlagen (LSA) .....</b>		<b>149</b>
<b>ANHANG III: Der Fernwärme-Sektor in der Schweiz .....</b>		<b>151</b>
<b>ANHANG IV: Literaturangaben nach Themen gegliedert .....</b>		<b>153</b>

## Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Ausgeschrieben	Übersetzung
AAU	Assigned Amount Unit	
AHV	Alters- Hinterlassenenversicherung und	
BAFU	Bundesamt für Umwelt	
BAU	Business as Usual	
BAZL	Bundesamt für Zivilluftfahrt	
BFE	Bundesamt für Energie	
BIP	Bruttoinlandprodukt	
BMLFUW	Bundesministerium für Landwirtschaft, Forst, Umwelt und Wasserwirtschaft (Österreich)	
BMU	Bundesumweltministerium (Deutschland)	
CER	Certified Emission Reduction	
CES	Constant Elasticity of Substitution	
CDM	Clean Development Mechanism	
CH-ETS	Swiss Emission Trading Scheme	Schweizer Emissionshandelssystem
CHF	Schweizer Franken	
CHU	Swiss Unit (Emissionsrecht)	
CITL	Community Independent Transaction Log	EU-ETS Emissionsregister
CO <sub>2</sub>	Carbon Dioxide	Kohlendioxid
CO <sub>2</sub> e	CO <sub>2</sub> -equivalent	CO <sub>2</sub> -Äquivalent
DEFRA	Department for Environment, Food and Rural Affairs (Grossbritannien)	
EnAW	Energie-Agentur der Wirtschaft	
EFTA	European Free Trade Association	Europäische Freihandelsassoziation
EG	Europäische Gemeinschaft	
EMIS	Luftschadstoff-Emissions-Inventar der Schweiz	
EPA	Environmental Protection Agency (Irland)	
ERU	Emission Reduction Unit	
ETS	Emission Trading Scheme	Emissionshandelssystem

Abkürzung	Ausgeschrieben	Übersetzung
EU	Europäische Union	
EUA	European Union Allowance	
EU-ETS	EU Emission trading system	EU Emissionshandelssystem
EWR	Europäischer Wirtschaftsraum	
GuD	Gas-und-Dampf-Kombikraftwerk	
GVA	Gross Value Added	Brutto-Wertschöpfung
IOT	Input-Output-Tabelle	
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	
KOM	EU-Kommission	
KVA	Kehricht-Verbrennungsanlage	
Kt.	Kilotonne	
LSA	Liste der Schweizer Anlagen	
Mt.	Millionen Tonnen	
MW	Megawatt	
MRV	Monitoring, Reporting and Verification	
NACE	Nomenclature of Economic Activities	
NAP	Nationaler Allokationsplan	
NER	New Entrants' Reserve	Reserve für neue Marktteilnehmer
NIR	National Inventory Report	
NOGA	Nomenclature Générale des Activités économiques	
N <sub>2</sub> O	Nitrous oxide	Distickstoffoxid; Lachgas
PFC	Perfluorcarbon	Perfluorierter Kohlenwasserstoff
PRTR	Pollutant Release and Transfer Register	Schadstofffreisetzung- und -transferregister
SECO	Secrétariat d'Etat à l'économie	Staatssekretariat für Wirtschaft
TJ	Tera Joule	
t	Tonne	
WKK	Wärme-Kraft-Koppelung	

## Zusammenfassung

---

### **Wer ist vom Emissionshandel nach 2012 betroffen?**

Gemäss der Aufgabenstellung soll in dieser Studie von einem Schwellenwert von 10'000 t CO<sub>2</sub>e pro Jahr ausgegangen werden, über dem Unternehmungen in der Schweiz in das ETS einbezogen werden. Im Vergleich zum bestehenden System würde sich die Anzahl der Unternehmen, die ins Schweizer ETS eingebunden würden, von heute etwa 300 auf 43 reduzieren. Zusätzlich dürften etwa 52 Unternehmen an einem Opt-in interessiert sein. Diese viel tiefere Zahl kommt daher, weil heute viele Unternehmen mit weniger als 10'000 t CO<sub>2</sub>e pro Jahr teilnehmen. Es würden jedoch auch neue Wirtschaftszweige wie z.B. Raffinerien und Fernwärme ins ETS eingebunden werden.

Es ist davon auszugehen, dass aufgrund der vorgesehenen Gesetze rund 6 Mt. CO<sub>2</sub>e durch das Schweizer ETS nach 2012 reguliert würden, das knapp 100 Firmen mit 130 Anlagen einschliessen wird. Der weitaus grösste Anteil der Emissionen mit 5 Mt. CO<sub>2</sub>e entfällt dabei auf die 30 grössten Anlagen mit einer Jahresfracht von über 25'000 t CO<sub>2</sub>e.

### **Einbezug der geogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen, aber insgesamt geringe Minderungserfordernis**

Die geogenen Emissionen der Zement-, Kalk- und Stahlindustrie werden ins ETS einbezogen. Obwohl die regulierten Emissionen der ETS-Anlagen dadurch um ca. 50% steigen, mindern die ETS-Anlagen insgesamt weniger als unter der in dieser Studie modellierten Brennstoffabgabe, welche die geogenen Emissionen nicht belastet. Das liegt daran, dass das ETS im Zeitraum 2013 bis 2020 ein Minderungsziel von lediglich knapp 8% im Vergleich zum Business As Usual-Pfad (BAU) vorgibt. Der BAU-Pfad ist allerdings mit Unsicherheiten behaftet.

### **Der Emissionshandel ist für den überwiegenden Teil der betroffenen Unternehmen ein kostengünstiges klimapolitisches Instrument**

Die meisten Anlagen im ETS profitieren vom moderaten Minderungsziel und zusätzlich von der Möglichkeit, Emissionsgutschriften im Ausland einzukaufen. Diese Option ist für einen Teil der Anlagen billiger als selbst im vollen Umfang Treibhausgasemissionen zu mindern. Die Teilnahme am Emissionshandel ist für Firmen auch deshalb vorteilhaft, weil sie vorwiegend die Kosten für die Reduktionen zu tragen haben, und nicht für die Gesamtfracht, wie dies bei der Brennstoffabgabe oder vergleichbaren klimapolitischen Instrumenten der Fall wäre. Je nach tatsächlichem CO<sub>2</sub>-Preis und CO<sub>2</sub>-Abgabesatz ist die Teilnahme auch für jene Firmen vorteilhaft, die die Emissionsrechte zu grossen Teilen ersteigern müssen. Gegenüber Firmen in der EU bedeutet das freiwillige Opt-in einen Wettbewerbsvorteil für Kleinemittenten unter 10'000 t CO<sub>2</sub>e, falls in der EU eine Pflicht zur

Brennstoffabgabe oder ein ähnliches Instrument ohne Möglichkeit einer Teilnahme am EU-ETS besteht. Diese positiven Aussagen gelten, auch wenn die Transaktionskosten, die in den Modellsimulationen nicht berücksichtigt wurden, im ETS etwas höher sind als bei der Brennstoffabgabe.

### **Keine gewichtigen Auswirkungen auf die restliche Wirtschaft**

Die Anlagen ausserhalb des ETS müssen bei Einführung des ETS einen etwas höheren Anteil an der Schweizer Gesamtminderung übernehmen, die annahmegemäss mit minus 20% bis 2020 im Vergleich zu 1990 fest vorgegeben ist. Trotzdem sind sie nur in unbedeutendem Masse negativ von der Einführung des ETS betroffen. Insgesamt sind die makroökonomischen Auswirkungen des ETS sehr gering. Die Wohlfahrt sinkt je nach Szenario um 0,003 bis 0,033%.

### **ETS mit Verknüpfung zum EU-ETS schneidet geringfügig besser ab**

Der Wohlfahrtsverlust mit Verknüpfung zum EU-ETS beträgt 0,004% und fällt etwas geringer aus als im vergleichbaren Szenario ohne Verknüpfung (-0,010%). In den einzelnen Sektoren fällt die Antwort auf die Frage „mit oder ohne Verknüpfung“ gemischt aus. Zementindustrie und Mineralölverarbeitung profitieren, nicht zuletzt wegen hoher Gratiszuteilungen von Emissionsrechten, von den höheren Preisen für Emissionsberechtigungen auf dem europäischen Markt (Annahme für 2020: 36 Euro von 2005 pro t CO<sub>2</sub>e). Die meisten anderen Sektoren bevorzugen dagegen niedrige CO<sub>2</sub>-Preise. Sie müssten das nationale ETS ohne Verknüpfung vorziehen, wenn sich die in dieser Studie berechneten Preise für Schweizer Emissionsrechte (2020: 21 Franken von 2005 pro t CO<sub>2</sub>e) bewahrheiten. Allerdings ist auf die tiefen Preise im nationalen ETS wenig Verlass. Sie hängen davon ab, ob die Business As Usual-Entwicklung und die Grenzkosten sich so verhalten wie in dieser Studie abgebildet. Sobald die Minderungserfordernis in der Realität höher ausfällt als in dieser Studie angenommen, können die Preise in einem ETS ohne Verknüpfung erheblich ansteigen, sehr schnell jedenfalls über das Preisniveau im EU-ETS. Der grössere europäische Markt für Emissionsberechtigungen federt Unsicherheiten hinsichtlich der Preisentwicklung etwas ab. Hinzu kommt, dass Preisaufschläge aufgrund von Marktmacht in grösseren Märkten i.d.R. weniger stark ausfallen. Auch im Hinblick auf möglicherweise höhere Minderungsanstrengungen nach 2020 ist die frühzeitige Verknüpfung mit dem EU-ETS sinnvoll.

### **Ein ähnliches Niveau von ETS-Preisen und Brennstoffabgabe ist vorteilhaft.**

Die Minderung von Treibhausgasen ist am günstigsten, wenn die Grenzvermeidungskosten aller Emittenten gleich sind. Das ETS hat im Vergleich zur Brennstoffabgabe den Vorteil, dass zusätzliche Quellen von Treibhausgasen, insbesondere die geogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen der Zementindustrie, mit einem CO<sub>2</sub>-Preis belegt werden. Andererseits entstehen Verzerrungen

zwischen Anlagen im ETS und ausserhalb des ETS, wenn ETS-Preise und Brennstoffabgabe deutlich unterschiedlich sind.

**Systemgrenze: Wie werden die Systemgrenzen einer Anlage definiert sein und wie viele Anlagen werden dadurch in der Schweiz vom Emissionshandel erfasst?**

Die Emissionen werden bei den Unternehmungen reguliert, die sie auch physisch verursachen. Anlagen mit Emissionen über 10'000 t CO<sub>2</sub>e werden vom Emissionshandel reguliert, Anlagen ab 5'000 t CO<sub>2</sub>e Emissionen können frei wählen, ob sie am Emissionshandel teilnehmen wollen. Prinzipiell werden alle Feuerungsanlagen erfasst, sowie spezifische industrielle Prozesse, bei denen Prozessemissionen freigesetzt werden. Von den Feuerungsanlagen sind Kehrlicht- und Sondermüllverbrennungsanlagen ausgenommen. Gemäss dieser Studie lassen die Resultate unter der Annahme eines 5'000 t Opt-in Schwellenwertes einen Markt mit 50 verpflichteten Firmen erwarten, sowie weiteren 50 Firmen, die allenfalls freiwillig teilnehmen werden, falls sie die Bedingungen für ein Opt-in erfüllen.

**Carbon Leakage: Welche Schweizer Unternehmen werden im Falle einer Verknüpfung von der Regulierung betroffen und von einer Versteigerung befreit?**

Die neue EU-Direktive enthält ein Set von Kriterien zur Bestimmung der vom „Carbon Leakage“ betroffenen Sektoren. Die betroffenen Unternehmen erhalten Emissionsrechte bis zum Effizienz-Benchmark des jeweiligen Sektors gratis zugeteilt. Die Kriterien machen sich an folgenden Parametern fest: Internationale Handelsintensität eines Sektors, und die direkten und indirekten Kosten durch den Emissionshandel, verglichen mit der Wertschöpfung im jeweiligen Sektor. Die Sektoren wurden von der EU Kommission im europäischen Durchschnitt auf sehr detaillierter Ebene hinsichtlich der beiden Parameter bewertet. Es ist sinnvoll, für die Qualifizierung von Schweizer Firmen bezüglich Carbon Leakage die von der EU diesbezüglich ermittelten Sektoren heranzuziehen, und nicht die gesamte Studie isoliert für die Schweiz zu replizieren.

Würden dieselben Sektoren wie in der europäischen Bewertung auf die Liste der Schweizer ETS Unternehmen angewendet, so würden 70% der Firmen der Carbon Leakage Regelung unterliegen. Für weitere 25% konnte keine klare Aussage gemacht werden, und nur 5% (insgesamt 375'000 t CO<sub>2</sub>e) könnten nicht von einer freien Zuteilung Gebrauch machen, sondern müssten die Emissionsrechte ersteigern. Das betrifft voraussichtlich in erster Linie den Fernwärmesektor, Steinwolle, Giessereien und eventuell metallverarbeitende Betriebe. Diese Resultate sind noch immer vorläufig, da die Gesetzesgrundlagen noch im Fluss sind (EU-Kommitologieprozess, Revision CO<sub>2</sub>-Gesetz), und da die Übersetzung der europäischen Sektoreinteilung nicht immer mit der schweizerischen in Deckung gebracht werden konnte. Eine abschliessende Beurteilung

kann nur nach Festigung der Regeln und der Klärung der dann noch uneindeutigen Fälle durch den Schweizer Gesetzgeber gemacht werden.

### **Welches ist die beste Versteigerungsvariante für die Schweiz für die Szenarien mit oder ohne Verknüpfung? Wie könnten Versteigerungen im verknüpften Fall aussehen?**

Die Wahl des Versteigerungsmechanismus ist bestimmt durch die Marktstruktur des schweizerischen ETS. Das europäische unterscheidet sich vom schweizerischen ETS in dem reguliertem Volumen, der Anzahl Anlagen, der Liquidität und der Existenz eines sekundären Preissignals. Wenn die Schweiz sich auch nach 2012 für ein nationales ETS entscheiden würde, so wäre eine *ascending clock* Auktion mit einem hohen *floor price* die attraktivste Variante, um einerseits Kollusion zu vermeiden, und andererseits ein CHU Preissignal zu erhalten. Im Falle einer Verknüpfung mit dem europäischen ETS wäre eine Beteiligung der Schweiz an der Versteigerungsplattform einer Gruppe von EU Mitgliedstaaten am effizientesten. In Phase 1 und 2 gaben die Mitgliedstaaten der *one-round sealed bid auction* mit gleich bleibendem Preis den Vorzug. Die Regeln für die Phase 3 werden jedoch noch immer diskutiert und der Mechanismus wurde noch nicht bestimmt. Welcher Mechanismus auch immer zum Einsatz kommen wird – Das Hauptbedenken der Schweiz wird der Zugang kleiner Anlagen zu den Auktionen sein. Die Direktive selbst sichert den Zugang durch Bestimmungen ab.

### **Welches ist der optimale Opt-in-Schwellenwert und welches sind die Auswirkungen auf die Anzahl der Teilnehmenden am ETS?**

Es ist davon auszugehen, dass alle Unternehmungen falls möglich am Emissionshandel teilnehmen würden. Unternehmungen die keine oder nur Emissionsrechte oberhalb des branchenspezifischen Benchmarks ersteigern müssen, werden immer die Befreiung von der Brennstoffabgabe anstreben, da sie im Emissionshandel nur einen Bruchteil ihrer Emissionen ersteigern (ca. 10%), resp. zur Zielerreichung einkaufen müssen (1,74% Reduktion jährlich). Demgegenüber wird die Abgabe auf jede Tonne Kohlendioxid entrichtet. Theoretisch würden entsprechend auch Kleinsteintenten mit Emissionen ab 1'000 t CO<sub>2</sub>e pro Jahr in den Emissionshandel wechseln. Das bedeutet potentiell eine grosse Anzahl Anlagen, die zusätzlich durch eine Absenkung des Opt-in-Schwellenwerts in das ETS eintreten könnten. Es konnte im Rahmen dieser Studie keine quantitative Abschätzung des Potentials gemacht werden. Da eine möglichst grosse Anzahl von Teilnehmenden anzustreben ist, wird die Freigabe des Schwellenwertes als optimaler Ansatz empfohlen. Für die Zement- und Kalkindustrie, bei der aufgrund geogener CO<sub>2</sub>-Emissionen andere Überlegungen gelten, ist die Opt-in Möglichkeit aufgrund der Anlagengrösse nicht relevant.

### **Struktur dieses Berichtes**

Die für die Studie definierten Szenarien sind in **Teil A** „Szenarien und (Modell-)Annahmen“ detailliert beschrieben. **Teil B** geht auf regulatorische Aspekte eines Schweizer Emissionshandelssystems post-2012 ein. Die Resultate der Modellierung werden in **Teil C** interpretiert. Aus der regulatorischen Analyse und den Modellergebnissen wird in **Teil D** eine Synthese der eingangs gestellten Fragen gemacht.

## TEIL A: Szenarien und (Modell-)Annahmen

---

### 1 Ausgangslage und Ziel der Studie

In einer gemeinsamen Ausschreibung haben das BAFU und das SECO den Auftrag erteilt, in dieser Studie die Auswirkungen des Emissionshandels nach 2012 auf die Schweizer Wirtschaft zu untersuchen. Die Modellierungsergebnisse sollen die Grundlage bilden, um verschiedene Optionen in der Ausgestaltung des Emissionshandels im revidierten CO<sub>2</sub>-Gesetz nach 2012 beurteilen zu können und damit die Botschaft zum Gesetz zu untermauern. Zudem soll die Studie einzelne regulatorische Detailfragen bei der Ausgestaltung des Emissionshandels klären.

Vor dem Hintergrund dieser Fragestellung sind für die ausgeschriebene Studie zwei unterschiedliche Problemstellungen zu lösen: (1) Die modelltechnische Abbildung der Interdependenzen der Wirtschaft und des Emissionshandels sowie (2) eine politische und institutionelle Analyse der Ausgestaltungselemente des Emissionshandels nach 2012.

Zur adäquaten Abbildung der Anpassungsreaktionen der Wirtschaft an das Emissionshandelsystem und an veränderte Preise werden Simulationen mit dem dynamischen allgemeinen Gleichgewichtsmodell **GENES<sup>WIS</sup>** gemacht. Die Schweizer Volkswirtschaft wird in **GENES<sup>WIS</sup>** entsprechend der Fragestellung abgebildet und disaggregiert.

Gegenstand der regulatorischen Analyse ist der Vorschlag zum europäischen Gesetz zum Emissionshandel vom 26. März 2009, der mit Ausnahme abweichend definierter Teilnahmekriterien (> 10'000 t CO<sub>2</sub>e) und einer Opt-in Möglichkeit (> 5'000 t CO<sub>2</sub>e) für die Schweiz kompatibel ausgestaltet werden sollen. Die Studie geht dabei auf potentielle Unterschiede ein, die sich aus solchen Abweichungen zum europäischen Recht nach 2012 ergeben.

Die resultierenden Szenarien sind in **Teil A** „Szenarien und (Modell-)annahmen“ detailliert beschrieben. **Teil B** geht auf regulatorische Aspekte eines Schweizer post-2012 Emissionshandelssystems ein. Die Resultate der Modellierung werden in **Teil C** interpretiert. Aus der regulatorischen Analyse und den Modellergebnissen wird in **Teil D** eine Synthese der eingangs gestellten Fragen gemacht.

## 2 Szenarien für die Modellrechnung

### 2.1 Rahmenannahmen

#### 2.1.1 Basisszenario

Das Basisszenario wurde mit den Annahmen des Szenarios 1 des parallelen Projekts zu den volkswirtschaftlichen Auswirkungen der Revision des CO<sub>2</sub>-Gesetzes abgestimmt (Ecoplan, 2009). Das Basisszenario dieser Studie ist **kein Business As Usual-Szenario**. Vielmehr bildet es eine Klimapolitik ab, die geeignet ist, das Schweizer Minderungsziel für 2020 (20% im Vergleich zu 1990 für das Aggregat aller Treibhausgase, die unter dem Kyoto-Protokoll reguliert sind) zu erreichen, allerdings ohne Emissionshandelssystem. Anstelle eines Emissionshandelssystems werden die Unternehmen einer Brennstoffabgabe unterstellt.

Alle Szenarien dieser Studie sind vergleichbar hinsichtlich CO<sub>2</sub>-Minderung und Staatseinnahmen. Das Basisszenario stellt deshalb einen geeigneten Bezugspunkt dar, mit dem die Szenarien mit Emissionshandelssystem verglichen werden. Diese Studie sagt nichts über die volkswirtschaftlichen Auswirkungen des 20%-Reduktionsziels aus. Sie untersucht die volkswirtschaftlichen Auswirkungen eines Emissionshandelssystems im Vergleich zu einer Klimapolitik, bei der die Unternehmen statt in ein Emissionshandelssystem eingebunden, einer Brennstoffabgabe unterstellt werden. Dies ist deshalb sinnvoll, weil Unternehmen, die sich von der Brennstoffabgabe befreien lassen, äquivalente Massnahmen zur Reduktion ihrer Emissionen ergreifen müssen. Eine Brennstoffabgabe mit äquivalentem Einfluss auf die Treibhausgasemissionen ist somit ein geeigneter Bezugspunkt.

Die abgebildete Brennstoffabgabe unterscheidet sich in drei wichtigen Punkten vom bestehenden CO<sub>2</sub>-Gesetz bzw. von der heute bestehenden CO<sub>2</sub>-Abgabe:

- Die Abgabesätze zur Erreichung des 20%-Reduktionsziels bis 2020 sind in der Periode von 2013 und 2020 höher als bei der heutigen CO<sub>2</sub>-Abgabe. In der Ecoplan-Studie zu den Auswirkungen des CO<sub>2</sub>-Gesetzes wurde berechnet, welcher Brennstoffabgabesatz bei paralleler Existenz eines Schweizer ETS sowie weiterer klimapolitischer Massnahmen die Zielerreichung von minus 20% bis 2020 im Vergleich zu 1990 sicherstellt. Die weiteren klimapolitischen Massnahmen schliessen ein:
  - die Teilzweckbindung der CO<sub>2</sub>-Abgabe zugunsten von CO<sub>2</sub>-wirksamen Massnahmen im Gebäudebereich,
  - die Festlegung von CO<sub>2</sub>-Emissionsvorschriften für neu immatrikulierte Fahrzeuge,

- die Verpflichtung der Treibstoffimporteure, den CO<sub>2</sub>-Ausstoss eines Teils der eingeführten Menge fossiler Treibstoffe zu kompensieren.

Der so berechnete Abgabesatz steigt in der EcoPlan-Studie<sup>1</sup> – und in den Szenarien mit ETS dieser Studie – von 61 Franken pro t CO<sub>2</sub> im Jahr 2013 auf 112 Franken pro t CO<sub>2</sub> im Jahr 2020. Ausgehend von diesen Sätzen haben wir für das Basisszenario die Abgabesätze berechnet, die bei Wegfall des ETS zur Zielerreichung notwendig wären. Der Brennstoffabgabesatz im Basisszenario steigt von 55 Franken pro t CO<sub>2</sub> im Jahr 2013 auf 110 Franken pro t CO<sub>2</sub> im Jahr 2020. Der Abgabesatz ist ohne ETS etwas niedriger als mit ETS, weil die Anlagen, die ins ETS einbezogen werden bzw. würden, unter der Brennstoffabgabe etwas mehr Treibhausgase mindern als im ETS. Der höhere Beitrag dieser Anlagen zur Minderung ermöglicht für alle eine leichte Senkung des Abgabesatzes.

- Zur Vereinfachung der Modellierung wird die Rückverteilung des Ertrags aus der CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brennstoffe über die Mehrwertsteuer vollzogen und nicht über die Gesundheits- und AHV-Prämien. Diese modelltechnische Vereinfachung beeinflusst die Resultate nur in vernachlässigbarem Masse.<sup>2</sup>
- Brennstoffbezogene Emissionen der Raffinerien werden im Modell mit einer Abgabe belegt.

Des Weiteren zeichnet sich das Basisszenario durch folgende Eckdaten aus:

- Das Wirtschaftswachstum beträgt 1,5% pro Jahr (gemäss den aktuellen Wachstumsprognosen des SECO).
- Die Bevölkerung wächst bis 2020 auf 8,18 Mio. (gemäss den Bevölkerungsprognosen des BFS).
- Es wird ein Rohölpreis von 55\$/Fass angenommen.

Die Business As Usual-Emissionen sind eine wichtige Referenz zur Kalibrierung des Modells. Sie werden in Tabelle 1 den Emissionen des Basisszenarios gegenüber gestellt.

---

<sup>1</sup> Szenario „BR-20%“, Rahmenentwicklung gemäss BAU (Klima ohne Erwärmung, Ölpreis 55 US\$/Fass).

<sup>2</sup> Die Senkung von Gesundheitsprämien beeinflusst die steuerlichen Zusatzlasten nicht. Die AHV-Beitragssätze weisen im Vergleich zur Mehrwertsteuer höhere steuerliche Zusatzlasten auf, so dass ihre Senkung die Zusatzlasten im Vergleich zu letzterer stärker verringert. Die Mehrwertsteuer liegt hinsichtlich der Zusatzlasteneffekte zwischen Gesundheitsprämie und AHV-Prämie. Die gewählte Vereinfachung hat deshalb im Rahmen der simulierten geringen Aufkommensunterschiede keinen nennenswerten Einfluss auf die Beurteilung der steuerlichen Effizienz.

Tabelle 1. Treibhausgasemissionen im Basisszenario und gemäss Business As Usual, klimakorrigiert.

Emissionen in Mio. Tonnen*	Szenario	2005	2010	2015	2020
CO <sub>2</sub> , Treibstoffe	BAU	16,86	16,52	16,77	16,85
	Basis	16,86	16,52	15,86	15,46
CO <sub>2</sub> , Brennstoffe, Haushalte	BAU	12,05	12,28	11,61	10,92
	Basis	12,05	12,28	9,01	6,76
CO <sub>2</sub> , Brennstoffe & Abfälle, nicht-ETS-Sektoren	BAU	11,61	10,57	10,33	10,12
	Basis	11,61	10,57	8,89	7,55
ETS-Sektoren, alle Treibhausgasemissionen	BAU	5,82**	5,80	5,78	5,75
	Basis	5,82**	5,80	5,50	5,31
Restliche Treibhausgasemissionen	BAU	7,63	7,44	7,26	7,08
	Basis	7,63	7,44	7,26	7,08
Summe	BAU	53,97	52,61	51,75	50,72
	Basis	53,97	52,61	46,52	42,16

\* klimakorrigiert

\*\* 2007

## 2.1.2 Preisannahmen für Emissionsgutschriften

Die Preise von europäischen Emissionsberechtigungen wie auch der CERs werden im Modell als exogene Variablen betrachtet, da der Schweizer Markt im Vergleich zum europäischen vernachlässigbar klein ist (0,3% der europäischen Allokationen). Für die Modellierung werden reale Preise verwendet, die in Tabelle 2 und Tabelle 3 dargestellt sind.

Tabelle 2. EUA Preise in Euro für die Jahre post 2012.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	Real (2005)							
hoch	44.0	48.0	52.0	56.0	60.0	64.0	68.0	72.0
mittel	29.0	30.0	31.0	32.0	33.0	34.0	35.0	36.0
Tief	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0

Tabelle 3. Sekundäre CER Preise in Euro für die Jahre post 2012.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	Real (2005)							
hoch	28.0	29.0	30.0	31.0	32.0	33.0	34.0	35.0
mittel	18.5	19.2	20.0	21.1	22.2	23.2	24.3	25.4
Tief	12.0	12.0	14.0	14.0	15.0	15.0	16.0	16.0

## 2.2 Szenarien mit Verknüpfung zum europäischen Emissionshandelssystem

Die ETS-Szenarien sehen für die unter dem ETS regulierten Treibhausgasemissionen von 2013 bis und mit 2020 einen Absenkpfad von jährlich -1,74% vor, ausgehend von den durchschnittlichen Emissionen der Jahre 2008 bis 2012<sup>3</sup>. Ein wichtiger Unterschied zur Brennstoffabgabe ist, dass bei der Abgabe CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Verbrennung betrachtet werden, im ETS hingegen zusätzlich noch andere Treibhausgasemissionen reguliert werden, die nicht nur auf Verbrennungsprozesse beschränkt sind. Quantitativ bedeutend sind dabei in der Schweiz vor allem die geogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der Herstellung von Zement sowie in geringerer Masse von Kalk und Stahl.

Die Szenarien sind in solche mit Verknüpfung (M-Szenarien) und ohne Verknüpfung (O-Szenarien) mit dem europäischen Emissionshandelssystem (EU-ETS) unterteilt.

Abbildung 1 bietet einen Überblick über die Szenarien mit Verknüpfung zum europäischen Emissionshandelssystem. Das Hauptszenario mit Verknüpfung (M) geht davon aus, dass eine möglichst verzerrungsfreie Kompatibilität zwischen beiden Systemen angestrebt wird. Deshalb wird angenommen, dass die wichtigsten Regelungen des europäischen Systems auch für das Schweizer Emissionshandelssystem übernommen werden, insbesondere jene zu den zu versteigernden Emissionsrechten. Ausgehend vom Hauptszenario werden die Szenarien mit Verknüpfung in drei Dimensionen differenziert.

<i>CH-Grenzwert für Einbezug ins ETS</i>	<i>Anteil versteigertter Emissionsrechte</i>	<i>CO<sub>2</sub>-Preis</i>
M-5: 5 000 t	M-mV: mehr	M-h: hoch
10 000 t	wie in EU geplant	M-t: tief
<b>M: Hauptszenario mit Verknüpfung</b>		

Abbildung 1. Szenarien mit Verknüpfung zum europäischen Emissionshandelssystem.

<sup>3</sup> Im Vorschlag des Schweizer CO<sub>2</sub>-Gesetzes wird für den Ausgangspunkt des Emissionsreduktions-Pfades das Durchschnitt der Jahre 2008 bis 2012 gewählt. In der vorliegenden Studie wurde als Ausgangspunkt das erwartete Emissionsniveau von 2010 gesetzt, da für die einzelnen Jahre 2009, 2011 und 2012 keine sinnvoll verwertbaren Baseline-Informationen vorliegen. Die Auswirkungen dieser vereinfachenden Annahme auf die Ergebnisse der Studie sind vernachlässigbar.

## 2.2.1 1. Dimension: Anteil versteigertes Emissionsrechte

Im Hauptszenario M werden die nach derzeitigem Stand in der EU für die verschiedenen Sektoren geplanten Anteile auch für die Schweiz übernommen. In einem zusätzlichen Szenario werden die Auswirkungen alternativer Annahmen zu den versteigerten Mengen untersucht. Da die EU-Regeln zur Versteigerung für die Schweiz nur geringe Mengen in der Versteigerung implizieren, wird im Szenario M-mV angenommen, dass die Schweiz einen höheren Anteil der Emissionsrechte versteigert als in der EU vorgesehen ist.

In beiden Varianten wird der im Zeitablauf zunehmende Anteil versteigertes Emissionsrechte berücksichtigt. Im Einzelnen lauten die Annahmen zu den Versteigerungsanteilen wie folgt:

Die EU-Regel besagt, dass der Anteil der versteigerten Mengen von 20% (2013) auf 70% (2020) ansteigt. Sektoren, die der Gefahr von Carbon Leakage ausgesetzt sind (in der **GENES<sup>WIS</sup>**-Sektoreinteilung: Papier, Metalle, Chemie, Baustoffe einschliesslich Zement), erhalten die Emissionsrechte bis zu einem festgelegten Benchmark kostenlos. Wir nehmen an, dass diese Sektoren in der Schweiz 95% der Emissionsrechte gratis zugeteilt bekommen.

In der Variante mit erhöhter Versteigerung M-mV werden zwischen 50% (2013) und 100% (2020) der Emissionsrechte versteigert. Davon abweichend erhalten die Carbon Leakage-Sektoren 80% der Emissionsrechte gratis zugeteilt.

Einnahmen aus Versteigerungen werden über die Mehrwertsteuer rückverteilt. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird das alternative Szenario mit höheren Versteigerungsmengen M-mV nur in der Kombination mit ausgewählten Varianten ausgewiesen.

## 2.2.2 2. Dimension: Preise der Emissionsrechte

Es wird angenommen, dass die Schweiz keinen Einfluss auf die Preise für europäische Emissionsberechtigungen besitzt, letztere bei einer Verknüpfung der beiden Systeme jedoch die Preise im Schweizer System bestimmen. Die Preise für Emissionsrechte werden deshalb, in Analogie zu den in Abschnitt 2.1.2 aufgeführten Preisszenarien, exogen vorgegeben. Im Jahr 2020 lauten die unterstellten Preise in Euro von 2005 wie folgt:

- Mittel (Szenario M): 36 €
- Hoch (Szenario M-h): 72 €
- Tief (Szenario M-t): 18 €

Die hohe Variante spiegelt zusätzlich zu einem erhöhten EU-weiten Wirtschaftswachstum wider, dass das Minderungsziel für 2020 auf minus 30% erhöht werden könnte. Um die intertemporale Neutralität der Preisannahmen im Modell zu gewährleisten, wird der Preispfad für die Modellrechnungen so gewählt, dass der jährliche Preisanstieg dem Diskontsatz von 4% entspricht, den die Modellakteure zum intertemporalen Preisvergleich benutzen.

### 2.2.3 3. Dimension: Schweizer Schwellenwert für den Einbezug von Anlagen ins Emissionshandelssystem

Das Hauptszenario M geht von einem Schwellenwert von jährlich 10'000 t CO<sub>2</sub>e aus. Zusätzlich wird eine Variante M-5 mit einem Schwellenwert von 5'000 t CO<sub>2</sub>e simuliert.

## 2.3 Szenarien ohne Verknüpfung zum europäischen Emissionshandelssystem

Abbildung 2 bietet einen Überblick über die Szenarien ohne Verknüpfung zum europäischen Emissionshandelssystem (O-Szenarien). Um den Vergleich zwischen Szenarien mit und ohne Verknüpfung zu erleichtern, lehnt sich das Hauptszenario ohne Verknüpfung (O) am Hauptszenario mit Verknüpfung (M) an. Insbesondere werden die EU-Regeln zu den Auktionsmengen und zur Anerkennung ausländischer Emissionszertifikate (CER) als Annahmen übernommen. Ausgehend vom Hauptszenario O werden die Szenarien ohne Verknüpfung in vier Dimensionen differenziert. Die Varianten jeder Dimension werden im Vergleich zum Hauptszenario O dargestellt.

<i>CER-Menge</i>	<i>Anteil versteigertes Emissionsrechte</i>	<i>GuD</i>	<i>BIP</i>
O-25: 25%	O-kV: null	O-GuD:	O-Bh: hoch
O-50: 50%	O-mV: mehr	ja	O-Bt: tief
O-75: 75%			
EU-Regel	wie in EU geplant	nein	mittel
<i>O: Hauptszenario ohne Verknüpfung</i>			

Abbildung 2. Szenarien mit Verknüpfung zum europäischen Emissionshandelssystem.

### 2.3.1 1. Dimension: Anteil versteigerter Emissionsrechte

Im Hauptszenario O werden die nach derzeitigem Stand in der EU für die verschiedenen Sektoren geplanten Anteile auch für die Schweiz übernommen. Ausserdem werden zwei weitere Varianten simuliert:

- Eine Variante mit vollständigem Grandfathering (O-kV);
- Eine Variante mit erhöhter Versteigerung (O-mV): Es werden zwischen 50% (2013) und 100% (2020) der Emissionsrechte versteigert. Davon abweichend erhalten die Carbon Leakage-Sektoren 80% der Emissionsrechte gratis zugeteilt. Die Annahmen dieser Variante zum Versteigerungsanteil sind deckungsgleich mit der oben beschriebenen Variante M-mV.

Die Einnahmen aus den Auktionen werden auch im Fall ohne Verknüpfung über die Mehrwertsteuer rückverteilt.

### 2.3.2 2. Dimension: Menge der anrechenbaren ausländischen Emissionszertifikate

Um die Vergleichbarkeit zwischen den beiden Hauptszenarien mit und ohne Verknüpfung zu gewährleisten, wird im Hauptszenario die voraussichtliche CER-Limite der EU unterstellt. Diese besagt, dass 4,5% der Emissionen einer Anlage im Durchschnitt der Jahre 2005 bis 2007 mit ausländischen Emissionszertifikaten kompensiert werden dürfen. Da die Minderungsverpflichtungen im Zeitablauf zunehmen, entspricht dies voraussichtlich einem Anteil an der Gesamtminderung von etwas mehr als der Hälfte (57,11%).

Da sich die Bedeutung dieser Regel nicht unmittelbar intuitiv erschliesst, definieren wir die alternativen Varianten in der für die Schweiz gewohnten Form, also in Prozent der erforderlichen Minderung. Es werden drei Varianten von 25%, 50% und 75% der Minderung für die CER-Limite simuliert (O-25, O-50, O-75). Das gewählte Vorgehen hat den Vorteil, dass sich die quantitative Bedeutung der wenig intuitiven EU-Regelung durch den Vergleich mit den im Schweizer Kontext üblichen Definitionen erschliesst.

### 2.3.3 3. Dimension: Schweizer Wirtschaftswachstum

Im Fall ohne Verknüpfung wirken sich verschiedene Wachstumsraten der Volkswirtschaft (endogen) auf die Preise der Emissionsrechte aus. Es werden folgende Wachstumsvarianten unterschieden:

- Mittel (Szenario O): 1,5 % pro Jahr
- Hoch (Szenario O-Bh): 2,0 % pro Jahr
- Tief (Szenario O-Bt): 1,0 % pro Jahr

Der Einfluss der Szenarien zum Wirtschaftswachstum auf Wohlfahrt, Konsum und Investitionen übersteigt bei Weitem die Auswirkungen des Emissionshandelssystems. Deshalb werden diese Szenarien lediglich dazu genutzt, die Auswirkungen verschiedener Wachstumsannahmen auf die Preise für Emissionsrechte aufzuzeigen.

### 2.3.4 4. Dimension: Gas-und-Dampf-Kombikraftwerke

Neben dem Hauptszenario mit CO<sub>2</sub>-freier Stromerzeugung wird eine Variante mit zwei Gas-und-Dampf-Kombikraftwerken (GuD) mit 100 MW und 400 MW simuliert (O-GuD). Annahmegemäss gehen die GuD-Kraftwerke 2013 ans Netz und stossen 1 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr aus. Gratiszuteilungen von Emissionsrechten sind für diese Kraftwerke in Anlehnung an die EU-Regelung für Stromproduzenten nicht vorgesehen. Es wurde angenommen, dass die insgesamt zur Verfügung stehenden Schweizer Emissionsrechte nicht erhöht werden, dass aber 50% der GuD-Emissionen durch ausländische Emissionszertifikate abgedeckt werden dürfen. Das bedeutet, dass die ETS-Sektoren eine zusätzliche Minderungsleistung von 4 Mio. t CO<sub>2</sub>e erbringen müssen. Die im Inland mindestens zu leistende Minderung steigt gegenüber dem Hauptszenario O um 254%.

## 3 Modellbeschreibung GENES<sup>W</sup>IS

### 3.1 Grundstruktur

**GENES<sup>W</sup>IS** ist ein empirisches dynamisches Einländermodell für die Schweizer Volkswirtschaft vom Typ des allgemeinen Gleichgewichts. Es bildet den gesamten Wirtschaftskreislauf ab, was die konsistente Berücksichtigung von Einkommenseffekten ermöglicht. Flexible Preise sorgen für die Koordination von Angebot und effektiver Nachfrage. Verzerrende Steuern werden berücksichtigt, damit Effizienzgewinne, die bei der Rückverteilung von Einnahmen aus der Versteigerung von Emissionsrechten oder aus der Brennstoffabgabe erzielt werden können, adäquat berücksichtigt werden. **GENES<sup>W</sup>IS** bildet die Einkommenssteuer, die Mehrwertsteuer, die Mineralölsteuer sowie Subventionen ab. In diesem Projekt wird absprachegemäss der Mehrwertsteuersatz als Ausgleichsvehikel für szenarienbedingte Steuer mehr- oder –mindereinnahmen verwendet. Die Versorgung mit öffentlichen Gütern bleibt so über alle Szenarien konstant.

### **3.2 Verhalten der Wirtschaftssubjekte**

Unternehmen und Haushalte optimieren ihr Angebots- und Nachfrageverhalten unter den Bedingungen gegebener Technologien und Präferenzen. Die Wirtschaftssubjekte handeln im voll dynamischen Wachstumsmodell vom Ramsey-Typ vorausschauend und rational, so dass die intertemporale Konsistenz des Modells gegeben ist. Dies ist bedeutend bei Spar- und Investitionsentscheidungen sowie – im Zusammenhang mit dem Emissionshandel – bei der Abbildung der Unternehmensentscheidungen zum Banking.

### **3.3 Aussenhandel**

Die Schweiz ist als kleine offene Volkswirtschaft in den internationalen Handel auf allen Gütermärkten eingebunden. Im Fall einer Verknüpfung wird angenommen, dass die Schweiz als kleine offene Volkswirtschaft die Preise im europäischen Emissionshandelssystem nicht zu beeinflussen vermag. Auf den Gütermärkten werden inländische und ausländische Güter als imperfekte Substitute betrachtet, was die gleichzeitige Abbildung von Importen und Exporten für dieselbe Gütergruppe ermöglicht.

Da ausländische Treibhausgasreduzierungsmaßnahmen nicht explizit abgebildet werden, besteht die Gefahr einer Überschätzung der Aussenhandelseffekte und somit der Carbon Leakage-Effekte der Schweizer Klimapolitik. Durch die Wahl vergleichsweise niedriger Aussenhandelselastizitäten (sog. Armington-Elastizitäten) kann dieses Problem eingedämmt werden. Die Wahl niedriger Aussenhandelselastizitäten wird also mit der Vermutung gerechtfertigt, dass auch das Ausland in irgendeiner Form aktive Klimapolitik betreiben wird.

### 3.4 Sektorale Disaggregation

Tabelle 4. Sektorale Aggregation in GENES<sup>WIS</sup>

Industriesektoren	Energieträger
Metallerzeugung und –bearbeitung	Rohöl
Glas, Verarbeitung von Steinen und Erden	Treibstoffe
Zement	Brennstoffe
Holz und Holzverarbeitung	Erdgas
Papier und Pappe	Kohle
Nahrungs- und Genussmittel	Elektrizität
Chemie	Sonstige Energieträger
Mineralölverarbeitung	
Fernwärme	
Restliche Wirtschaft	

Hauptziel der sektoralen Disaggregation ist es, die unter das ETS fallenden Anlagen in geeigneten Aggregaten zusammenzufassen. Die abgebildeten Sektoren werden weiter disaggregiert in Anlagen verschiedener Grösse gemäss Treibhausgasausstoss:

- Anlagen mit einem jährlichen Treibhausgasausstoss von mehr als 10'000 t CO<sub>2</sub>e. Diese Anlagen werden dem ETS zugeordnet und von der Brennstoffabgabe befreit.
- Anlagen mit einem jährlichen Treibhausgasausstoss von weniger als 5'000 t CO<sub>2</sub>e. Diese Anlagen sind im Modell vom ETS ausgeschlossen und zahlen die Brennstoffabgabe.
- Anlagen mit einem jährlichen Treibhausgasausstoss von mehr als 5' 000 t CO<sub>2</sub>e, aber weniger als 10'000 t CO<sub>2</sub>e. Diese Anlagen sind in den meisten Szenarien ebenfalls vom ETS ausgeschlossen und zahlen die Brennstoffabgabe. Im Szenario M-5 werden diese Anlagen ins ETS einbezogen und von der Brennstoffabgabe befreit.

Darüber hinaus werden verschiedene Energieträger unterschieden. Dies ist erforderlich um

- energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen korrekt den Sektoren zuzuordnen,
- sektorspezifische Minderungsmöglichkeiten abzubilden.

### 3.5 Substitutionsmöglichkeiten

Substitutionsmöglichkeiten in Produktion und Konsum, insbesondere im Zusammenhang mit der Bereitstellung und Verwendung von Energie, beeinflussen entscheidend die Auswirkungen von Treibhausgasminderungspolitiken. Die folgende Beschreibung der Abbildung dieser Substitutionsmöglichkeiten im Modell ist unvermeidlicherweise etwas technisch. Sie ist dennoch aufschlussreich für jene, die an der implementierten Modellierung näher interessiert sind.

In **GENESWIS** werden technische Massnahmen zur CO<sub>2</sub>-Minderung nicht einzeln, sondern aggregiert unter Verwendung substitutionaler Funktionen abgebildet. Diese geschachtelten CES-Funktionen (Constant Elasticity of Substitution) können anschaulich in Form von Baumdiagrammen dargestellt werden. Abbildung 3 und Abbildung 4 zeigen die CES-Schachtelungen für Produktion bzw. Konsum.

Die roten Zahlen stehen jeweils für die Substitutionselastizität zwischen den Gütern, Aggregaten und/oder Faktoren, aus denen sich das jeweilige Aggregat zusammensetzt. Korridore für Substitutionselastizitäten sind immer dann angegeben, wenn Substitutionselastizitäten aufgrund kurzfristiger Rigiditäten im Zeitablauf zunehmen und/oder sektoral unterschieden werden. Genaue Informationen zu den unterstellten Substitutionselastizitäten befinden sich im Kapitel 4.2. Die Substitutionsmöglichkeiten hängen neben Schachtelung und Substitutionselastizitäten auch von den relativ nachgefragten Mengen im Ausgangsgleichgewicht ab. Schon deshalb sind Substitutionsmöglichkeiten sektoral unterschiedlich, selbst wenn dieselbe Substitutionselastizität angenommen wird.

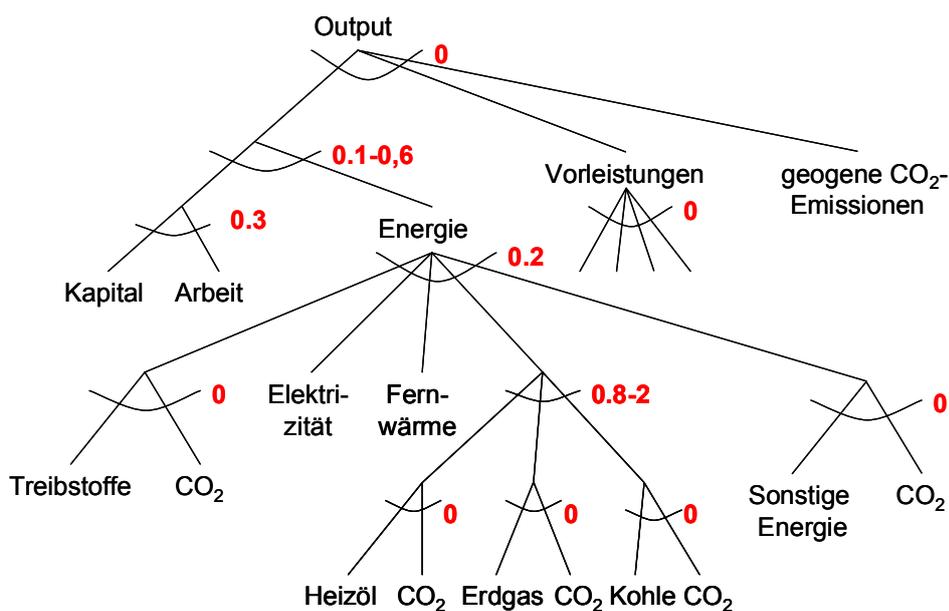


Abbildung 3. CES-Schachtelung in der Produktion.

Die Zusammensetzung der Vorleistungen wird in der sektoralen Produktionsfunktion als unveränderlich betrachtet. Ebenfalls proportional zum Output entwickeln sich geogene CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Herstellung von Zement, Kalk und Stahl. Es bestehen dagegen Möglichkeiten der Faktorsubstitution sowie die Möglichkeit der Reduktion des Energieverbrauchs durch vermehrten Faktoreinsatz, d.h. vor allem durch Investitionen in Energieeffizienz. Die Substitutionselastizität zwischen Energie und dem Faktoraggregat ist deshalb im Kontext des Emissionshandels bedeutend.

Die Energie ist in Anlehnung an die Verwendungsbereiche in Treibstoffe, Elektrizität und Wärme (einschliesslich Prozesswärme) aufgeteilt. Zusätzlich gehen Fernwärme und sonstige Energieträger in das Energieaggregat ein. Zwischen den einzelnen Bereichen bestehen nur geringe Substitutionsmöglichkeiten (z.B. elektrisch betriebene Wärmepumpen, Elektroheizungen, Elektrofahrzeuge).

Eine wichtige Substitutionsmöglichkeit betrifft den Brennstoffwechsel im Wärmebereich zwischen Heizöl und Erdgas. In einigen Sektoren, besonders in der Zementindustrie, kommt Kohle als weiterer Brennstoff hinzu.

Energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen werden in Form energieträgerspezifischer Emissionsfaktoren modelliert. Die Emissionsfaktoren für sonstige Energieträger sind zusätzlich nach den nachfragenden Sektoren differenziert. Einem Sektor, der im Bereich der sonstigen Energieträger vorwiegend erneuerbare Energieträger einsetzt, werden geringere CO<sub>2</sub>-Emissionen zugeordnet als bei Verwendung sonstiger fossiler Brennstoffe. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Fernwärme werden bei der Produktion der Fernwärme berücksichtigt.

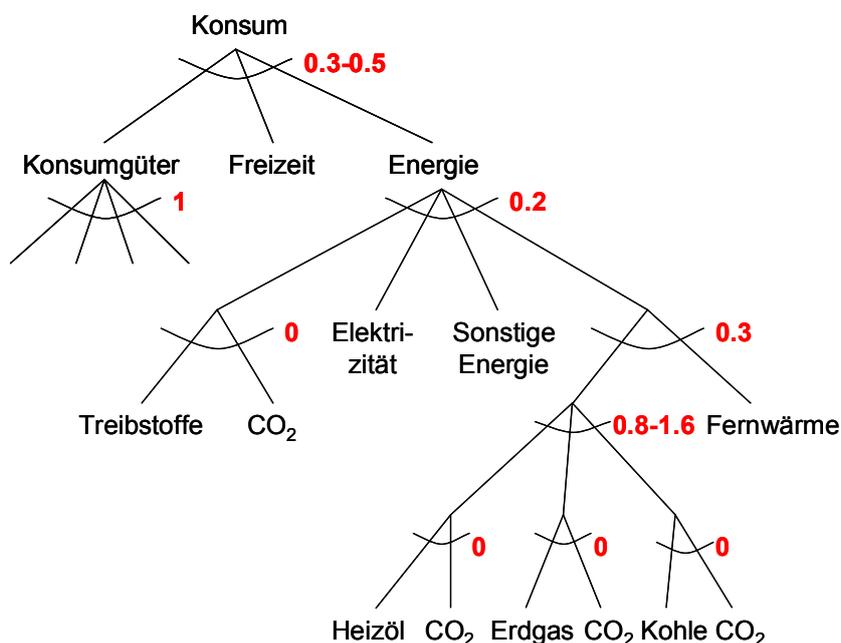


Abbildung 4. CES-Schachtelung im Konsum.

Der repräsentative Haushalt im Modell wählt zwischen Freizeit, Energie und sonstigen Konsumgütern. Die Schachtelung im Energiebereich ähnelt jener in der Produktion. Aufgrund der unterschiedlichen Energieträgeranteile im Ausgangsgleichgewicht sind die Substitutionsmöglichkeiten dennoch zwischen Konsum und Produktion verschieden. Beispielsweise spielt Kohle im Haushaltsbereich nahezu keine Rolle.

Die substitutionale Nähe der Fernwärme zu anderen Optionen der Wärmeerzeugung wird in der Konsumschachtelung besonders berücksichtigt. Allerdings kann nur in eingeschränkter Masse auf Fernwärme umgestiegen werden, weil diese Option nur bestimmten Haushalten zur Verfügung steht.

### 3.6 Emissionshandelssystem

Das Schweizer Emissionshandelssystem wird über die sektorale Zuteilung frei handelbarer CO<sub>2</sub>-Emissionsrechte abgebildet. Die Emissionsrechte können gratis an die Sektoren ausgegeben werden (Grandfathering) oder aber im Rahmen einer Auktion versteigert werden. Die in den Szenarien definierten Versteigerungsmengen bedeuten, dass im Modell Mischformen abgebildet sind, bei denen ein bestimmter Prozentsatz der Emissionsrechte kostenlos verteilt und der Rest versteigert wird. Einnahmen aus Auktionen werden in der Modellwelt über die Mehrwertsteuer rückverteilt.

Es können – zu exogen vorgegebenen Preisen – ausländische Emissionsgutschriften importiert werden. In den Szenarien mit Verknüpfung betrifft dies vorwiegend Emissionsberechtigungen aus der EU. In den Szenarien ohne Verknüpfung handelt es sich um ausländische Emissionszertifikate, beispielsweise Certified Emission Reductions (CER) aus einem allfälligen post-Kyoto Clean Development Mechanism (CDM). Für den Import von CERs gelten Obergrenzen, die besonders in den Szenarien ohne Verknüpfung bedeutsam sind.

Im Fall mit Verknüpfung werden die Preise der Schweizer Emissionsrechte durch die exogen vorgegebenen Preise im europäischen System bestimmt. Im Fall ohne Verknüpfung ergeben sich die Preise der Emissionsrechte modellendogen aus der Interaktion der Schweizer Marktteilnehmer unter Ausschöpfung der erlaubten CER-Importe. Annahmen zur Entwicklung der Schweizer Volks- und Energiewirtschaft beeinflussen daher die Gleichgewichtspreise und die volkswirtschaftlichen Auswirkungen des Emissionshandelssystems in höherem Masse als im Fall mit Verknüpfung. Probleme mit allfälliger Marktmacht bei einer möglichen geringen Marktliquidität im Fall ohne Verknüpfung sind im Gleichgewichtsmodell nicht abgebildet. Unternehmen verhalten sich annahmegemäss als Preisnehmer.

Für die realitätsnahe Simulation des Emissionshandels, insbesondere im Fall ohne Verknüpfung, spielt die Abbildung der aktuell verfügbaren sektoralen CO<sub>2</sub>-Grenzvermeidungskosten eine entscheidende Rolle. Allerdings sind entsprechende Informationen auf Sektorebene rar, so dass lediglich die sektorale Kalibrierung zentraler Substitutionselastizitäten in der CES-Schachtelung auf Basis der verfügbaren Informationen über Minderungsmaßnahmen im jeweiligen Sektor angepasst wurde. Die substitutionalen Funktionen bilden so die vorhandenen Minderungsoptionen nach bestem, wenn auch magerem, aktuellem Informationsstand ab. Weitere Informationen zu den Grenzvermeidungskosten und sektoralen Substitutionselastizitäten sind in Kapitel 4.2 zu finden.

Im Modell werden die Emissionen aller unter dem Kyoto-Protokoll regulierten Treibhausgase berücksichtigt. Allerdings sind Minderungsoptionen nur für Kohlendioxid abgebildet. Die Emissionen der restlichen Treibhausgase folgen in allen Szenarien der Business As Usual-Entwicklung.

Entscheidend ist die korrekte Unterscheidung zwischen Emissionen, die unter das Emissionshandelssystem fallen und solchen, die nicht unter das Emissionshandelssystem fallen. In vielen Sektoren verläuft diese Grenze quer durch den Sektor, so dass diese Sektoren aufgeteilt wurden, um die unterschiedliche Behandlung grosser und kleiner Quellen adäquat abzubilden und die unterschiedlichen Auswirkungen auf die jeweiligen Teile der Sektoren bestimmen zu können. So lassen sich auch Rückschlüsse auf mögliche Anreize zur Veränderung der sektoralen Betriebsgrößenstrukturen ableiten sowie die Auswirkungen auf Unternehmen und Haushalte bestimmen, die nicht in den Emissionshandel eingebunden sind.

### 3.7 Interpretation der Ergebnisse

Allgemeine Gleichgewichtsmodelle sind keine Prognosemodelle. Vielmehr zeigen sie, unter Berücksichtigung des gesamten Wirtschaftskreislaufs und der Interdependenzen zwischen verschiedenen Wirtschaftssubjekten und Sektoren, wie sich Politikmassnahmen in einem kontrollierten Modellexperiment auswirken. Die Tatsache, dass das Modell mit empirischen Daten kalibriert wird, bedeutet noch nicht, dass die resultierenden Zahlen des Modelloutputs als einigermaßen genaue Vorhersagen zu verstehen sind. Zu viele andere Faktoren können in der Realität beispielsweise auf den Zertifikatspreis Einfluss nehmen (man denke nur an die gegenwärtige Finanzkrise). Die Simulationen ermitteln vielmehr Grössenordnungen für die Effekte, die aus der theoretischen Literatur bekannt sind. Dadurch kann ermittelt werden, welche Effekte im Fall der simulierten Politikmassnahmen in der Schweiz besonders wichtig sind. Es wird dadurch deutlich, welchen Ausgestaltungsparametern man bei der Weiterentwicklung des Emissionshandelssystems besondere Beachtung schenken sollte.

## 4 Datenbasis

### 4.1 Basisgleichgewicht

Die Basisdaten von 2005 (Input-Output-Tabelle, Aussenhandelsdaten sowie projektspezifische Daten) werden mittels BIP-Inflator auf 2012 bezogen. 2012 wurde als Basisjahr gewählt, da im Jahr 2013 szenariengemäss der post-Kyoto-Emissionshandel beginnt. Die Input-Output-Tabelle (IOT) wird entsprechend der in Kapitel 3.4 beschriebenen Sektoreinteilung aggregiert bzw. in den Bereichen Zement, Fernwärme und Energieträger zusätzlich disaggregiert. Für die ETS-relevanten Sektoren liefert die EnAW-Datenbank (für 2007) wertvolle Informationen zum Einsatz verschiedener Energieträger sowie zu den CO<sub>2</sub>-Emissionen, sortiert nach Emissionsklassen (5'000 t CO<sub>2</sub>e < x < 10'000 t CO<sub>2</sub>e; x > 10'000 t CO<sub>2</sub>e). Weitere Anpassungen der IOT betreffen die Aufteilung der Wertschöpfung nach Produktionsfaktoren sowie die IOT-konsistente Berücksichtigung von Steuern.

### 4.2 Grenzvermeidungskosten

Der Preis der Emissionsrechte wird nachfrageseitig von den sog. Grenzvermeidungskosten (Marginal Abatement Costs, MAC) bestimmt, also von den Minderungskosten für die letzte zu mindernde Tonne CO<sub>2</sub>e. Annahmegemäss werden die billigen Minderungsoptionen zuerst umgesetzt. Daraus folgt, dass die letzte zu mindernde Tonne CO<sub>2</sub>e auch die teuerste ist. Für die Analyse wurden die einschlägigen Quellen des Forschungszentrums Jülich<sup>4</sup>, der Universität Utrecht<sup>5</sup>, die Working Group III des IPCC<sup>6</sup>, INFRAS<sup>7,8,9</sup>, B,S,S<sup>10</sup> und des BFE<sup>11</sup> konsultiert. Dabei wurde der dominierende Einfluss der Grundannahmen bezüglich Referenzentwicklung und

---

<sup>4</sup> FZ Jülich (2003) *Das IKARUS-Projekt: energietechnische Perspektiven für Deutschland : Abschlussbericht des Projekts IKARUS.*

<sup>5</sup> UCE (2000) *ICARUS-4* <http://www.uce-uu.nl/index.php?action=1&menuId=1&type=project&id=2&>.

<sup>6</sup> IPCC (2007) *AR4 WG III: Mitigation* <http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg3.htm>.

<sup>7</sup> INFRAS (2006) *Cost effectiveness of GHG Emission Reductions in various sectors. Study for DG Enterprise and Industry in collaboration with ifeu, IVL, TNO an TU Graz.*

<sup>8</sup> INFRAS (2007) *Wirkungsanalyse EnergieSchweiz 2006. Wirkungen der freiwilligen Massnahmen und der Förderaktivitäten von EnergieSchweiz auf Energie, Emissionen und Beschäftigung. Studie im Auftrag des BFE.*

<sup>9</sup> INFRAS (2008) *CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten im Inland: Erneuerbare Energien, Industrielle Prozesse und Mobilität. Kurzbericht zuhanden der UREK-S, Subkommission Energiepolitik. Im Auftrag des BFE.*

<sup>10</sup> B,S,S (2008) *Vermeidungskosten Industrie und Verkehr, Basel.*

<sup>11</sup> BFE (2006) *Der Energieverbrauch der Industrie, 1990 - 2035 Ergebnisse der Szenarien I bis IV und der zugehörigen Sensitivitäten BIP hoch, Preise hoch und Klima wärmer.*

Renditeerwartung auf die Vermeidungskosten deutlich. Entsprechend variieren die gefundenen Werte erheblich mit grossem Potential von Massnahmen mit negativen Kosten.

Insgesamt deuten die Ergebnisse darauf hin, dass die Vermeidungskosten bei Einzelentscheidungen von Unternehmen nur eine nachrangige Rolle spielen (z.B. im Vergleich zu den Transaktionskosten, Kapitaldienst, Qualitätsanforderungen etc.). Kurzfristig ist zu erwarten, dass die Mehrzahl der produktionsbezogenen Massnahmen innerhalb der üblichen Investitionszyklen umgesetzt wird. Änderungen im Produktionsprozess selbst (Prozessoptimierungen, Effizienzsteigerungen) können als kostengünstige Massnahme mit letztlich hingegen geringem Potenzial bewertet werden. Grössere Potenziale bestehen vor allem in übergreifenden Bereichen wie Heizung, Klimatisierung und der Nutzung effizienterer Antriebe in der Produktion<sup>12</sup>.

Die Schwierigkeit bei der Berücksichtigung von bottom-up-Informationen im Gleichgewichtsmodell besteht unter anderem darin, die Literaturdaten auf die konkreten sektoralen Schweizer Bedingungen zu kalibrieren, unter denen minderungsrelevante Entscheidungen getroffen werden.

Das gewählte Verfahren besteht aus der impliziten Abbildung der Minderungskosten und -potenziale über Substitutionsmöglichkeiten mittels geschachtelter CES-Funktionen (vgl. Kapitel 3.5). Tabelle 5 gibt Auskunft über die sektorspezifischen Substitutionselastizitäten, welche auf der Basis der erhältlichen bottom-up-Informationen gewählt wurden. Sie bestimmen gemeinsam mit den nachgefragten Einsatzmengen des Basisgleichgewichts die sektoralen Möglichkeiten zur Treibhausgasminderung im Modell.

---

<sup>12</sup> McKinsey (2009): *Swiss Greenhouse Gas Abatement Cost Curve*, Zürich.

Tabelle 5. Substitutionselastizitäten in GENES<sup>WIS</sup>.

Substitutionselastizität zwischen		Energie und Faktoreinsatz		fossilen Energieträgern		Emissionsklasse n *
Sektor	NOGA	2012	2020	2012	2020	
Metallerzeugung, -recycling & -bearbeitung	27	0,1	0,3	0,8	1,6	0,7
Glas, Verarbeitung von Steinen und Erden	26	0,3	0,5	0,8	1,6	0,8
Zement	26.51	0,1	0,3	1,0	2,0	--
Holz und Holzverarbeitung	20	0,3	0,5	0,8	1,6	0,8
Papier und Pappe	21	0,4	0,6	0,8	1,6	0,7
Nahrungs- und Genussmittel	15	0,3	0,5	0,8	1,6	0,5
Chemie	24	0,3	0,5	0,8	1,6	0,7
Mineralölverarbeitung	23	0,1	0,3	0,0	0,0	--
Fernwärme	40.3	0,3	0,5	0,3	0,3	0,5
Restliche Wirtschaft	Rest	0,3	0,5	0,8	1,6	0,3

\* Verschiedene Emissionsklassen von Anlagen im gleichen Sektor ( $x < 5'000 \text{ t CO}_2\text{e}$ ;  $5'000 \text{ t CO}_2\text{e} < x < 10'000 \text{ t CO}_2\text{e}$ ;  $x > 10'000 \text{ t CO}_2\text{e}$ )

Die aus der gewählten Modellstruktur und –parametrisierung resultierenden Grenzkosten der Treibhausgasreduzierung sind in Abbildung 5 zu sehen. Sie sind ein endogenes Ergebnis von Modellrechnungen bei der gewählten Kalibrierung der sektoralen Substitutionsmöglichkeiten sowie des vorgegebenen Business As Usual-Pfads. Typisch für allgemeine Gleichgewichtsmodelle sind zwei Aspekte dieser Kurve:

- Die Minderungskosten sind immer positiv. Zwar ist bekannt, dass es Minderungsmaßnahmen gibt, deren Investitionen sich schnell auszahlen. Es wird jedoch angenommen, dass Informationskosten, Finanzierungsrestriktionen und Ähnliches die Umsetzung bisher verhindert haben, dass also versteckte Kosten die Entscheidungen beeinflussen. Es handelt sich um ein Zugeständnis an die Annahme rationaler Akteure. Dieser Aspekt betrifft die ersten Prozentpunkte der Reduzierung, für welche die ohnehin niedrigen Minderungskosten in der Realität sogar noch niedriger ausfallen können.
- Die Kurve verläuft exponentiell. Die Reduzierungen bleiben bis zu einem bestimmten Punkt günstig, werden jedoch rasch teurer, wenn die Potenziale billiger Vermeidungsmaßnahmen ausgeschöpft sind.

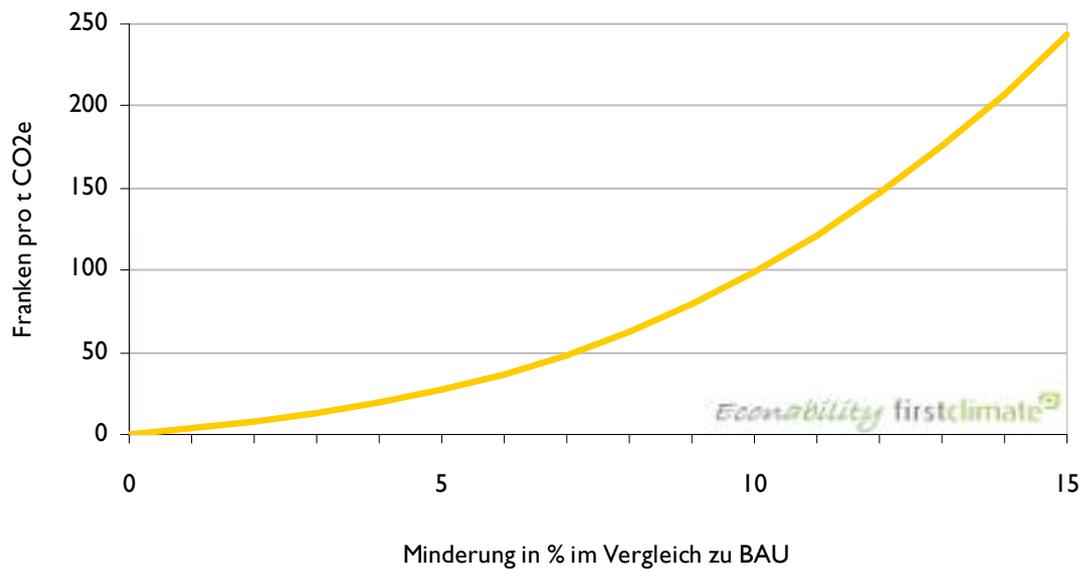


Abbildung 5. Grenzkosten der Treibhausgasreduzierung in den ETS-Sektoren

Leider sind für die Schweizer ETS-Sektoren nur grobe Informationen zum Potenzial günstiger Massnahmen verfügbar. Die hier gezeigte Grenzkostenkurve, die das Potenzial günstiger Massnahmen mit ungefähr 5 bis 6% der Minderung veranschlagt, ist das Ergebnis der oben beschriebenen Parametrisierung. Das bedeutet jedoch nicht, dass sie als gesichert gelten kann. Insbesondere ist es möglich, dass in der Schweizer Industrie grössere als die hier angenommenen Potenziale für günstige Minderungsmaßnahmen schlummern.

## TEIL B: Regulatorische Aspekte des CH-ETS post 2012

---

Ein Teil der im Auftrag für diese Studie formulierten Fragestellungen betrifft die Umsetzung und Anwendbarkeit des revidierten CO<sub>2</sub>-Gesetzes für die Zeit nach 2012 vor dem Hintergrund der sich parallel entwickelnden Gesetze auf europäischer Ebene. Entsprechend wird hier eine Analyse der in 2012 wahrscheinlich anwendbaren Gesetzesgrundlagen sowohl in der Schweiz als auch in Europa gemacht. Vergleiche der aktuellen Schweizer CO<sub>2</sub>-Gesetzgebung mit dem Vorschlag zum revidierten CO<sub>2</sub>-Gesetz sind nicht Inhalt dieser Studie. Sie werden jedoch punktuell angetönt, wo sie als wesentlich erachtet werden.

Die Themenblöcke Opt-in, „Carbon Leakage“ und „Versteigerung“ können nur vor dem Hintergrund der projektierten Gesetze behandelt werden. Aber auch die Liste der voraussichtlich im schweizerischen ETS eingeschlossenen Anlagen hängt von der konkreten Ausgestaltung der Regelungen ab. Da sowohl die schweizerische als auch die europäische Gesetzgebung zurzeit noch „im Fluss“ sind, muss für den Zweck dieser Studie eine synthetische Gesetzgebung antizipiert werden, die im Folgenden als „Modell-Regeln“ bezeichnet werden.

Eine der Rahmenbedingungen für die Studie ist die vom Bund angestrebte Verknüpfung mit dem EU-ETS. Dieser Forderung kann nur mit einer möglichst kompatiblen Regelung gerecht werden. Deshalb wird im Weiteren davon ausgegangen, dass sich das revidierte schweizerische CO<sub>2</sub>-Gesetz im Charakter nicht von der aktuellsten europäischen Richtlinie unterscheiden wird. schweizspezifische Regelungen wie z.B. das Opt-in (freiwillige Teilnahme am Emissionshandel) werden gemäss dem Vorschlag zur Revision des CO<sub>2</sub>-Gesetzes zusätzlich zu den europäischen Regelungen definiert. Vor dem Hintergrund dieser Ausgangslage wird das in der Studie verwendete Regel-Set „Modell-Regeln“ als Annäherung an die schweizerische CO<sub>2</sub>-Gesetzgebung nach 2012 abgeleitet (Tabelle 6).

In einer ersten Phase werden in diesem Teil die Grundlagen und Regeln über den Einbezug von Anlagen in das Schweizer ETS erhoben (Kapitel 1), aufgrund derer die Liste der vom Schweizer Emissionshandel betroffenen Anlagen erstellt wird (Kapitel 2). Die Themenbereiche für „Carbon Leakage“ (Kapitel 3), sowie für die „Versteigerung“ (Kapitel 4) decken die theoretischen und regulatorischen Grundlagen ab, die dann vor dem Hintergrund der Liste der Schweizer Anlagen auf die Fragestellungen hin analysiert werden. Zudem wird aufgrund der verfügbaren Quellen (BAZL resp. der europäischen Assessment Study) die Grössenordnung der durch den Einbezug des Schweizer Flugverkehrs zusätzlich in das ETS gebrachten Emissionsrechte abgeschätzt (Kapitel 5). Der Themenblock Opt-in wird abschliessend in Teil D „Schlussfolgerungen“ behandelt.

Tabelle 6: Aktuelle und zukünftige Grundlagen für den Emissionshandel in der Schweiz und der EU. Im Modell wird von einem schweizerischen CO<sub>2</sub>-Gesetz nach 2012 ausgegangen, das sich am aktuellen Stand der EU-Gesetzesentwicklung orientiert, der zum Zeitpunkt der Vernehmlassungsvorlage nicht gegeben war.

Regulatorische Grundlagen	Schweiz	EU
Aktuell (2009)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CO<sub>2</sub>-Gesetz</li> <li>- Vollzugsweisung BAFU EnAW</li> <li>- EnAW Monitoring</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2003/87/EG „ETS Direktive“</li> <li>- 2007/589/EG „Monitoring Leitlinien 2007“</li> <li>- KOM(2005) 703 final, 22.12.2005<sup>13</sup></li> </ul>
Zukünftig (post 2012)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vernehmlassungsvorlage, Variante „Verbindliche Klimaziele“</li> <li>- Eckpunkte Revision CO<sub>2</sub>-Gesetz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2009/29/EG<sup>14</sup></li> <li>- Monitoring Leitlinien 2011, gemäss Art. 14 in 2009/29/EG</li> </ul>
Für die Studie relevante „Modell-Regeln“	Ausgestaltung des schweizerischen Emissionshandels wie in 2009/29/EG festgelegt, mit der Ausnahme eines freiwilligen „Opt-in“ für Kleinemittenten >5'000 t CO <sub>2</sub> e und einem tieferen Schwellenwert von 10'000 t CO <sub>2</sub> e für den obligatorischen Einbezug von Anlagen.	

## 1 Systemgrenzen

Der Begriff „Anlage“ wird in der EU-ETS-Richtlinie definiert<sup>15</sup> als eine *stationäre Einheit in der mindestens eine der Tätigkeiten aus einer Liste<sup>16</sup> der erfassten Emissionsquellen ausgeführt wird*. Es werden dabei keine Emissionen aus dem Transport einbezogen. Die Systemgrenzen verlaufen somit entlang von Produktionsstandorten.

Grundsätzlich wird die Systemgrenze einer Anlage in zwei verschiedenen Kontexten definiert, wobei sich die jeweilige Definition der Systemgrenzen unterscheidet:

- Einerseits muss bei der Emissionsberichterstattung eine Grenze um die betrachteten regulierten Emissionsquellen gezogen werden, um die Höhe der Emissionen der Anlage in Erfahrung zu bringen.
- Andererseits wird nach spezifischen Kriterien geprüft, ob eine Anlage ins ETS aufgenommen wird oder nicht.

Beide Definitionen sind relevant für die Erarbeitung der Liste der Anlagen aufgrund bestehender Emissionserhebungen.

<sup>13</sup> „Further guidance on allocation plans for the 2008 to 2012 trading period of the EU Emission Trading Scheme“.

<sup>14</sup> Durch Rat und Parlament am 26.3.2009 in Kraft gesetzt. Inzwischen wurde der Text auf Eurlex mit der Nummer 2009/29/EG publiziert.

<sup>15</sup> 2003/87/EG Artikel 3 Buchstabe (e).

<sup>16</sup> Gemeint ist Annex 1 von 2003/87/EG der mit 2009/29/EG am 26.03.2009 ergänzt und besser definiert wurde.

## 1.1 Emissionsberichterstattung

Entsprechend der Definition einer Anlage kann ein Unternehmen über mehrere im ETS regulierte Anlagen verfügen. Der Entscheid über den Einbezug muss dabei für jede Anlage einzeln getroffen werden.

Eine Anlage muss bei der Berichterstattung alle Emissionen erfassen, die einer Tätigkeit aus der Liste der regulierten Tätigkeiten zugeordnet werden können. Genauere Definitionen für diese Zuordnung spezifischer Prozesse<sup>17</sup> resp. derer Systemgrenzen für die Berichterstattung sind im Anhang der Monitoring Leitlinien der EU zu finden.

In den Monitoring Leitlinien wird bestimmt<sup>19</sup>, dass alle Emissionen aus sämtlichen Emissionsquellen resp. Brennstoff- und Materialströmen, die einer regulierten Tätigkeit zuzuordnen sind, überwacht und mitgeteilt werden müssen. Der europäische Gesetzgebungsprozess sieht vor, dass die Leitlinien bis zum 31. Dezember 2011 überarbeitet werden<sup>18</sup>. Es gibt jedoch noch keine Hinweise, welche Änderungen zu erwarten sind.

Die Mitgliedstaaten haben gemäss Artikel 24 der Direktive 2009/29/EG die Möglichkeit des einseitigen Einbezugs weiterer Gase. Dies muss jedoch von der Kommission genehmigt werden, wobei Aspekte der Wettbewerbsverzerrung, Wirksamkeit und Zuverlässigkeit der Messung berücksichtigt werden müssen.

## 1.2 Kriterien für den Einbezug einer Anlage

Der Einbezug einer Anlage in das ETS wird von Kriterien bestimmt, welche die Sektorzugehörigkeit und die Überschreitung einer bestimmten Produktionskapazität resp. Energieleistung betreffen (Tabelle 7). Abbildung 6 zeigt schematisch den Entscheidungsbaum der zu berücksichtigenden Kriterien in der EU. Unilaterale Regelungen auf der Ebene der Mitgliedstaaten können dabei die Liste von Tätigkeiten und Gasen erweitern<sup>19</sup>.

---

<sup>17</sup> (i) allgemeinen Verbrennungsprozessen, (ii) Raffinerien, (iii) Kokereien, (iv) Röst und Sinteranlagen, (v) Herstellung von Roheisen und Stahl, (vi) Zementklinker, (vii) Kalk, (viii) Glas, (ix) Keramische Erzeugnisse und (x) Zellstoff sowie Papier.

<sup>18</sup> Wie in 2009/29/EG, Artikel 14, Seite 61, dargelegt.

<sup>19</sup> Monitoring Leitlinie, Artikel 4.1 „Systemgrenzen“, Abschnitt 5.

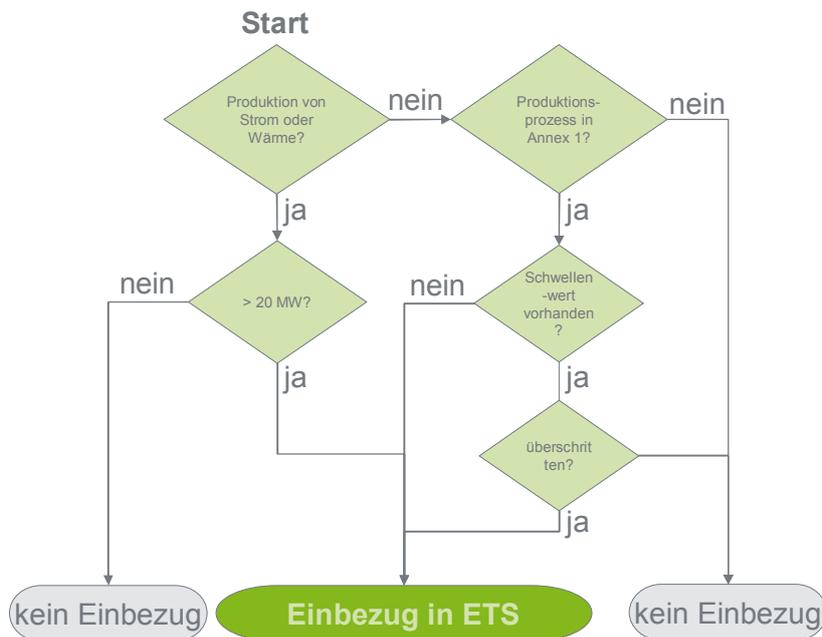


Abbildung 6: Schematischer Ablauf der Entscheidung über den Einbezug einer Anlage in der EU.

### 1.2.1 Kriterium „Sektorzugehörigkeit“ (EU)

Die Produktionsprozesse in Tabelle 7, für die kein Schwellenwert angegeben wird, werden automatisch in den Emissionshandel einbezogen. Diejenigen mit Schwellenwert werden nur bei dessen Überschreiten einbezogen.

### 1.2.2 Kriterium „Schwellenwert“ (EU)

Das zweite Kriterium für den Einbezug ist die Grösse der Anlage. Anlagen über dem festgelegten Schwellenwert – entweder Produktionskapazität oder Energieleistung in MW – werden ins ETS eingeschlossen. Während die Produktionskapazität meist eindeutig bestimmt werden kann, sind die Systemgrenzen für die Bestimmung der Energieleistung weniger eindeutig. Diese definiert sich über die inputseitige fossile Kapazität<sup>20</sup>. Die inputseitige Energieleistung von 20 MW entspricht je nach Wirkungsgrad 10 bis 15 MW installierter Output-Leistung und je nach Brennstoff zwischen 20'000 und 40'000 t CO<sub>2</sub>e pro Jahr<sup>21</sup>. Für die Bestimmung der Energieleistung wird die Summe aller Anlageteile herangezogen. Anlageteile, die kleiner als 3 MW sind oder auf reiner Biomasse<sup>22</sup>

<sup>20</sup> Inputseitige fossile Kapazität = installierte Leistung [MW] / Effizienz [%] x fossiler Anteil im Brennstoff [%]

<sup>21</sup> Für Erdgas 56,1 t CO<sub>2</sub> / TJ resp. Kohle 94,5 t CO<sub>2</sub> / TJ bei einer Auslastung von 5'000 - 7'800 Stunden pro Jahr.

<sup>22</sup> Abgesehen von fossilen Brennstoffen für das Starten und Herunterfahren eines Brenners.

laufen, sind von der Kumulation ausgenommen<sup>23</sup>. Kehrlichtverbrennungsanlagen und Sondermüllverbrennungsanlagen sind in der EU nicht im Emissionshandel eingeschlossen.

Tabelle 7: Kriterien für den Einbezug von Anlagen sowie die bestimmenden Treibhausgase. Annex 1 zu 2009/29/EG.  
 \* modifiziert mit der Vorgabe eines Schweizer Schwellenwerts von 10'000 t CO<sub>2</sub>e anstelle der 20 MW Grenze;  
 ° gemäss 2008/101/EG; CH-ETS: ✓ = eingeschlossen; ✗ = ausgeschlossen; ⊙ = in CH nicht vorhanden.

Produktionsprozess (Aktivität)	Schwellenwert	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	PFC	CH-ETS
Geologische Speicherung von Treibhausgasen	Keinen	■			✓
Salpetersäure	Keinen	■	■		✓
Adipinsäure	Keinen	■	■		⊙
Glyoxal / Glyoxylsäure	Keinen	■	■		⊙
Ammoniak	Keinen	■			⊙
Sodaasche / Natriumcarbonat	keinen	■			✓
Metallerz-Verhüttung (inkl. Sulfiderz)	keinen	■			⊙
Hüttenaluminium (Elektrolyse)	keinen	■		■	⊙
Raffinerien	keinen	■			✓
Kokereien	keinen	■			⊙
Zellstoffe aus Holz	keinen	■			⊙
Flugverkehr	° > 10'000 t CO <sub>2</sub> e	■			✗
Flugverkehr	° > 5'700 kg Gewicht	■			✗
Stahl und Eisenhütten	2,5 t / h	■			✓
Eisen- und Stahlverarbeitung	* 10'000 t CO <sub>2</sub> e	■			✓
Recyclingaluminium	* 10'000 t CO <sub>2</sub> e	■			✓
Buntmetall Produktion	* 10'000 t CO <sub>2</sub> e	■			✓
Steinwolle	20 t / Tag	■			✓
Gips / Gipskartonplatten	* 10'000 t CO <sub>2</sub> e	■			✓
Papier und Pappe	20 t / Tag	■			✓
Elektrizitäts- und Heizkraftwerke inkl. WKK	* 10'000 t CO <sub>2</sub> e	■			✓
Wasserstoff	25 t / Tag	■			✓
Zementproduktion (andere Öfen)	50 t / Tag	■			✓
Kalkproduktion (Dolomit / Magnesit)	50 t / Tag	■			✓
Ziegeleien / Keramik	75 t / Tag	■			✓
Petrochemische Grundchemikalien	100 t / Tag	■			⊙
Zementproduktion (Drehrohröfen)	500 t / Tag	■			✓

<sup>23</sup> Kommentare zu Annex I in 2009/29/EG, die 2003/87/EG ergänzt.

Eine genauere Definition der Systemgrenze für die Bestimmung der Anlagegrösse findet sich in Abschnitt 4 und Annex 8 der weiterführenden EU-Leitlinie<sup>24</sup> zur Direktive 2003/87/EG vom 22. Dezember 2005.

### 1.2.3 Der Schweizer Schwellenwert bei 10'000 t CO<sub>2</sub>e Emissionen

Gemäss der Aufgabenstellung soll in dieser Studie von einem Schwellenwert von 10'000 t CO<sub>2</sub>e pro Jahr ausgegangen werden, über dem Unternehmungen in der Schweiz in das ETS einbezogen werden. Im weiteren Verlauf der Studie sind wir davon ausgegangen, dass sich dieser Schwellenwert an den fossilen Anteilen der Emissionen bemisst. Entsprechend der Definition der inputseitigen fossilen Kapazität entspricht dies Feuerungsanlagen mit einer Kapazität von 3 MW Output (Öl) resp. 5 MW (Gas). Diese Regelung sieht zwar dieselben Sektoren (siehe oben) vor, weicht jedoch mit ihrem absoluten Emissions-Schwellenwert von den Regeln der EU-Direktive 2009/29/EG ab, bei welcher der Einbezug nicht anhand der Emissionsfracht, sondern anhand der Feuerungsleistung (MW) resp. der Produktionskapazität definiert wird.

Die Definition des absoluten Schwellenwerts für fossile Emissionen hat im Vollzug den Nachteil, dass bereits historische Emissionswerte aus einem kompatiblen Monitoring vorhanden sein müssen, diese aber erst rückblickend verifiziert werden können. Firmen mit grossen Feuerungsanlagen und grossen Biomasse-Anteilen sind unter Umständen nicht verpflichtet, Emissionen und Brennstoffverbrauch dem Bund zu berichten. Bei solchen Anlagen besteht insofern ein Graubereich, als dass der Schwellenwert überschritten werden könnte, ohne dass dies gemeldet wird.

Der absolute Schwellenwert führt dazu, dass die Frage des Einbezugs in den Emissionshandel mit konkreten Fragen der Emissionsberichterstattung verknüpft wird. Insbesondere bei der Ermittlung der Liste der Schweizer ETS Anlagen entsteht Interpretationsbedarf, wenn eine Anlage zwar Abfälle verbrennt, jedoch nicht als KVA oder Sondermüllverbrennungsanlage bezeichnet werden kann. Für diese Fälle hat die EU-Kommission klargestellt, dass Brennstoffe, die als Sondermüll klassiert sind, mit einem Emissionsfaktor von 0 hinterlegt werden können. Für alle anderen Abfallkategorien gilt das in den Monitoring Leitlinien dargelegte Vorgehen zur Ermittlung von Energiegehalt und Emissionsfaktoren.

---

<sup>24</sup> KOM(2005) 703 final, "Further guidance on allocation plans for the 2008 to 2012 trading period of the EU Emission Trading Scheme" vom 22.12.2005.

### 1.3 EU-Kriterien für den optionalen Aus- und Einschluss

Jeder Mitgliedstaat muss eine Liste der Anlagen melden, die aufgrund der Kriterien in das EU-ETS einbezogen werden sollen. Um kleine Anlagen nicht unverhältnismässig zu belasten, sieht Artikel 27 der Richtlinie vor, dass Staaten Kleinemittenten vom Emissionshandel ausschliessen können, falls diese:

- Nachgewiesenermassen weniger als 25'000 t CO<sub>2</sub>e pro Jahr emittieren, bei einer maximalen inputseitigen fossilen Kapazität von 35 MW, und
- durch den Ausschluss von Regulierungen mit vergleichbarem Emissionsreduktions-Effekt betroffen sind (z.B. CO<sub>2</sub>-Abgabe mit ausreichend hohem Abgabesatz).

Die Mitgliedstaaten können hingegen auch entscheiden, Anlagen die unter die in Annex 1 aufgeführten Schwellenwerte fallen in den Emissionshandel einzuschliessen. Diese Entscheidung muss dabei „im speziellen Auswirkungen im Binnenmarkt, mögliche Marktverzerrungen und die ökologische Integrität des EU-ETS, sowie die Zuverlässigkeit des geplanten Monitoring- und Reporting-Systems“ berücksichtigen. Diese Entscheidung eines Mitgliedstaates muss letztlich von der EU-Kommission im Rahmen eines Kommitologieprozesses abgesegnet werden<sup>25</sup>.

Der beschriebene Opt-in-Mechanismus wurde in Phase 1 von sechs Mitgliedstaaten angewendet: Lettland, Litauen, Finnland, Slowenien, Schweden und Österreich. Da der Prozess für die Zustimmung einer Opt-in-Regelung als zu schwerfällig kritisiert wurde, wurden Stimmen von Mitgliedstaaten laut, die eine Behandlung der Opt-in-Entscheidungen durch einen einfacheren Prozess fordern, als dies mittels eines Kommitologieprozesses möglich ist. In der revidierten EU-ETS Richtlinie wurde jedoch an der Bedingung eines Kommitologieprozesses für Phasen 2 und 3 festgehalten<sup>26</sup>.

Zusätzlich zum Einschluss von weiteren Anlagen haben die Mitgliedstaaten gemäss Artikel 24 der Richtlinie 2009/29/EG auch die Möglichkeit des einseitigen Einbezugs zusätzlicher Tätigkeiten. Dies muss jedoch von der EU-Kommission genehmigt werden, wobei Aspekte der Wettbewerbsverzerrung, Wirksamkeit und Zuverlässigkeit der Messung berücksichtigt werden müssen.

---

<sup>25</sup> Artikel 23 und 24 der Richtlinie 2003/87/EC.

<sup>26</sup> Artikel 23 der Richtlinie 2009/29/EC.

## 1.4 Fazit

Die Definition der Systemgrenzen für die gemeldeten Emissionen unterscheidet sich in der EU wesentlich von der für den Schwellenwert herangezogenen Definition (Tabelle 8). Da für die in dieser Studie betrachteten „Modell-Regeln“ der Schwellenwert nach dem schweizerischen Vorschlag über die jährlichen Emissionen definiert wird, können die in den EU-Regeln gemachten Definitionen des Schwellenwerts aus der weiteren Analyse ausgeklammert werden.

*Tabelle 8: Zusammenfassung und Gegenüberstellung der Systemgrenzen zur Ermittlung der Emissionen sowie des für den Einbezug relevanten Schwellenwertes.*

Ebene	Emissionen	Schwellenwert
Anlage	Alle Tätigkeiten aus der Liste.	Eine einzelne Tätigkeit, resp. Gruppe mehrerer Tätigkeiten derselben Kategorie.
Tätigkeit	Alle Emissionen die der Tätigkeit zuzuordnen sind.	Alle mit der Tätigkeit verbundenen Einheiten.
Einheit	Alle technischen Einheiten und Brennstoffe, die Emissionen verursachen (Emissionsquellen).	Nur technische Einheiten, die - 3 MW Leistung aufweisen, und - nur Biomasse verbrennen

Der Schweizer Schwellenwert bei 10'000 t CO<sub>2</sub>e Emissionen pro Jahr muss im Geiste des Monitorings resp. der Systemgrenzen gemäss Direktive 2009/29/EC verstanden werden. Für die Erstellung der Liste der Schweizer Anlagen aus den Daten des EnAW Monitorings müssen die Emissionsdaten entsprechend der abweichenden Systemgrenzen korrigiert werden.

Der Schweizer Schwellenwert von 10'000 t CO<sub>2</sub>e unterscheidet sich von den in der EU geltenden Regeln. Seine Anerkennung im Falle einer Verknüpfung muss auf bilateralem Weg mit der EU verhandelt werden.

Im Gegensatz zur Vernehmlassungsvorlage zum revidierten CO<sub>2</sub>-Gesetz ist die Verbrennung von Sonder- und Siedlungsabfällen in den „Modell-Regeln“ vom Emissionshandel ausgenommen.

Im Hinblick auf die gegenwärtige Schweizer Praxis bezüglich der Monitoring Leitlinien 2007 / 2011 ist folgender Anpassungsbedarf abzusehen:

- Qualitätsanforderungen an Emissionsmessung und –berichterstattung erhöhen.
- Die Emissionen werden den Anlagen nach dem Verursacherprinzip zugeordnet. Wärme und Elektrizität ist nicht emissionswirksam für den Bezüger.

- Regelungen betreffend Abgrenzung Wärme-Kraft-Kopplung<sup>27</sup>
- Einbezug von Emissionen aus Fernwärme<sup>27</sup>
- Korrektur Heizgradtage<sup>27</sup>
- Korrektur Zielvereinbarung (Frachtzielkorrektur)<sup>27</sup>
- Ggf. Emissionsfaktoren<sup>27</sup>

---

<sup>27</sup> BAFU/BFE. Vollzugsweisung: Verpflichtungen und Zielvereinbarungen vom 2. Juli 2007 an die EnAW.

## 2 Liste der Schweizer Anlagen (LSA)

Die oben diskutierten Systemgrenzen werden festlegen, welche Anlagen nach 2012 dem Schweizer Emissionshandelssystem unterliegen werden. Anhang II enthält eine Tabelle mit einer vorläufigen<sup>28</sup> Liste von Branchen mit ihren Anlagen, die am Schweizer ETS verpflichtend oder freiwillig teilnehmen würden. In den folgenden Abschnitten wird erörtert:

- Anhand welcher Daten die Liste erstellt wurde.
- Wie sich die Kriterien zum Einbezug von Unternehmen von der aktuellen NAP-Tabelle unterscheiden.
- Welche Unsicherheiten und Vereinfachungen in die Erstellung der Liste eingeflossen sind.

Aus Gründen der Einfachheit und um Verwechslungen mit dem aktuellen Schweizer Allokationsplan zu vermeiden, nennen wir die Liste im Anhang *Liste der Schweizer Anlagen* (LSA).

### 2.1 Datenbasis zur Erstellung der LSA

Wir haben die LSA auf Grundlage der Emissionsdaten des Jahres 2008 der nach Angaben der EnAW momentan im Schweizer ETS erfassten Unternehmen erstellt. Diese EnAW-Daten von 2008 beinhalten jedoch nicht alle Angaben um zu ermitteln, welche Schweizer Anlagen nach 2012 unter das schweizerische ETS fallen würden.

Zur Erstellung der LSA wurden folgende Datenquellen herangezogen:

- **Die EnAW-Datenbank der Emissionen des Jahres 2008 der am CH-ETS teilnehmenden Unternehmen.**

Die EnAW-Datenbank enthält alle Unternehmen, die sich zu Emissionsminderungen verpflichtet haben (Verpflichteter) sowie Unternehmen, welche die Brennstoffabgabe zahlen, obwohl sie am EnAW-Energiemodell teilnehmen und nicht am CH-ETS teilnehmen (Zielvereinbarer). Hinsichtlich der Tabelle von Unternehmen mit verbindlichen

---

<sup>28</sup> Die Liste ist erstellt worden, um dem BAFU eine Vorstellung zu geben, welche Anlagen die neuen Systemgrenzen enthalten könnten. Die Liste basiert auf den in diesem Bericht beschriebenen Daten und Methoden. Die Autoren sind der Meinung, dass damit die meisten Anlagen erfasst sind, die ab 2013 dem Schweizer ETS unterliegen dürften. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass einige wenige Anlagen nicht berücksichtigt wurden, oder andere aufgenommen wurden, die schließlich nicht vom Schweizer ETS erfasst werden.

Emissionszielen unterscheidet sich die EnAW-Datenbank kaum vom Schweizer Nationalen Allokationsplan (NAP), der auf der Webseite des BAFU zur Verfügung steht.

- **Die Datenbank des Schadstoffregisters SwissPRTR<sup>29</sup>**  
 Diese Daten wurden zur Prüfung der grössten CO<sub>2</sub>-Emittenten verwendet (der CO<sub>2</sub>-Ausstoss muss nur dann angegeben werden, wenn er über 100'000 Tonnen liegt) sowie um Anlagen zu erfassen, die nicht am EnAW-Energiemodell teilnehmen.
- **Jahresstatistik des Verbands Fernwärme Schweiz**  
 Disaggregation gemäss Anhang III.
- **Der Schweizer National Inventory Report (NIR) 2009 zuhanden der UNFCCC**  
 Die Daten aus diesem Bericht wurden verwendet, um die top-down-Emissionen der CO<sub>2</sub>- oder N<sub>2</sub>O-Prozesse in denjenigen Sektoren zu ermitteln, die innerhalb der Systemgrenzen liegen. Die EMIS-Kommentare, die dem Schweizer NIR zugrunde liegen, wurden für die Emissionen auf Unternehmensebene herangezogen.
- **Gezielte Anfragen bei ETS-teilnehmenden Unternehmen und Industrieverbänden**  
 Wir haben Prozessemissionsdaten direkt bei emissionshandelsteilnehmenden Anlagenbetreibern angefragt. Die Daten wichen – vor allem wegen anderer zugrunde gelegter Emissionsfaktoren – oft erheblich von den NIR-Daten ab. Ausserdem haben wir weitere Firmen angesprochen, um herauszufinden, ob es weitere, von den oben genannten Datenquellen nicht erfasste Emittenten, gibt.

## 2.2 Bereinigung der EnAW-Daten von 2008

Um die LSA für das CO<sub>2</sub>-Gesetz nach 2012 zu erstellen, wurden die oben genannten Datenquellen kombiniert und bereinigt.

Ausgangsbasis waren die Emissionsdaten des Jahres 2008 derjenigen Unternehmen, die sich zu Emissionsminderungen verpflichtet haben, d.h. die Datenbank der EnAW. Geplante neue Installationen und erwartete Schliessungen bis 2012 wurden nicht berücksichtigt.<sup>30</sup>

Wegen der Unterschiede hinsichtlich des Einbezugs von Anlagen zwischen dem bestehendem und dem für nach 2012 geplanten CH-ETS müssen die Daten aus der EnAW-Datenbank erheblich korrigiert werden, um ein realistisches Bild zu erhalten.

---

<sup>29</sup> <http://www.bafu.admin.ch/chemikalien/prtr/abfrage/>

<sup>30</sup> Die Papierfabrik Borregaard wurde aus der Liste gelöscht, da sie bereits stillgelegt wurde.

### **Abzug des Fernwärme-Anteils**

Im gegenwärtigen CH-ETS werden die „upstream“<sup>31</sup>-Emissionen aus Fernwärme auf die Emissionen der dem ETS unterliegenden Unternehmen angerechnet, d.h. Fernwärme-Erzeuger unterliegen derzeit nicht direkt dem CH-ETS. Da dies nicht den obgenannten Buchführungsprinzipien betreffend der Systemgrenzen entspricht, haben wir zunächst die „upstream“-Emissionen aus Fernwärme von den EnAW-Daten abgezogen. Da diese in den EnAW-Daten separat aufgeführt werden, konnten sie ohne Aufwand herausgerechnet werden.

### **Einbeziehung industrieller Müllverbrennung (ungefährlicher Abfall)**

Im CH-ETS wird den Emissionen aus alternativen fossilen Brennstoffen ein Emissionsfaktor von Null zugewiesen (die Zementindustrie bildet eine Ausnahme). Die post-2012 EU-ETS-Richtlinie schliesst jedoch nur städtische und Sondermüll-Verbrennungsanlagen vom Emissionshandel aus. Wenn eine Anlage aber hauptsächlich fossile Regelbrennstoffe verfeuert und nur einen kleinen Anteil sekundärer Abfallbrennstoffe, wird den durch die Verbrennung der Abfälle entstehenden Emissionen in der Monitoring-Phase ein Emissionsfaktor von Null zugewiesen.

Für die Zwecke dieser Studie wurde allen alternativen fossilen Brennstoff-Kategorien, die hauptsächlich aus als Sondermüll<sup>32</sup> eingestuftem Abfällen bestehen, ein Emissionsfaktor von Null zugewiesen. Die bei der Verbrennung aller anderen ungefährlichen Abfälle entstehenden Emissionen sind in unseren Berechnungen enthalten.<sup>33</sup>

### **Einbeziehung von Prozessemissionen**

Die EnAW-Datenbank enthält nur Emissionen aus Verbrennungsprozessen. Die Modellregeln des schweizerischen ETS nach 2012 umfassen auch Prozessemissionen (CO<sub>2</sub>, aber auch N<sub>2</sub>O und PFC) aus bestimmten industriellen Prozessen<sup>34</sup>, die nicht der Verfeuerung fossiler Brennstoffe entstammen. In der Schweiz fallen nur bei der Herstellung von Zement, Backstein, Kalk, Stahl,

---

<sup>31</sup> Vorgelagerte, ausserhalb der betrachteten Unternehmungen bei Drittfirmen stattfindende Emissionen, z.B. bei der Produktion von Wärme und Strom.

<sup>32</sup> Entscheidung der Kommission, 2000/532/EG. Die Auflistung von Sondermüll in dieser Entscheidung ist weder vollständig kompatibel noch auf derselben Aggregationsstufe dargestellt, wie die Kategorie der alternativen Brennstoffe in den EnAW-Daten. Folgende Kategorien innerhalb der alternativen Brennstoffe wurden mit einem Emissionsfaktor von 0 belegt, da sie voll oder überwiegend in die genannte Liste fallen: Destillationsrückstände, Lösungsmittel und Ölschlämme. Für die Schweiz könnte eine andere Regelung für Sondermüll gelten; diese Frage muss in den Verhandlungen geklärt werden.

<sup>33</sup> Die bei der Verbrennung alternativer fossiler Brennstoff entstehenden Emissionen sind in den EnAW-Daten enthalten. Die Emissionsfaktoren wurden von BAFU zur Verfügung gestellt.

<sup>34</sup> Richtlinie 2009/29/EG, Anhang 1 und Tabelle 6 in Abschnitt 1 dieser Studie.

Ammoniak und Salpetersäure Prozessemissionen an. Die aggregierten Daten für diese Emissionen des Jahres 2007 sind im Schweizer National Inventory Report (NIR) enthalten.

Die EMIS-Kommentare zum Schweizer NIR enthalten die Daten für einzelne Unternehmen. Diese Daten haben wir mit jenen verglichen, die uns die Unternehmen direkt zur Verfügung gestellt haben. Wegen unterschiedlicher zugrunde gelegter Emissionsfaktoren unterschieden sich die Daten teilweise erheblich voneinander. Für diese Studie haben wir die Daten der EMIS-Kommentare verwendet. Aus Gründen der Vertraulichkeit können wir die Prozessemissionsdaten einzelner Unternehmen jedoch nicht offen legen.

Von den CO<sub>2</sub>-Prozessemissionen haben wir in dieser Studie die bei der Herstellung von Zement, Backstein, Kalk und Stahl anfallenden Emissionen berücksichtigt, da es sich dabei oft um erheblichen Emissionsmengen handelt. Die bei der Herstellung von Ammoniak entstehenden CO<sub>2</sub>-Prozessemissionen wurden in dieser Studie nicht berücksichtigt, da die Schweizer Gesamtemissionen in diesem Bereich nur bei 270 Tonnen liegen; diese Menge dürfte keinen Einfluss auf das Ergebnis der vorliegenden Studie haben.

Von den Prozessemissionen anderer Gasen ausser CO<sub>2</sub>, die durch das EU-ETS abgedeckt werden, fallen in der Schweiz nur die bei der Herstellung von Salpetersäure entstehenden N<sub>2</sub>O-Emissionen an. In der Schweiz werden keine Adipinsäure, Glyoxal- und Glyoxylsäure hergestellt, den drei anderen von den betrachteten Modellregeln des CH-ETS post 2012 abgedeckten Prozesse, bei denen N<sub>2</sub>O ausgestossen wird. Die bei der Aluminiumherstellung entstehenden PFC-Emissionen sind während der letzten zehn Jahre verschwunden, da die Herstellungsprozesse, die diese Emissionen verursacht haben, in der Schweiz nicht mehr eingesetzt werden.

### **Berechnung der Emissionsdaten pro Anlage**

Die EnAW-Datenbank stellt die Emissionen pro Unternehmen und nicht pro Anlage dar, wie das für die betrachteten Schweizer Modell-Regeln nach 2012 gefordert ist. Ausserdem ist es im gegenwärtigen CH-ETS möglich, dass sich mehrere Unternehmen zu einem gemeinsamen Emissionsminderungsziel verpflichten, und einen gemeinsamen Eintrag in der EnAW-Datenbank haben. Eigentlich müsste man die Gruppenemissionen nach einzelnen Unternehmen getrennt darstellen, aber ohne unternehmensspezifische Daten ist dies nicht möglich. Deswegen sind die Gesamtemissionen eines Unternehmens durch die Anzahl der Anlagen geteilt worden.<sup>35</sup>

---

<sup>35</sup> Diese Vereinfachung erscheint in dieser frühen Phase der Vorbereitung des post-2012 ETS akzeptabel. Ihre Auswirkung auf die LSA wird in den folgenden Kapiteln erörtert.

## Ergänzungen zur EnAW-Datenbank

Die EnAW-Datenbank enthält alle Unternehmen, die sich zu Emissionsminderungen verpflichtet haben (Verpflichteter) sowie Unternehmen, die am EnAW-Energiemodell, aber nicht am CH-ETS teilnehmen (Zielvereinbarer). Fernwärme-Anlagen sind nicht darin enthalten.

- **Fernwärme-Anlagen:** Der Verband Fernwärme Schweiz stellt eine Liste der wichtigsten Fernwärme-Erzeuger der Schweiz zur Verfügung. Die Daten wurden durch die Nachfrage bei den grössten Produzenten überprüft. Dabei wurden einige Anlagen ermittelt, die nicht auf der Liste des Verbandes aufgeführt sind. Wärmekraftwerke, die hauptsächlich Siedlungsabfälle verbrennen, wurden nicht berücksichtigt, da sie ausdrücklich vom ETS nach 2012 ausgeschlossen sind. Eine detaillierte Erörterung des Fernwärmesektors und seines Einbezugs gemäss Modell-Regeln findet sich in Anhang III.
- Die in der EnAW-Datenbank nicht enthaltenen zwei Schweizer Erdö Raffinerien wurde zur LSA hinzugefügt. Diese Emissionen sind in der PRTR-Datenbank enthalten.<sup>36</sup> Die diffusen Emissionen der Raffinerien sind nicht berücksichtigt.
- Die Suche nach Anlagen, die mehr als 5'000 Tonnen CO<sub>2</sub> emittieren und sich zur Zahlung der Brennstoffabgabe entschlossen haben, aber nicht am EnAW-Energiemodell teilnehmen, ergab nur sehr begrenzte Ergebnisse. Solche Firmen dürften hauptsächlich im Dienstleistungssektor anzutreffen sein, mit auf verschiedene Standorte verteilten Anlagen. Pro Gebäude sind deren Emissionen vernachlässigbar niedrig. Im industriellen Sektor konnten lediglich Hersteller von Isolierungsmaterial als solche ermittelt werden, deren Anlagen eventuell über 5'000 Tonnen CO<sub>2</sub> emittieren könnten. Nachforschungen bei diesen Unternehmen ergaben jedoch, dass deren Emissionen deutlich darunter liegen. Ausserdem ist damit zu rechnen, dass die meisten nicht dem CH-ETS unterliegenden Industrieunternehmen wegen der Anhebung der Brennstoffabgabe auf 36 CHF ab dem 1. Januar 2010 eine Befreiung von dieser Abgabe beantragen werden. Die EnAW schätzt, dass der Anteil der Industrieanlagen, die momentan weder im NAP noch im EnAW-Energiemodell erfasst sind, höchstens einige Prozent der gesamten Schweizer Industrieproduktion ausmacht.

Abschliessend wurde die Tabelle nach Branchen sortiert. Auf der Grundlage der anlagen-, nicht der unternehmensspezifischen Daten, gibt die Spalte „Branche“ der Tabelle an, in welchen Branchen Anlagen existieren, welche die Bedingungen für einen obligatorischen Einbezug ins ETS erfüllen

---

<sup>36</sup> <http://www.bafu.admin.ch/chemikalien/prtr/index.html?lang=de>

(„> 25'000 t CO<sub>2</sub>“ und „10'000 – 25'000 t CO<sub>2</sub>“) und welche ein freiwilliges Opt-in anstreben könnten („5'000 – 10'000 t CO<sub>2</sub>“) oder darunter liegen („<5'000 t CO<sub>2</sub>“). Abbildung 7 zeigt den gewählten Ansatz bei der Erstellung der LSA, die ab 2013 gemäss den Modell-Regeln dem Schweizer ETS unterliegen dürften.

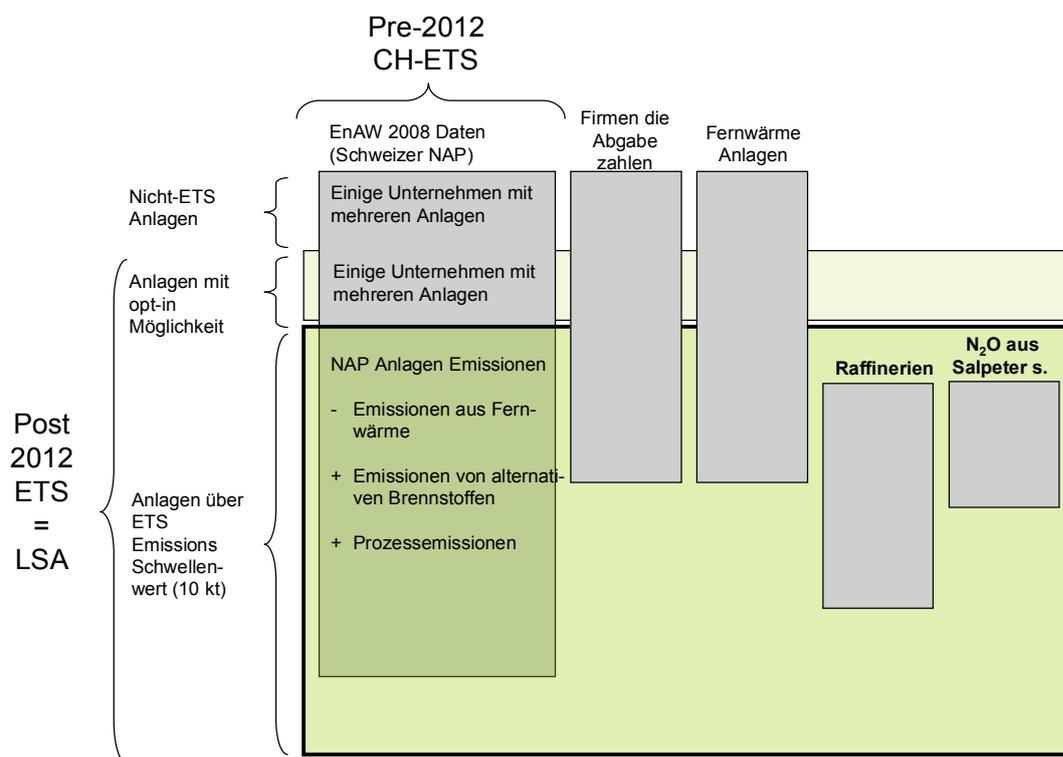


Abbildung 7: Verhältnis der aktuellen NAP-Tabelle und der vorläufigen LSA.

## 2.2.1 Vereinfachungen und Unsicherheiten

Der gewählte Ansatz zur Erstellung der LSA beruht auf einer Reihe von Vereinfachungen und Unsicherheiten:

- Die Tabelle enthält eine Mischung von Emissionsdaten der Jahre 2007 und 2008. Für eine kleine Anzahl von Emissionskategorien, besonders für die PRTR-Daten und die Prozessemissionen, lagen die Zahlen für das Jahr 2008 bei Redaktionsschluss noch nicht vor.
- Das Emissionsniveau von Anlagen könnte sich zwischen 2008 und 2012 ändern, u.a. wegen:
  - der Verbesserungen der Energieeffizienz

- einer Zu- oder Abnahme der Produktion
- der prozentualen Veränderung der Anteile der verwendeten Brennstoffe (z.B. Biomasse, Abfall etc.)

Solche Veränderungen können zur Folge haben, dass einzelne Anlagen nicht mehr dem CH-ETS unterliegen oder ab 2012 emissionshandelspflichtig werden.

- Für Unternehmen mit mehreren Anlagen wurden die Emissionen pro Anlage durch Division der Gesamtemissionen des Unternehmens mit der Anzahl seiner Anlagen errechnet. Dadurch könnte es passieren, dass Unternehmen aus dem ETS „herausfallen“, selbst wenn eine grosse emissionsintensive Anlage dabei ist, die eigentlich emissionshandelspflichtig wäre. Andererseits könnte es passieren, dass ein Unternehmen mit zwei sehr grossen und mehreren sehr kleinen Anlagen durch die Durchschnittsbildung mit mehr Anlagen in der Liste auftaucht als tatsächlich emissionshandelspflichtig wären. Man kann davon ausgehen, dass diese beiden möglichen Fälle sich in ihrem Effekt gegenseitig ungefähr ausgleichen. Da es darum geht, die Anzahl der nach 2012 emissionshandelspflichtigen Anlagen annähernd zu ermitteln und nicht darum, einen präzisen NAP zu erstellen, scheint diese Vereinfachung zweckmässig.
- Es besteht eine erhebliche Diskrepanz zwischen den von vielen Industrieunternehmen angegebenen, und den in den EMIS-Kommentaren enthaltenen Prozessemissionen. Über die Produktionszahlen dieser Unternehmen scheint jedoch relative Einigkeit zu bestehen. Die Diskrepanz zwischen Emissionsdaten ist daher auf unterschiedliche Emissionsfaktoren zurückzuführen. Die Höhe der Prozessemissionen könnte sich erneut ändern, sobald der Standardemissionsfaktor für Monitoring- und Berichterstattungszwecke des künftigen ETS festgelegt und auf die Produktionszahlen angewendet wird.
- Alle grossen städtischen Abfallverbrennungsanlagen blieben in der Studie unberücksichtigt. Es könnte theoretisch sein, dass solche Anlagen auch fossile Brennstoffe verbrennen, die keine Abfälle darstellen, so dass ihre Einbeziehung ins ETS berechtigt wäre.
- Geplante neue Installationen wurden ebenfalls nicht berücksichtigt.

## 2.2.2 Ergebnisse

Tabelle 9 – die für Unternehmen und Anlagen den Einbezug heute und nach 2012 mit den neuen Systemgrenzen vergleicht – zeigt, dass das rechnerische Verteilen der Emissionen pro Unternehmen auf deren Anlagen die Anzahl der Unternehmen (und Anlagen) erhöht, die unter der Schwelle von 5'000 Tonnen CO<sub>2</sub> liegen. Vor der Umrechnung lag keines der Unternehmen unter

der Schwelle, da Emissionen von mehr als 5'000 Tonnen CO<sub>2</sub> das Kriterium für den Einbezug in die Ausgangsliste war.

Bemerkenswerterweise verschiebt sich die Mehrzahl der Anlagen deutlich zu den niedrigeren Emissionsklassen. Das ist keine ungewöhnliche Entwicklung, da die Berichtseinheit nach Kategorien aufgeteilt wird. Die grosse Anzahl von Anlagen und Firmen in der Emissionsklasse unter 5'000 Tonnen CO<sub>2</sub> ergibt sich vor allem durch einige Fernwärmeerzeuger, deren Gesamtemissionen über 5'000 Tonnen CO<sub>2</sub> liegen, die aber viele kleine Anlagen betreiben, die deutlich unter dieser Schwelle liegen.

Derselbe Effekt des Verschiebens hin zu den niedrigeren Emissionsklassen ist auch auf Unternehmensebene zu beobachten, wenn auch in geringerem Ausmass. Hier fällt auf, dass die Anzahl der Unternehmen in der Emissionsklasse zwischen 5'000 und 10'000 Tonnen CO<sub>2</sub> steigt. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die meisten Fernwärme-Erzeuger, die zur Ausgangsliste der EnAW hinzugefügt wurden, eine einzelne Anlage darstellen auf die sich die Emissionen beziehen, und nicht mehrere Anlagen.

Tabelle 9: Anzahl der Anlagen und Firmen aufgliedert nach Emissionsklassen in kt CO<sub>2</sub>.

Emissionen (Mt)	> 25	10 - 25	5 - 10	< 5
Anlagen vor 2012 (EnAW)	49	86	93	0
Anlagen nach 2012 (diese Studie)	31	28	72	385
Firmen vor 2012 (EnAW)	24	29	45	0
Firmen nach 2012 (diese Studie)	21	22	52	43
Volumen in Mt. nach 2012 (diese Studie)	4,9	0,49	0,5	0,4

Wenn sich die Struktur der Schweizer Industrie nicht entscheidend ändert, würde das bedeuten, dass nur 31 Schweizer Anlagen oberhalb der EU-ETS „Opt-out“ Schwelle von 25'000 Tonnen CO<sub>2</sub> liegen. Das Opt-out würde der Schweiz Handlungsspielraum lassen, wie sie mit den restlichen Anlagen verfahren will. Die in dieser Studie betrachteten Modell-Regeln für das CH-ETS nach 2012 würde Anlagen mit über 10'000 Tonnen CO<sub>2</sub> umfassen, und Anlagen zwischen 5'000 und 10'000 Tonnen CO<sub>2</sub> die Möglichkeit zum Opt-in bieten (siehe Kapitel 1 Systemgrenzen.)

Ob diese niedrigere Grenze für die Emissionshandelspflicht Auswirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit der im europäischen Raum tätigen Schweizer Unternehmen haben würde, hängt einerseits davon ab, welche Massnahmen die EU-Mitgliedsländer für die Sektoren beschliessen, die nicht dem EU-ETS unterliegen, und andererseits vom Prozentsatz kleinerer Schweizer Unternehmen, die eventuell wegen „Carbon Leakage“ von einer kostenlosen Zuteilung profitieren würden.

Wenn die EU für die Sektoren ausserhalb des EU-ETS eine CO<sub>2</sub>-Abgabe einführen würde,<sup>37</sup> könnten Schweizer Anlagen mit einer kostenlosen Zuteilung durch die Teilnahme am ETS sogar einen Vorteil gegenüber der Zahlung der Abgabe haben<sup>38</sup>. Dies wäre allerdings nur dann der Fall, wenn die MRV-Kosten und die internen Kosten für die Teilnahme am ETS auf gemässigtem Niveau bleiben.

Die Lage könnte anders sein, wenn Schweizer Unternehmen alle oder die meisten Emissionsrechte durch Versteigerungen erwerben müssten. In Kapitel 3 werden wir sehen, dass die meisten Schweizer Unternehmen jedoch Sektoren zugeordnet sind, die zu Carbon Leakage neigen. Unter diesen Umständen sollte eine niedrigere Grenze für die Emissionshandelspflicht kein Nachteil für Schweizer Unternehmen sein – im Gegenteil. In manchen Fällen könnten sie dadurch einen Vorteil gegenüber EU-Konkurrenten bekommen, die zu Hause eine CO<sub>2</sub>-Abgabe bezahlen müssen.

---

<sup>37</sup> In Schweden gibt es z.B. eine solche Steuer. Während seiner EU-Ratspräsidentschaft (Juli-Dezember 2009) wird das Land eine einheitliche CO<sub>2</sub>-Steuer für die nicht emissionshandelspflichtigen Sektoren auf die Agenda setzen.

<sup>38</sup> Wir lassen den Effekt, den die Umverteilung der Abgabe haben könnte, aussen vor und gehen davon aus, dass sowohl die Abgabe als auch die Kosten für EUAs für die Anlagen reine Kosten sein werden, weil die Umverteilung der Abgabe in der EU nicht diskutiert wurde und weil die einzelnen EU-Mitgliedsländern selbst über die Verwendung der Einnahmen aus den Versteigerungen entscheiden.

## 3 Carbon Leakage

### 3.1.1 Regeln betreffend Carbon Leakage im EU-ETS

Die revidierte EU-ETS Richtlinie für die Zeit von 2013 bis 2020 verlangt, dass die EU-Kommission in Zusammenarbeit mit den Mitgliedstaaten Subsektoren identifiziert, die als besonders gefährdet gelten, ihre Produktion aufgrund der ETS-Kosten in ein Land ohne Emissionsregulierung zu verlagern (Carbon Leakage). Für Anlagen in solchen exponierten Sektoren sieht die revidierte Richtlinie eine kostenlose Zuteilungen von Emissionsrechten bis zu einem CO<sub>2</sub>-Effizienz-Benchmark im Jahr 2013, und allen nachfolgenden Jahren bis 2020 vor (siehe Kapitel 4 Versteigerung). Zusätzlich können Mitgliedstaaten unter bestimmten Bedingungen national finanzpolitische Massnahmen ergreifen, um die stromintensivsten Sektoren von den durch den Emissionshandel erhöhten Stromkosten zu entlasten.

Die finale Liste der exponierten Sektoren soll bis zum 31. Dezember 2009 festgelegt und alle fünf Jahre aktualisiert werden. Die Kommission ist in diesem Bestreben gegenwärtig so weit fortgeschritten, dass sie Ende April einerseits die Methode für die qualitative und quantitative Analyse, und andererseits eine vorläufige Liste der exponierten Sektoren vorlegen konnte. Diese Analyse wurde weiter verfeinert. Ein neuer Entwurf der Liste exponierter Sektoren wurde am 1. Juli 2009 an einem Stakeholder Meeting präsentiert<sup>39</sup>, zusammen mit einer qualitativen Analyse zu verschiedenen Sektoren. Diese vorläufigen Ergebnisse zu den von einem Carbon Leakage betroffenen Sektoren wurden als Grundlage für die vorliegende Studie verwendet.

Da sich die Wettbewerbssituation, und damit das Risiko für Carbon Leakage in der EU im Falle eines internationalen Klimaschutzabkommens in Kopenhagen ändern kann, soll die Kommission dem Parlament und dem Rat bis zum 30. Juni 2010 einen Bericht vorlegen, der die Situation der von einem Carbon Leakage betroffenen, energieintensiven Sektoren neu beurteilt. Darin sollen Vorschläge gemacht werden, ob zusätzliche Massnahmen aufgrund des Ausgangs der internationalen Verhandlungen getroffen werden müssen. Die Kommission kann, auf eigene Initiative hin oder auf Anlass eines Mitgliedstaates, einen Sektor oder Subsektor der Liste hinzufügen, wenn gezeigt werden kann, dass sich dieser aufgrund der Kriterien als von Carbon Leakage betroffen qualifiziert.

---

<sup>39</sup> [http://ec.europa.eu/environment/climat/emission/pdf/20090701\\_list\\_sectors.pdf](http://ec.europa.eu/environment/climat/emission/pdf/20090701_list_sectors.pdf)

### Kriterien im EU-ETS, welche die Gefährdung durch Carbon Leakage bestimmen

Artikel 10a der revidierten Direktive besagt, dass ein Sektor oder Subsektor durch Carbon Leakage gefährdet ist, wenn er einem der drei folgenden Fälle zugeordnet werden kann:

**Fall 1 „kombiniert“:** Wenn beide der folgenden Bedingungen zutreffen:

- **Substantieller Anstieg der Produktionskosten** durch die zusätzlichen durch die Umsetzung der Direktive anfallenden direkten und indirekten Kosten; berechnet als Anteil der Brutto-Wertschöpfung (Gross Value Added, GVA), mindestens 5 %;
- Die „**nicht EU-Handelsaktivität**“ ist **grösser als 10%**, definiert als das Verhältnis aus Gesamtexport in und –import aus nicht EU-Ländern und der Gesamtgrösse des EU-Binnenmarktes (Jahresumsatz plus Gesamtimporte).

**Fall 2 „ETS-Kosten“:** Wenn die zusätzlich durch die Umsetzung der Direktive anfallenden direkten und indirekten Kosten zu einem **besonders grossen Anstieg der Produktionskosten** führen würde; berechnet als Anteil der Brutto-Wertschöpfung (gross value added, GVA), mindestens 30%.

**Fall 3 „Handelsexposition“:** Wenn die „**nicht EU-Handelsaktivität**“, definiert als das Verhältnis aus Gesamtexport in und –import aus nicht EU-Ländern und der Gesamtgrösse des EU-Binnenmarktes (Jahresumsatz plus Gesamtimporte), grösser als 30% ist.

Im EU-ETS kann die Liste der Sektoren nach der Fertigstellung einer qualitativen Einschätzung anhand folgender Kriterien weiter ergänzt werden:

- Das Ausmass, in dem Reduktionen von Emissionen oder Stromverbrauch für individuelle Anlagen durchführbar sind, wobei die investitionsbedingte Steigerung der Produktionskosten durch die Reduktionsmassnahmen auf der Basis der effizientesten Technologie berücksichtigt wird.
- Marktcharakteristik (aktuelle und projektierte), wobei die Handelsexposition und der Anstieg direkter und indirekter Kosten berücksichtigt werden, falls sie nahe an den oben genannten Schwellenwerten liegen.
- Profitabilität als potentieller Indikator für langfristige Entscheidungen zu Investitionen und/oder Verschiebung des Produktionsstandortes.

### Methode zur Bestimmung der von Carbon Leakage betroffenen Sektoren im EU-ETS

Die Betrachtung der betroffenen Sektoren und Subsektoren im EU-ETS basiert auf der “Nomenclature of Economic Activities“ die 1970 durch die EU beschlossen und 1990 revidiert

wurde (NACE, 4-stellige Aggregationsstufe). Die Kommission benutzte die NACE Rev. 1.1 Nomenklatur, die der Referenzperiode besser entspricht.

Um die betroffenen Sektoren oder Subsektoren zu bestimmen, beurteilt die Kommission auf Länderebene, in welchem Masse es für Sektoren/Subsektoren möglich ist, direkte oder indirekte Kosten auf die Produktpreise zu überwälzen, ohne dabei Marktanteile an weniger CO<sub>2</sub>-effiziente Anlagen ausserhalb der EU zu verlieren. Direkte Kosten entstehen bei der Beschaffung der Emissionsrechte. Indirekte Kosten werden durch die Umsetzung der Direktive, z. B. durch höhere Strompreise, verursacht. Diese Beurteilung basiert auf Durchschnittspreisen von Emissionsrechten (gegenwärtig €30/t), sowie falls möglich, den Zahlen zu Produktion und Wertschöpfung der letzten drei Jahre für jeden Sektor/Subsektor. Insgesamt müssen alle 258 NACE Sektoren analysiert werden.

#### *Anlage – Bestimmung des Sektors und Datenquellen*

Im ersten Schritt der Analyse müssen die Anlagen einem NACE Sektor zugeordnet werden. Dazu werden die Emissions- und Firmendaten aus dem CITL (Community Independent Transaction Log) und der Wirtschaftsdatenbanken ausgewertet. Für Anlagen, die keinem Sektor zugeordnet werden konnten, werden der Mitgliedstaat und die Industrie konsultiert. Bis jetzt konnten 95% der im EU-ETS regulierten Emissionen einer NACE Bezeichnung auf dem detailliertesten<sup>40</sup>, vierstelligen Code-Level zugeordnet werden. 1% können auf dem dreistelligen Code-Level und 2% auf dem aggregierten zweistelligen Level zugeordnet werden. Für einen weiteren 1% konnte keine Zuordnung gemacht werden.

#### *Beurteilung der Exposition gegenüber CO<sub>2</sub>-Kosten*

Um die Exposition der Anlagen gegenüber den CO<sub>2</sub>-Kosten zu bestimmen, betrachtet die Kommission die berichteten Emissionen im EU-Register (CITL) und ordnet diese den NACE 4 Sektoren zu, wobei Bergbau und Steinbrüche (Sektion C) und Fabrikation (Sektion D) berücksichtigt werden. Um die CO<sub>2</sub>-Kosten zu berechnen, werden €30/t CO<sub>2</sub> angesetzt.

Die Daten zur Wertschöpfung sind für die meisten Sektoren nicht öffentlich zugänglich. Wenn das der Fall ist, werden die Daten lediglich auf ihre ordinale Lage im Bezug auf die Schwellenwerte offen gelegt: < 5%, zwischen 5% und 30% und > 30%. Der Brennstoffverbrauch ist auf der Ebene

---

<sup>40</sup> Analog zum in der Schweiz gebräuchlichen NOGA Codesystem werden die Subsektoren mit jeder Stelle des Zahlencodes weiter aufgegliedert und feiner eingeteilt.

der Mitgliedstaaten meistens vertraulich. Aus diesem Grund wurde er durch EUROSTAT aggregiert.

Bezüglich der indirekten Kosten hat die Kommission Input der Mitgliedstaaten erhalten. Wo kein Input eingegangen ist, wurde als Annäherung die Stromkäufe zu Hilfe genommen und ein Emissionsfaktor von 0,465 t CO<sub>2</sub> pro MWh angewendet.

Da die Prozessemissionen noch nicht im CITL erwähnt sind, werden in der EU im Verlauf dieses Jahres weitere Konsultationen durchgeführt um, (a) die Prozessemissionen zu bestimmen, (b) zu bestimmen wie mit ausgeschlossenen Anlagen zu verfahren ist, und (c) zu bestimmen wie nicht CO<sub>2</sub>-Gase behandelt werden.

### *Beurteilung der Handelsexposition*

Je nach Datenlage wurden für die Analyse bis zu fünf verschiedene Ansätze verfolgt. Für einige Sektoren, wo die Handelsexposition von speziellen Subsektoren oder deren CO<sub>2</sub>-Kosten durch Aggregation verschleiert wurden, musste eine disaggregiertere Analyse gemacht werden (PRODCOM<sup>41</sup> sechs- oder achtstellig). Wo keine Handelsdaten für vierstellige Subsektoren verfügbar waren, wurde die Analyse auf der nächst höher aggregierten dreistelligen Stufe durchgeführt. Einige Sektoren konnten aufgrund von Datenlücken nicht zu diesem Kriterium beurteilt werden.

### **Vorläufige Ergebnisse zu den betroffenen Sektoren im EU-ETS**

Die am 1. Juli präsentierten Resultate deuten an, dass vier Sektoren über dem 30%-Schwellenwert für die CO<sub>2</sub>-Kosten in Bezug auf die Wertschöpfung liegen, und sich deshalb als von Carbon Leakage betroffen qualifizieren. 30 Sektoren erhalten über 5% direkte und indirekte CO<sub>2</sub>-Kosten und könnten sich je nach Handelsintensität als betroffene Sektoren qualifizieren (siehe Abbildung 8 und Tabelle 10). Für 132 Sektoren wurde eine Handelsexposition von über 30% ermittelt, was diese ebenfalls qualifiziert (siehe Abbildung 9).

---

<sup>41</sup> *Prodcom ist eine Datenbank, die Statistiken über die Produktion von Gütern bereithält. Die europäische Produktionsstatistik basiert auf einer einheitlichen Güterklassifikation, die auch als Prodcom-Liste bezeichnet wird und insgesamt ca. 4'500 Produktkategorien umfasst. Jeder Produktkategorie ist ein bestimmter achtstelliger Code zugeordnet. Die ersten vier Stellen dieser Prodcom Codes entsprechen dem NACE Code des Wirtschaftszweiges.*

Tabelle 10: Gesamte CO<sub>2</sub>-Kosten an der Brutto-Wertschöpfung<sup>42</sup>.

	< 5%	>= 5% und < 30%	>= 30%	Total
Anzahl Sektoren	224	30	4	258

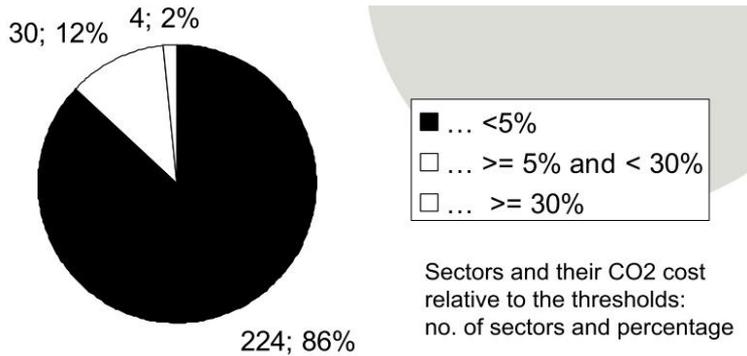


Abbildung 8: Zusammenfassung der Analyse zu CO<sub>2</sub>-Kosten im EU-ETS bezüglich der aufgestellten Schwellenwerte, Stand 1. Juli 2009<sup>43</sup>.

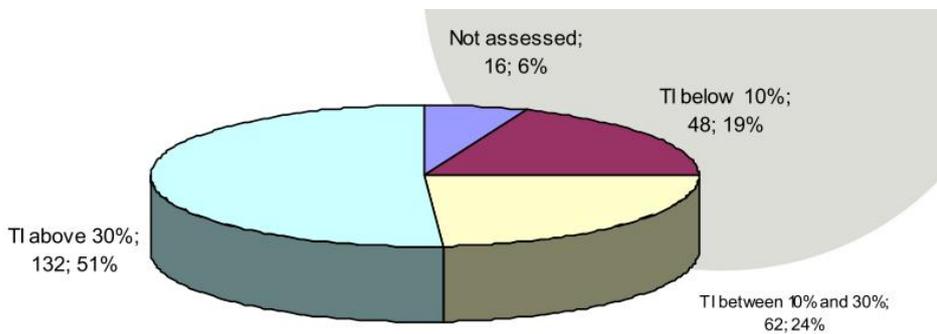


Abbildung 9: Zusammenfassung der Analyse zum Kriterium Handelsintensität im EU-ETS, Stand 1. Juli 2009<sup>44</sup>.

Da die Beurteilung auf dem vierstelligen NACE Detaillierungsgrad einzelne Produkte oder Produktgruppen auslassen kann, welche die quantitativen Kriterien erfüllen, wurde durch die

<sup>42</sup> [http://ec.europa.eu/environment/climat/emission/pdf/2009\\_07\\_01\\_carbon\\_leakage.pdf](http://ec.europa.eu/environment/climat/emission/pdf/2009_07_01_carbon_leakage.pdf)

<sup>43</sup> Quelle: [http://ec.europa.eu/environment/climat/emission/pdf/2009\\_07\\_01\\_pres\\_cl\\_results.pdf](http://ec.europa.eu/environment/climat/emission/pdf/2009_07_01_pres_cl_results.pdf)

<sup>44</sup> Quelle: [http://ec.europa.eu/environment/climat/emission/pdf/2009\\_07\\_01\\_pres\\_cl\\_results.pdf](http://ec.europa.eu/environment/climat/emission/pdf/2009_07_01_pres_cl_results.pdf)

Kommission eine zusätzliche Analyse durchgeführt, die auf den noch detaillierteren PRODCOM Codes auf sechs- resp. achtstelligem Code-Level basiert.

Im Stakeholder Meeting vom 1. Juli 2009<sup>45</sup> wurden bezüglich des qualitativen Assessments drei Fälle identifiziert:

- Sektoren, bei denen der Beweis erbracht wurde, dass sie der Gefahr eines Carbon Leakage ausgesetzt sind und ihren Produktionsstandort deswegen verlagern könnten (Textilveredelung, Holzpanel Produktion, Plastikproduktion);
- Sektoren, die noch weitere Analysen benötigen (Giessereien für Eisen, Stahl und Leichtmetalle);
- Sektoren, für die keinen Beweis gefunden werden konnte, dass sie der Gefahr eines Carbon Leakage ausgesetzt sind (Ziegeleien und Baumaterialien).

Die Resultate zu den europäischen Unternehmen deuten darauf hin, dass die überwiegende Mehrheit der Anlagen im industriellen Sektor ihre Emissionsberechtigungen bis zum Effizienz-Benchmark kostenlos zugeteilt erhalten.

Die vorliegende Studie bezieht sich auf diese vorläufigen Resultate – die noch immer die Zustimmung der Kommission benötigen – um die potentielle Anwendung der EU-Regelung auf den Schweizer Kontext zu analysieren.

### **3.1.2 Anwendung der Carbon Leakage Regeln in der Schweiz**

Um auf die Frage des Carbon Leakage in der Schweiz einzugehen, kann man prinzipiell zwei Ansätze verfolgen. Die erste Möglichkeit wäre, die Kriterien für die Bestimmung der Gefährdung durch Carbon Leakage sowie die oben beschriebene Methode der EU zu übernehmen und auf die Schweizer Anlagen anzuwenden. Das würde bedeuten, dass die Analyse, wie sie die EU gegenwärtig auf Gemeinschaftsebene durchführt, auch für die Schweiz gemacht wird. Das bedeutet, dass zusätzlich zu den Emissionsdaten vertrauliche Daten zur Wertschöpfung und Handelsaktivitäten, sowie Stromkäufe in der Schweiz erhoben werden müssten.

Die zweite Option wäre, dem EU-Ansatz der Klassifizierung zu folgen und dieselben Sektoren/Subsektoren als Carbon Leakage Sektoren zu bezeichnen. In Anbetracht der engen Integration der Schweizer Wirtschaft im europäischen Wirtschaftsraum und der Tatsache, dass die

---

<sup>45</sup> [http://ec.europa.eu/environment/climat/emission/pdf/2009\\_07\\_01\\_carbon\\_leakage.pdf](http://ec.europa.eu/environment/climat/emission/pdf/2009_07_01_carbon_leakage.pdf)

EU einen Ansatz verfolgt, der die Exposition auf der Ebene der gesamten Gemeinschaft feststellt, wird diese zweite Option von den Autoren sowohl aus politischer als auch aus ökonomischer Sicht favorisiert. Unterschiede in den Sektoren/Subsektoren, die von der Schweiz resp. der EU als von Carbon Leakage bedroht bezeichnet werden, und so in den Genuss einer kostenloser Zuteilung kommen, würden direkt zu Wettbewerbsverzerrungen führen, die in ihrer Auswirkung die Schweizer Wirtschaft benachteiligen würde.

Aus diesem Grund werden in dieser Studie die Carbon Leakage Regeln der EU auf die Schweiz übertragen, indem dieselben Sektoren als von Carbon Leakage bedroht bezeichnet werden, wie sie von der Kommission aufgrund zusätzlicher CO<sub>2</sub>-Gesamtkosten und dem Kriterium der Handelsexposition ermittelt werden. Diese Sektoren erhalten Emissionsrechte bis zu einem Effizienz-Benchmark kostenlos zugeteilt.

### **Methode zur Analyse der Handelsexposition von Schweizer Sektoren**

Die Analyse basiert auf vorläufigen Daten zu Sektoren im EU-ETS, die von der Gefahr eines Carbon Leakage betroffen sind.

Im einem nächsten Schritt wurden die Schweizer Anlagen, die sich für das schweizerische ETS qualifizieren (siehe Kapitel 2 Liste der Schweizer Anlagen), den entsprechenden NACE Sektoren zugeordnet. Wo möglich, wurden die NACE Codes wie sie im schweizerischen PRTR Schadstoffregister für die jeweiligen Firmen vermerkt sind, als Referenz verwendet. Da sich die PRTR Datenbank auf NACE Rev.2 Codes bezieht, musste eine Übersetzung in NACE Rev.1.1, wie in der Carbon Leakage Studie der Kommission verwendet, vollzogen werden. Diese Übersetzung konnte nicht immer eindeutig gemacht werden, was in diesen Fällen zu mehreren möglichen Codes unter NACE Rev.1.1 führte. Für die definitive Konversion müssten die Produktionsdaten der Firmen detaillierter analysiert werden. Stattdessen wurde eine Reihe möglicher NACE Rev.1.1 Codes angegeben und jeder auf die Qualifizierung fürs Carbon Leakage hin überprüft.

Für die Fälle, wo keine NACE Codes durch die PRTR Datenbank ermittelt werden konnten (z.B. wenn Anlagen nicht im PRTR aufgeführt waren), wurde eine passende NACE Klassifizierung durch die Autoren nach bestem Wissen und anhand öffentlich zugänglicher Quellen durchgeführt.

Eine endgültige und präzise Zuordnung der entsprechenden NACE Sektoren und ihrer Behandlung bezüglich Carbon Leakage im ETS kann nur anhand einer weiterführenden Analyse erreicht werden, die Produktionszahlen auf Anlagenebene in Betracht zieht.

Eine weitere Uneindeutigkeit entsteht durch Unternehmen, die Produkte produzieren, die unter mehrere NACE Sektoren fallen, die wiederum in einigen Fällen unterschiedlich von den Carbon Leakage Regeln betroffen sind. Auch hier sind weiterführende Analysen nötig, um den Anteil der

entsprechenden Sektoren in der Produktion zu bestimmen, und so den Anteil der kostenlos zugeteilten Emissionsrechte zu ermitteln<sup>46</sup>. Diese Überlegungen sind auf Basis einer abschliessenden Regelung durch die EU zu revidieren.

Wenn schliesslich die NACE Rev1.1 Codes den betroffenen Schweizer Anlagen zugeordnet werden konnten, wurde beurteilt, ob diese Sektoren sich fürs Carbon Leakage und die freie Zuteilung bis zum Benchmark qualifizieren.

Die endgültige Entscheidung über die Sektoren, die von der Gefahr eines Carbon Leakage betroffen sind, wird im Dezember 2009 durch die Kommission gefällt. Mit diesem Entscheid kann eine abschliessende Analyse für die Schweiz durchgeführt werden.

### 3.1.3 Ergebnisse

Die Analyse zu den europäischen Carbon Leakage Kriterien erlaubt eine erste Identifikation derjenigen Schweizer Anlagen, die sich für die Kriterien qualifizieren. Von den 43 Unternehmen, die obligatorisch im ETS erfasst werden dürften, werden voraussichtlich 31 Anlagen mit 70% der Emissionen<sup>47</sup> ihre Emissionsrechte bis zum Effizienz-Benchmark gratis zugeteilt erhalten. Weitere 18 Anlagen – verantwortlich für 25% der Emissionen – könnten sich vollständig oder auch teilweise für eine freie Zuteilung bis hin zum Benchmark qualifizieren, je nach dem wie ihre Tätigkeiten schlussendlich den NACE Sektoren zugeordnet werden können. Erst die endgültige Entscheidung über die dem Carbon Leakage ausgesetzten Sektoren durch die EU wird Klarheit schaffen.

Die nicht von Carbon Leakage bedrohten Unternehmen sollen ihre Emissionsrechte hauptsächlich in Versteigerungen erwerben. Dies betrifft voraussichtlich vorwiegend Energieunternehmen (Heizkraftwerke, Fernwärme), Steinwolle, Giessereien (Eisen, Leichtmetall) und möglicherweise metallverarbeitende Betriebe<sup>48</sup>.

Als von Carbon Leakage bedroht ermittelte Unternehmen sind vorwiegend in der energieintensiven Grundstoffproduktion angesiedelt. Diese erhalten ihre Emissionsrechte bis zum branchenspezifischen Effizienz-Benchmark kostenlos zugeteilt.

---

<sup>46</sup> Gemäss offizieller telefonischer Aussage einer Kommissionsmitarbeiterin vom 20. Juli 2009.

<sup>47</sup> Bezogen auf die 43 Unternehmen resp. deren 59 Anlagen.

<sup>48</sup> In diesem einen Fall konnte der NOGA Code 2852 „general mechanical engineering“ ermittelt werden, bei der jedoch zur Handelsexposition keine Angaben in der EU-Analyse enthalten sind. Es ist sehr wahrscheinlich, dass dieser Fall noch abschliessend beurteilt werden muss, was die Anwendung der Carbon Leakage Regeln ändern kann.

Vorläufig wurden erst die NOGA Sektoren „C - Verarbeitendes Gewerbe / Herstellung von Waren“ und „D – Energieversorgung“ bewertet. Aus diesem Grund gibt es noch keine Analyse der Dienstleistungssektoren. Dementsprechend können zu diesen Sektoren keine Aussagen zur Anwendung der Carbon Leakage Regelung gemacht werden, was drei Unternehmen, deren Namen für diese Studie nicht offen gelegt werden konnte, betrifft. Ebenso konnte in einem Fall die Abfallentsorgung von nicht Siedlungsabfällen (Chemische Industrie) keiner Regelung zugeordnet werden.

*Tabelle 11: Von Carbon Leakage voraussichtlich betroffene Anlagen in der Schweiz basierend auf den vorläufigen EU-Ergebnissen.*

Segment	Betroffene Anlagen	Emissionen in CO <sub>2</sub> e	Anteil	Voraussichtlich betroffene Sektoren in der Schweiz
Carbon Leakage	31	3'726'469	70%	Zementindustrie, Papier, Zucker, Span/MDF Platten, Chemische Industrie, Verpackungsglas, Roheisen
Noch zu bestimmen	10	1'343'652	25%	Z.B. metallverarbeitende Betriebe
Nicht Carbon Leakage	18	282'602	5%	Energieunternehmen (Wärme), Steinwolle, Giessereien (Eisen, Leichtmetall)

## 4 Versteigerung

Im EU-ETS hat die Versteigerung als Zuteilungsmethode bisher im Hintergrund gestanden. Obwohl Versteigerungen weithin als die effizienteste und gerechteste Zuteilungsmethode für Emissionsberechtigungen gilt, haben Bedenken hinsichtlich der internationalen Wettbewerbsfähigkeit der dem EU-ETS unterliegenden Unternehmen die EU-Mitgliedsländer davon abgehalten, in Phase 1 und 2 des EU-ETS Versteigerungen in grossem Umfang einzuführen.

Dieses Argument mag auf Sektoren zutreffen, für welche die Kosten der Versteigerung von Emissionsberechtigungen deren Position im Vergleich zu internationalen Mitbewerbern erheblich schwächt. Es kann allerdings für Sektoren, die keinem internationalen Wettbewerb ausgesetzt sind, kaum als Argument angeführt werden. In der EU haben vor allem Energieversorger von der kostenlosen Zuteilung von EUAs profitiert, da sie die Opportunitätskosten der kostenlos zugeteilten Emissionsrechte über die Strompreise vollständig an die Verbraucher weitergegeben haben (so genannte „windfall profits“).

### 4.1 Zuteilungsregelung im EU-ETS nach 2012

In Phase 2 des EU-ETS durften die EU-Mitgliedsländer bis zu 10% ihrer Emissionsberechtigungen versteigern oder verkaufen. Nur wenige Länder machten von dieser Möglichkeit Gebrauch. Die Erfahrungen, die sie dabei machten, werden weiter unten in diesem Abschnitt dargestellt. Die Zuteilungsregeln ändern sich in Phase 3 des EU-ETS erheblich. Auf Grandfathering<sup>49</sup> beruhende nationale Zuteilungspläne werden durch EU-weite Regeln zur Versteigerung und zur kostenlosen Zuteilung nach Benchmarks ersetzt.

#### 4.1.1 Kostenlose Zuteilung nach Effizienz-Benchmarks

Grundsätzlich werden ab 2013 alle Emissionsberechtigungen, die nicht kostenlos zugeteilt werden, versteigert. Die kostenlose Zuteilung richtet sich nach EU-weiten Benchmarks, deren Besonderheiten im Folgenden dargestellt werden. Das Konsortium von Beratern, das für die EU-Kommission die Benchmarks für die kostenlose Zuteilung ausarbeitet, hat folgende Formel entwickelt, nach der die Zuteilung berechnet werden kann, die einer einzelnen Anlage gemäss der Richtlinie zusteht (Ecofys et al., 2009):

---

<sup>49</sup> Bezeichnet die Gratisvergabe aufgrund des Umfangs historischer Emissionen.

$$A = e(P_{h/st}, BM_{10\%}) * LF * AF$$

Wobei:

A: Zuteilung ("allocation")

e: Emissionsbenchmark-Funktion

P: Produktion (historisch oder standardisiert)

BM: Benchmark basierend auf den Emissionen der saubersten 10% der Anlagen

LF: Leakage-Faktor (100% oder 80-30%)

AF: Korrekturfaktor („adjustment factor“)

Eine der saubersten Anlagen würde nach produktspezifischen Benchmarks eine kostenlose Zuteilung von 100% ihrer historischen Emissionen<sup>50</sup> erhalten (falls in Carbon Leakage Sektor tätig), resp. linearer 80% (2012) bis 30% (2020), wenn es nicht um einem Carbon Leakage Sektor handelt. Dieser Anteil wird noch um den in der Richtlinie vorgesehenen Korrekturfaktor gemindert, um sicherzustellen, dass die gesamte Zuteilung unter der Emissionsobergrenze bleibt<sup>51</sup>. Eine Anlage mit der gleichen Produktionsleistung, aber mit höheren Emissionen, würde exakt die gleiche Zuteilung bekommen wie eine der saubersten Anlagen. Eine potentielle Unterdeckung aufgrund des Nichterreichens des Benchmarks oder des eingesetzten Leakage-Faktors müsste durch einen Zukauf am Markt oder durch eine Ersteigerung ausgeglichen werden.<sup>52</sup>

Die Benchmark-Regeln werden EU-weit vollständig harmonisiert. Sie werden sich nach einheitlichen ex-ante Benchmarks richten, die bezogen auf den Produktionsoutput berechnet werden. In bestimmten Fällen, in den die Kriterien für Benchmarks nicht angewendet werden, könnte auf eine andere Regelung zurückgegriffen werden. „Die Ausgangsbasis für die Benchmarks wird die durchschnittliche Leistung der effizientesten 10% der Anlagen eines Sektors oder Subsektors in der EU in den Jahren 2007-2008 sein.“<sup>53</sup>

Die neue ETS-Richtlinie definiert die oben genannten Prinzipien und legt ausserdem weitere Anforderungen für die Benchmarks fest. Die detaillierte Ausarbeitung der Benchmarks ist jedoch Aufgabe des Kommitologieprozesses. Das Beraterkonsortium arbeitet momentan daran, die Kommission bei der Entwicklung der Prinzipien zur Benchmark-Metrik zu unterstützen. Die

---

<sup>50</sup> Das Basisjahr für beide, die Benchmarks und die historische Produktion, werden noch von der EU festgelegt

<sup>51</sup> Art 10a. 5 der Richtlinie 2009/29/EG.

<sup>52</sup> Eine kostenlose Zuteilung von 80% bis zum Benchmark eines bestimmten Sektors würde eine Ersteigerung von EUAs von mehr als 20% der gesamten Emissionen dieses Sektors notwendig machen.

<sup>53</sup> Art 10a. 2 der Richtlinie 2009/29/EG.

Stakeholder-Konsultationen werden bis Frühjahr 2010 andauern. Bis zu diesem Zeitpunkt sollte auch der Entwurf der Benchmark-Regeln stehen. Bis Dezember 2010 sollten die Benchmark-Regeln verabschiedet sein.

Eine eingehende Analyse des Benchmarking finden sich im Bericht des Konsortiums (Ecofys et al. 2009). Weitere Informationen finden sind in der EU-ETS-Richtlinie und den Quellen im Benchmark-Bereich der Webseite der EU-Kommission zu finden (siehe Literaturangaben).

#### 4.1.2 Versteigerungsregeln

Die neue ETS-Richtlinie definiert die folgenden Regeln für die zu versteigernden Mengen:

- Stromerzeuger werden alle Emissionsberechtigungen ersteigern müssen.<sup>54</sup>
- Andere emissionshandelspflichtige Industrien erhalten 2013 noch 80% der Emissionsberechtigungen kostenlos zugeteilt. Dieser Anteil wird bis 2020 aber auf 30% sinken<sup>55</sup>. Diese Prozentzahlen richten sich nach dem Effizienz-Benchmark des jeweiligen Sektors und nicht nach den Emissionen einzelner Anlagen. Die restlichen benötigten Emissionsberechtigungen müssen wie in Abschnitt 4.1.1 beschrieben, ersteigert werden.<sup>56</sup>
- Branchen mit einem hohen Risiko der Produktionsverlagerung ins nicht-emissionshandelspflichtige Ausland (Carbon Leakage) werden ihre Emissionsberechtigungen zu 100% kostenlos erhalten.<sup>57</sup> Diese Prozentzahl richtet sich jedoch nach dem Effizienz-Benchmark des jeweiligen Sektors, nicht nach den Emissionen einzelner Anlagen. Die restlichen benötigten Emissionsberechtigungen müssen wie in Abschnitt 4.1.1 beschrieben, ersteigert werden.<sup>58</sup>
- Wenn die EU ein internationales Abkommen anerkennt, wird die Kommission die Regelung der kostenlosen Zuteilung überprüfen, um sicherzustellen, dass Emissionsberechtigungen nur dann kostenlos ausgegeben werden, wenn dies gerechtfertigt ist.<sup>59</sup>

---

<sup>54</sup> Art 10a.3. *Partial and conditional free allocation and benchmarking will apply only to certain utilities in the New Member States.*

<sup>55</sup> Art 10a.11 der Richtlinie 2009/29/EG.

<sup>56</sup> Art 10a.1 der Richtlinie 2009/29/EG.

<sup>57</sup> Art 10a.12 der Richtlinie 2009/29/EG.

<sup>58</sup> Art 10a.1 der Richtlinie 2009/29/EG.

<sup>59</sup> Art 10a.1 der Richtlinie 2009/29/EG.

Die konkreten Versteigerungsregelungen (Versteigerungsart, Zeitpunkt etc.) werden im kommenden Kommitologieprozess festgelegt. Deswegen dienen die bereits in Phase 2 von den EU-Mitgliedstaaten durchgeführten Auktionen nicht unbedingt als Richtschnur dafür, wie Auktionen in Phase 3 ablaufen könnten. Die Ausarbeitung der Regeln ist in der Brüsseler Verwaltung momentan in Gang. Die Öffentlichkeit hat bis zum 3. August 2009 die Möglichkeit, die Versteigerungsregelungen zu kommentieren. Die Ausarbeitung der Versteigerungsregeln wird bis zum 30. Juni 2010 abgeschlossen.

Auch wenn es kaum Hinweis auf das Ergebnis des Kommitologieprozesses (und somit auf die künftigen Versteigerungsregeln) gibt, schreibt die EU-Richtlinie bestimmte Kriterien und Prinzipien fest, die bei der Versteigerung eingehalten werden müssen:<sup>60</sup>

- Die Auktionen müssen auf offene, transparente, einheitliche und nicht-diskriminierende Weise durchgeführt werden.<sup>61</sup> Hierbei ist das Kriterium der Offenheit von besonderer Bedeutung. Kommissionsvertreter haben mehrmals öffentlich erklärt, was darunter zu verstehen ist: jede natürliche oder juristische Person, die über ein Registerkonto in der EU verfügt, muss an den Auktionen teilnehmen dürfen. Da eine Person beliebiger Nationalität ein Registerkonto bei einer der europäischen Registerstellen eröffnen kann, kann ab 2013 jede Person an jeder EUA-Auktion teilnehmen, auch an denen in anderen Ländern. D.h. dass auch Schweizer Anlagenbetreiber vollen Zugang zu EU-Auktionen haben werden, wenn die Schweiz sich dem EU-ETS anschliesst. Selbst wenn sich die Schweiz nicht dem EU-ETS anschliessen sollte, könnten Schweizer Anlagebetreiber an EU-Auktionen teilnehmen, die dort erworbenen EUAs wären dann jedoch nicht in der Schweiz verwendbar.
- Die Regeln müssen u.a. sicherstellen, dass kleine und mittlere Unternehmen vollen, kostenlosen und gleichberechtigten Zugang zu Auktionen haben, und dass kleine Emittenten Zugang zu Emissionsberechtigung haben.<sup>62</sup>
- Im Erwägungsgrundsatz 22 der EU-Richtlinie wird festgehalten, dass die Auktionen bereits bis spätestens 2011 beginnen sollen, um ein reibungsloses Funktionieren der CO<sub>2</sub>- und Strommärkte zu gewährleisten. Es wird im Moment diskutiert, wie vor 2013 ersteigerte EUAs behandelt werden sollen, da sie in Phase 2 nicht verwendbar wären. Ein Vorschlag ist, sie als Futures zu versteigern. Der Nachteil dieser Vorgehensweise wäre, dass es keine

---

<sup>60</sup> Art 10.4 der Richtlinie 2009/29/EG.

<sup>61</sup> Art 10.4 der Richtlinie 2009/29/EG.

<sup>62</sup> Art 10.4 der Richtlinie 2009/29/EG.

Sicherheit gäbe, dass der Käufer zum Lieferzeitpunkt, also einige Jahre später, in der Lage sein wird, zu bezahlen.

Man kann davon ausgehen, dass angeschlossene Emissionshandelssysteme denselben Regeln unterliegen, falls das sich anschliessende Land nicht aus irgendeinem Grund eine anders lautende Abmachung trifft.

In der Richtlinie ist nur von Auktionen die Rede. Es ist nicht vorgesehen, dass EU-Mitgliedsländer überschüssige Emissionsberechtigungen verkaufen.<sup>63</sup> Hierin liegt ein grosser Unterschied zu den Bestimmungen für Phase 1 und 2, die den Mitgliedsländern den Verkauf überschüssiger Emissionsberechtigungen ermöglicht hatten.

Die Richtlinie gibt nicht vor, ob jedes Mitgliedsland seine eigene Versteigerungsplattform haben muss, oder ob sich zu diesem Zweck mehrere Mitgliedsländer zusammenschliessen können. Kommissionsvertreter erklärten jedoch wiederholt, dass jede Anzahl zwischen einer und 27 Versteigerungsplattformen denkbar und möglich sei. Die Behandlung angeschlossener Systeme ist in diesem Zusammenhang noch nicht diskutiert worden. Für die Anschlussverhandlungen gibt es somit noch gewissen Spielraum:

- Die Möglichkeit aushandeln, sich anderen Mitgliedsländern beim Aufbau einer Versteigerungsplattform anzuschliessen, und so die Kosten für deren Verwaltung oder das Outsourcen der Dienstleistung zu teilen.
- Eine eigene Versteigerungsplattform aufzubauen, deren Teilnahmeregeln sich von denen der einheitlichen EU-Regelung unterscheiden (in dem Wissen, dass Schweizer Anlagebetreiber Emissionsgutschriften auch in EU-Auktionen erwerben können).
- Die Möglichkeit aushandeln, Emissionsrechte zu verkaufen statt zu versteigern.

Im Zusammenhang mit den Optionen des Aufbaus einer Schweizer Versteigerungsplattform werden die Vor- und Nachteile dieser drei Möglichkeiten weiter unten in diesem Abschnitt diskutiert.

## 4.2 Arten von Auktionen

In diesem Abschnitt werden Arten von Auktionen diskutiert, die für die Versteigerung von Emissionsberechtigungen in einem Cap-and-Trade-System in Frage kommen. Der theoretischen Erörterung folgt ein Überblick über die Arten von Auktionen, die EU-Mitgliedsländer in Phase 1 und

---

<sup>63</sup> Art 10.1 der Richtlinie 2009/29/EG.

2 des EU-ETS verwendet haben, einschliesslich der damit gemachten Erfahrungen. Zudem wird der Sonderfall Norwegen erläutert.

Allgemein unterscheidet man zwischen zwei Hauptarten von Auktionen: statischen und dynamischen Auktionen. *Demand Schedule*-Auktionen können in beiden Kategorien durchgeführt werden. Dynamische Auktionen können jedoch auch als *Ascending Clock*-Auktionen durchgeführt werden. Sowohl bei statischen als auch bei dynamischen Auktionen können zwei verschiedene Preismechanismen angewandt werden: einheitliche Preise oder *pay-your-bid*-Preise. In *Ascending Clock*-Auktionen kommt es zu den gleichen Preisen wie bei Einheitspreisauktionen, d.h. zu einem einzigen Schlusspreis. Jede dieser Auktionsarten wird im Folgenden diskutiert.

#### 4.2.1 Statische Auktionen: eine *sealed-bid* (verdeckte) Auktion

Eine *sealed-bid*-Auktion ist eine statische Auktion mit einer einzigen Runde von Geboten. Jeder Bieter gibt gleichzeitig seinen individuellen Nachfrageplan ab, d.h. die Anzahl von Emissionsberechtigungen, die er zu verschiedenen Preisen kaufen würde. Der Auktionator addiert diese Nachfragepläne zu einer aggregierten Nachfragekurve (Abbildung 10).

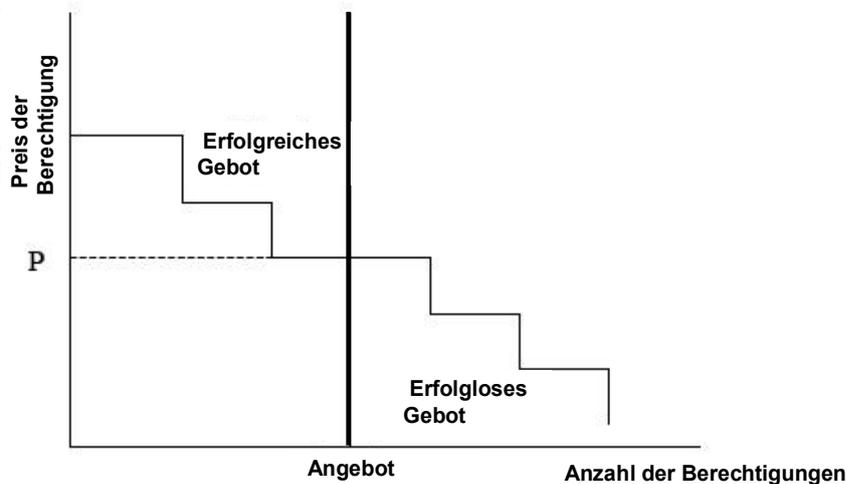


Abbildung 10: Beispiel einer aggregierten Nachfragekurve (Cramton und Kerr, 2002).

Der letztendliche Verkaufspreis ( $P$ ) wird durch den Schnittpunkt der Angebots- und der aggregierten Nachfragekurve bestimmt (Clearingpreis). Die Gebote oberhalb oder am Verkaufspreis bekommen den Zuschlag, während die Gebote unterhalb des Verkaufspreises

abgelehnt werden. Der von jedem erfolgreichen Bieter zahlbare Preis hängt von der gewählten Preisbildungsmethode ab (siehe unten).<sup>64</sup>

Um die Teilnahme von kleinen Akteuren zu gewährleisten, kann ein System von nicht-kompetitiven und kompetitiven Geboten (*non-competitive / competitive bid*) eingeführt werden. Diese Art von Geboten wird oft beim Kauf von *US Treasury Bills* verwendet. Die nicht-kompetitiven Gebote werden in einer ersten Runde abgegeben, die kompetitiven in einer darauf folgenden zweiten Runde.

- Beim nicht-kompetitiven Gebot verpflichtet sich der Bieter – je nach der gewählten Preisbildungsmethode – zum Kauf einer bestimmten Anzahl von Emissionsberechtigungen zum Clearingpreis oder zum gewichteten Durchschnittspreis der erfolgreichen kompetitiven Gebote. Die nicht-kompetitiven Gebote werden dann vom Gesamtangebot abgezogen. Die Versteigerung wird durch das Zuordnen des Angebots zur Nachfrage aus kompetitiven Geboten geschlossen. Nicht-kompetitive Gebote werden bevorzugt behandelt und vollständig bedient. Die für kompetitive Gebote zu Verfügung stehende Menge wird somit reduziert. Nicht-kompetitive Auktionen ermöglichen es kleinen Teilnehmern, sich zu beteiligen, ohne zu den gleichen Bedingungen wie grosse Emittenten bieten zu müssen.
- Ein kompetitives Gebot wird normalerweise in einer geschlossenen *sealed-bid*-Auktion abgegeben; der Bieter nennt Menge und Preis. Der Bieter mit dem besten Preis (d.h. entweder über oder zum Schlusspreis) erhält dann den Zuschlag vom Auktionator.

#### 4.2.2 Dynamische Auktionen: *Ascending-bid*-Auktionen (Englische Auktion)

Die Teilnehmer geben ihre Gebote in mehreren Runden ab und können ihre Gebote entsprechend den in vorgehenden Runden offenbarten Informationen anpassen. So haben alle Käufer die gleichen Informationen über den Preis. Diejenigen, die am meisten zu zahlen bereit sind, erhalten den Zuschlag. *Ascending-bid*-Auktionen können entweder mit Nachfrageplänen oder als aufsteigende Preisauktion durchgeführt werden.

---

<sup>64</sup> Eine andere Art der *sealed-bid*-Auktion ist die *Vickrey*-Auktion, bei welcher der höchste Bieter den Preis bezahlt, den der erste nicht erfolgreiche Bieter in Abwesenheit des ersteren bezahlt hätte. Der höchste Bieter zahlt also die Opportunitätskosten seines Gebots. *Vickrey*-Auktionen sind für wissenschaftliche Auktionstheoretiker von grossem Interesse. Sie haben wünschenswerte theoretische Eigenschaften (Ausubel and Cramton, 1998). *Vickrey*-Auktionen sind jedoch für Teilnehmer und Öffentlichkeit wesentlich schwieriger nachvollziehbar, und solange die Bieter geringe Marktmacht haben, werden in Einheitspreisauktionen ähnliche Ergebnisse erzielt (Hepburn et al., 2006).

## Versteigerung nach Nachfrageplänen

Der Nachfrageplan-Ansatz ist quasi eine Version der statischen *sealed-bid*-Auktion mit mehreren Runden. In jeder Runde geben die Bieter einen Nachfrageplan ab. Dieses Vorgehen wird solange wiederholt, bis kein Bieter mehr bereit ist, sein Gebot zu erhöhen. Damit endet die Auktion. Ein wichtiges Element der dynamischen Auktion ist die so genannte "Aktivitätsregel". Sie hilft bei einer zuverlässigen Preisbildung, und zwingt Teilnehmer zu rationalem Verhalten. Diese Regel besteht aus drei Teilen (Cramton & Kerr, 2002):

- Alle Gebote müssen in der ersten Runde abgegeben werden. D.h., dass die nachgefragte Menge während der Auktion nicht erhöht, sondern nur kleiner werden kann.
- Jedes nicht erfolgreiche Gebot, das in der nächsten Runde nicht erhöht wird, ist endgültig aus dem Rennen.
- Ein nachgebessertes Angebot muss mindest um die kleinstmögliche Gebotserhöhung über dem Clearingpreis liegen.

Bieter müssen niedrige Gebote erhöhen, sobald sie können. Wenn sie dies nicht tun, ist das ein Zeichen, dass ihre Wertschätzung unter dem Mindestgebot liegt (ein Inkrement über dem Clearingpreis). Da die Preise nur steigen können, kann ein nicht erhöhtes Gebot endgültig abgelehnt werden. Die Aktivitätsregel zwingt die Bieter, der absteigenden Nachfragekurve entsprechend zu bieten. Der Clearingpreis liegt wieder am Schnittpunkt der (aggregierten) Nachfrage- und Angebotspläne. Alle Gebote zum oder über dem Clearingpreis erhalten den Zuschlag.

## **Ascending clock-Auktionen (ansteigende Preisauktion)**

Eine andere dynamische Auktionsform ist die *Ascending clock*-Auktion. Der Auktionator gibt einen Preis an, der auf einer Uhr angezeigt wird. Die Teilnehmer reagieren, indem sie mitteilen, welche Anzahl von Emissionsberechtigungen sie zum gegebenen Preis kaufen wollen. Wenn die aggregierte Nachfrage die verfügbare Menge übersteigt (d.h. wenn es einen Nachfrageüberhang gibt), wird der Preis erhöht und die Bieter zu neuen Geboten in der nächsten Runde aufgefordert. Der Vorgang wird solange wiederholt, bis die nachgefragte Menge unter der verfügbaren Menge liegt. Dann erhalten die Bieter ihre jeweilige Menge zum letzten Preis. Die einfache Aktivitätsregel in *Ascending clock*-Auktionen ist die gleiche wie bei Nachfrageplänen.

Im Vergleich zu Nachfrageplänen sind *Ascending clock*-Auktionen sowohl für Verkäufer als auch für Käufer leichter durchzuführen, da ein Käufer pro Runde nur eine Menge nachfragt, und nicht einen Plan. Ausserdem verhindert diese Form vorgängige Absprachen, wie sie bei Einheitspreisen auftreten können, sorgt aber für einen einzigen Clearingpreis (Cramton, 1998).

## 4.3 Preisregelungen

Verdeckte Auktionen und aufsteigende Auktionen können unterschiedlichen Preisregelungen unterliegen. Die wichtigste Unterscheidung ist die in Einheitspreisauktion (*uniform pricing*) und diskriminierende Auktion (*pay-your-bid pricing*). Die entscheidende Frage bei der Festlegung des Auktionspreises ist, ob die Bieter individuell den von ihnen gebotenen Preis (diskriminierende Auktion), oder ob alle den einheitlichen Preis bezahlen, zu dem der Markt geräumt ist. Die beiden Ansätze führen zu sehr unterschiedlichem Verhalten der Auktionsteilnehmer, besonders im Fall einer Marktbeherrschung (Eichstädt, 2008).

### 4.3.1 Einheitspreisauktion

In der Einheitspreisauktion zahlen alle erfolgreichen Bieter denselben Marktpreis für jede Emissionsberechtigung. Die Einheitspreisauktion ist die geläufigste Methode bei der Auktion von homogenen teilbaren Gütern. Auf der Basis der Gebote wird eine übergreifende Nachfragekurve konstruiert. Der Marktpreis (P) wird beim Clearingpreis festgelegt, wo sich Angebot und Nachfrage überschneiden (siehe Abbildung 10). Nachfragegebote, die sich direkt über oder genau auf dem Marktpreis befinden, erhalten den Zuschlag, während jene unterhalb dieses Preises strikt verworfen werden. Im Fall einer Marktbeherrschung durch grosse Marktteilnehmer kann dies zu Ineffizienzen führen. Grössere Marktteilnehmer werden versuchen, den Marktpreis zu beeinflussen, indem sie weniger als ihre wahre private Wertschätzung bzw. Zahlungsbereitschaft bieten (*shading of bids*) (Hofmann, 2006).

### 4.3.2 Diskriminierende Auktion

In der diskriminierenden Auktion zahlt jeder erfolgreiche Bieter genau den Preis, den er geboten hat. Jeder Bieter ist bemüht, genau den Marktpreis zu ermitteln und knapp darüber zu bieten. Dieser Ansatz bietet grossen Marktteilnehmern einen Vorteil, da sie nicht nur über grössere Ressourcen zur Marktanalyse und zur Bestimmung des Marktpreises verfügen, sondern auch aus ihren eigenen bisherigen Geboten den Marktpreis (der zu einem nicht unbeachtlichen Teil von diesen beeinflusst wird) besser bestimmen können. Die diskriminierende Auktion ist für kleinere Marktteilnehmer daher nachteilig (Hofmann, 2006).

## 4.4 Vergleich der Auktionssysteme

Unter der Annahme, dass kein Marktteilnehmer den Markt in einer Auktion beherrscht, sind sowohl Einheitspreisauktionen als auch diskriminierende Auktionen effizient. In der Literatur zu Auktionssystemen wird jedoch die Einheitspreismethode bevorzugt (Hepburn et al., 2006; Cramton & Kerr, 2002), da sie gerechter sei (alle zahlen den gleichen Preis), strategisch einfacher sei für

kleinere Marktteilnehmer (wodurch Teilnahme und Wettbewerb gefördert werden) und in einem zweiseitigen Markt angewendet werden kann. Keiner der EU-Mitgliedstaaten hatte sich für eine diskriminierende Auktion entschieden. Aus diesen Gründen vergleichen wir im Folgenden nur solche Auktionsmodelle, die zu einem einheitlichen Marktpreis führen. Tabelle 12 zeigt auf, welche Kriterien von den einzelnen Modellen am besten erfüllt werden.

Tabelle 12: Vergleich von „verdecktem Einheitspreis“ und ansteigender Preisauktion „Ascending clock“.

Kriterien	Verdeckter Einheitspreis	Ansteigende Preisauktion
Vermeidet Absprachen	■	
Kosteneffizient	■	
Einfachere Handhabung	■	
Preissignal		■
Effizienz (in Abwesenheit einer Marktbeherrschung)	■	■
Ertragshöhe		■
Transparenz		■

In der Literatur ist man sich einig (Cramton, 1998; Benz et al., 2008), dass in einer Auktion teilbarer Güter, wie z.B. Emissionsberechtigungen, eine simultane ansteigende Preisauktion die besten Ergebnisse erzielt. Ausubel und Cramton (2004) haben bewiesen, dass in einem Markt frei von Marktbeherrschung, der durch diese Methode erzielte Marktpreis einer Wettbewerbsgleichheit entspricht, und die Allokation daher effizient ist.

In der Praxis haben jedoch die meisten EU-Mitgliedstaaten, die in Phase 1 Auktionen implementierten und diese auch in Phase 2 des EU-ETS fortsetzen, das System des verdeckten Einheitspreises bevorzugt. Die Gründe für diese Bevorzugung legen wir im Folgenden dar.

## 4.5 Erfahrungen in verschiedenen EU-Mitgliedstaaten

In Phase 1 haben Dänemark (5%), Ungarn (2,4%), Litauen (1,5%) und Irland (0,75%) Auktionen durchgeführt. In Phase 2 haben Österreich (1,3%) und Grossbritannien (7%) bereits mit Auktionen begonnen. Die Niederlande (3,7%), Irland (0,5%) und Ungarn (2%) planen ebenfalls Auktionen. Deutschland hat bereits mit dem Verkauf begonnen und wird Auktionen ab 2010 (9%) nutzen. Im Folgenden stellen wir kurz die Erfahrungen mit Auktionen und Verkauf in vier Mitgliedsländern dar: Irland, Grossbritannien, Österreich und Deutschland.

### 4.5.1 Irland

Irland hat bisher drei Auktionen in Phase 1 des EU-ETS abgehalten. Die ursprünglich zu versteigernde Menge betrug ungefähr 0,5 Mt. Emissionsberechtigungen. Dieser stieg jedoch auf einen Gesamtbetrag von 1'558 Mt. Emissionsberechtigungen an, da Emissionsberechtigungen aus stillgelegten Anlagen und aus der New Entrant Reserve hinzukamen (Fasekas, 2008).

In allen Auktionen wurde die verdeckte Einheitspreisauktion einer aufsteigenden Preisauktion vorgezogen. Eines der wichtigsten Argumente für eine verdeckte Einheitspreisauktion ist die kostengünstigere Umsetzung. Zudem sind die Anforderungen an die Umsetzung einer aufsteigenden Preisauktion komplexer. Es sind zum Beispiel spezielle Softwareprogramme nötig, welche die einzelnen Auktionsrunden notieren und beobachten, während dem eine verdeckte Einheitspreisauktion manuell oder mit einfachsten elektronischen Mitteln umgesetzt werden kann (Macken, 2007). Die Angebote, die in den drei Auktionen eingereicht wurden, waren ausschliesslich konkurrierend. Tabelle 13 fasst die Ergebnisse der drei Auktionen zusammen.

Tabelle 13: Überblick über die drei Auktionen in Irland. Quelle: Macken, K. (2008), EPA, Ireland.

	Erste Auktion	Zweite Auktion	Dritte Auktion
Auktionsmenge insgesamt	250'000 Berechtigungen	963'000 Berechtigungen	345'000 Berechtigungen
Bündelgrösse	500 Berechtigungen	1.000 Berechtigungen	1.000 Berechtigungen
Kaution	€3'000	€15'000	€2'000
Auktionsmodell	Verdeckte Auktion	Verdeckte Auktion	Verdeckte Auktion
Zugelassene Teilnehmer	Besitzer eines ETS-Kontos, die im Community Transaction Log aufgeführt sind	Besitzer eines ETS-Kontos, die im Community Transaction Log aufgeführt sind	Besitzer eines ETS-Kontos, die im Community Transaction Log aufgeführt sind
Auktionsart	Einheitspreis	Einheitspreis	Einheitspreis
Reservepreis	Unveröffentlicht	Unveröffentlicht	Keiner
Abwicklung	5 Tage	2 Tage	2 Tage
Vorabqualifikation	Manuell per Email	Online über Webseite	Online über Webseite
Gebotsabgabe	Verschlossener Umschlag	Online per Webseite	Online per Webseite
Anzahl der Gebote	Angebotsbündel mit bis zu fünf sich gegenseitig ausschliessenden Geboten	Angebotsbündel mit bis zu fünf sich gegenseitig ausschliessenden Geboten	Angebotsbündel mit bis zu fünf sich gegenseitig ausschliessenden Geboten

Laut Angaben der Irish Environmental Protection Agency (EPA) wurden die Auktionen mit sehr geringen Gemeinkosten umgesetzt. Dies könnte jedoch auch an der sehr geringen versteigerten Menge liegen. Grössere Mengen und mehrfache Auktionen müssten in gewisser Weise koordiniert werden.

Das Einheitspreisformat hat sich zudem als anfällig für eine gewisse Nichtbegleichung erwiesen: falls ein erfolgreicher Bieter sein Angebot nicht einlöst, bleiben die Emissionsberechtigungen entweder übrig, oder werden dem nächsten höheren Bieter angeboten. Da dieser Preis jedoch

niedriger sein wird als der ursprüngliche Einheitspreis, liegt hierin eine Diskriminierung der anderen erfolgreichen Bieter, die diesen Preis für ihre Emissionsberechtigungen gezahlt haben.

Zu Beginn der Diskussionen zur Gestaltung der Auktionen hatte man überlegt, ob man den Zugang zur Auktion auf irische Unternehmen beschränken sollte. Bedenken über eine möglicherweise geringe Partizipation und die Risiken von Absprachen in einem solch kleinen Markt bedeuteten jedoch eine baldige Ablehnung einer derartigen Beschränkung.

In Phase 2 (2008-2012) wird Irland 557'065 Emissionsberechtigungen für den Verkauf oder die Auktion anbieten (0,5%), um die Kosten des ETS in Irland abzudecken. Bis heute sind 185'000 davon verkauft worden. Der kürzliche direkte Verkauf in Phase 2 lag darin begründet, dass dieser einfacher zu gestalten war als eine Auktion, und es keinen Bedarf für einen Preisfindungsmechanismus gab.

#### **4.5.2 Grossbritannien**

Die britische Regierung (im Folgenden die Regierung) hat das UK Debt Management Office (UK DMO) mit der Versteigerung von jährlich etwa 17 Millionen Emissionsberechtigungen (7%) in Phase 2 des EU-ETS beauftragt. Nachdem sie ihr Auktionsmodell im Dezember 2007 einer öffentlichen Anhörung unterzogen hatte, entschied sich die Regierung für die Implementierung eines statischen Einheitspreisauktionsmodells. Die Einfachheit der Handhabung und Gestaltung waren die wichtigsten Argumente für diese Wahl. Es herrschte zudem Übereinstimmung, dass das Preissignal aus dem Sekundärmarkt stark genug sei, um die Preisfindungsvorteile einer dynamischen Auktion überflüssig zu machen (DEFRA, 2007).

Bisher hat die UK DMO zwei Auktionen durchgeführt: eine am 19. November 2008 und eine weitere am 24. März 2009 mit jeweils 4 Mt. Emissionsberechtigungen. Laut Berichten eines unabhängigen Beobachters wurden diese erfolgreich durchgeführt. Im Anschluss an die erste Auktion bat die Regierung um ein kurzes Feedback der Teilnehmer, um eventuelle Änderungen in die zweite Auktion integrieren zu können. Wie im Falle von Irland wurde eine untere Preisgrenze festgelegt, um den Verkauf von Emissionsberechtigungen zu sehr tiefen Preisen zu verhindern.

Die Teilnahme an der britischen Auktion ist auf so genannte „Primärteilnehmer“ (primary participants) beschränkt, d.h. Intermediäre, an die sekundäre Teilnehmer ihre Angebote richten. Zu den Primärteilnehmern zählen zur Zeit: RBS Sempra, Merrill Lynch, Barclays Capital, BNP Paribas, JP Morgan und Morgan Stanley. Nur diesen Unternehmen ist es möglich, ein Angebot für die tatsächliche Auktion abzugeben. Aufgabe der Intermediäre ist unter anderem die Überprüfung der indirekten Bieter unter Gesichtspunkten der Geldwäsche.

In den letzten beiden Auktionen lagen ausschliesslich kompetitive Gebote vor. Im April dieses Jahres wurde entschieden, in der nächsten britischen Auktion auch nicht konkurrierende Gebote anzunehmen, um die Teilnahme kleinerer Emittenten zu fördern. Fest steht jedoch aus früheren Berichten, dass der Anteil von Emissionsberechtigungen, die auf nicht-kompetitive Gebote entfallen, nicht mehr als 30 Prozent der gesamten Auktionsmasse umfassen kann (DEFRA, 2008).

### **4.5.3 Österreich**

In Phase 2 wird Österreich jährlich durchschnittlich 30,33 Mt. Emissionsberechtigungen zuteilen, von denen 2 Mt. (circa 1,3% der Gesamtmenge) nach 2009 versteigert werden (0,5 Mt. Emissionsberechtigungen, verteilt auf zwei Auktionen pro Jahr). Auktionen werden im verdeckten Einheitspreismodus durchgeführt. Das österreichische Bundesministerium für Landwirtschaft, Forst, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) ist für die EUA-Auktionen verantwortlich und hat die Climex Trading Platform mit der Durchführung beauftragt.

Die erste Auktion von 0,3 Mt. Emissionsberechtigungen wurden am 16. März 2009 durchgeführt. 0,1 Mt. Emissionsberechtigungen für nicht-konkurrierende Gebote und 0,2 Mt. für konkurrierende Gebote. Der Anteil für nicht-konkurrierende Gebote war allen Unternehmen und Personen mit einem Konto bei einem Emissionshandelsregister in einem Mitgliedstaat der EU zugänglich. Von den 100'000 zur Verfügung stehenden Emissionsberechtigungen wurden nur 5'050 in der nicht-konkurrierenden Auktion gehandelt: die verbleibenden 94'050 EUAs werden zu einem deutlich späteren und vom BMLFUW zu bestimmenden Zeitpunkt versteigert werden. Das eigentliche Augenmerk lag jedoch auf der konkurrierenden Auktion, an der es reges Interesse gab. Hier wurde das komplette Volumen von 200'000 EUAs zu einem Preis von €11,65 verkauft.

### **4.5.4 Deutschland**

In Phase 2 wird Deutschland jährlich 40 Millionen Emissionsberechtigungen verkaufen oder versteigern. Dies entspricht etwa 9% der gesamten jährlichen Allokation Deutschlands. Das Bundesumweltministerium (BMU) beauftragte im Januar 2008 die KfW Bankengruppe mit dem Verkauf der Emissionsberechtigungen zum Marktpreis. Zurzeit werden täglich Verkäufe von etwa 200'000 Emissionsberechtigungen über zwei CO<sub>2</sub>-Börsen (ECX London; EEX Leipzig) abgewickelt. Spätestens ab 2010 sollen Emissionsberechtigungen über Börsen anstelle von Regierungsstellen versteigert werden. Diese Entscheidung wurde getroffen, da etablierte Börsen bereits existieren und viele Marktteilnehmer bereits über einen Zugang zu ihnen verfügen (Weinreich, 2008).

Laut BMU war der Verkauf der EUAs sehr erfolgreich. Zu den Lektionen die daraus gezogen wurden, zählen folgende (Weinreich, 2008):

- Ein klares und transparentes Modell ist vorteilhaft: Verkäufe an der Börse ähneln einer einzelnen Einheitspreisauktion.
- Kosteneffizienter Ansatz: die Nutzung bereits existierender Institutionen reduziert die Transaktionskosten für den Staat und die Unternehmen.
- Tägliche Verkäufe entsprechen dem Bedarf der Industrie: Häufige Auktionen sind sinnvoll (z.B. wöchentlich).
- Der Zugang ist nicht diskriminierend und allen interessierten Parteien möglich: direkt oder über Intermediäre.
- Information und Berichterstattung an die Öffentlichkeit: Ergebnisse werden regelmässig veröffentlicht.

Während die deutschen Auktionsregelungen für die Phase 2 noch auf den Weg gebracht werden, stehen die Eckpunkte des deutschen Auktionskonzeptes bereits fest (Weinreich, 2008):

- Ein einfaches Modell (eine Auktionsrunde, Einheitspreis für alle Bieter)
- Hohe Regelmässigkeit der Auktion (wöchentlich)
- Nutzung bestehender Börsen
- Ein Auktionator, keine doppelte Auktion
- Keine Teilnahmebeschränkung
- Keine Preisobergrenze

#### **4.5.5 Norwegen**

Norwegen hat sich zu einer Verknüpfung mit dem EU-ETS in Phase 2 entschieden. Diese Verknüpfung fand vor dem Hintergrund der EWR (Europäischer Wirtschaftsraum) Übereinkunft zwischen EFTA-Mitgliedstaaten und der EU statt. Formell ist es daher keine Verknüpfung, sondern eine Annahme der EU-ETS Direktive im Rahmen des EWR Abkommens. Im Prozess der Annahme erreichte Norwegen einige Ausnahmen zur allgemeinen Umsetzung des EU-ETS. Eine dieser Ausnahmen war die zugelassene Anzahl an EUAs, die per Auktion oder Verkauf an Unternehmen veräussert werden, die deutlich höher liegt als die in der Direktive stipulierten maximal 10%. Norwegen wird in Phase 2 insgesamt 75 Millionen EUAs erhalten, von denen etwa 32 Millionen (40% der Zuteilung) verkauft und damit nicht kostenlos an norwegische Anlagen weitergereicht werden sollen. Auf diese Weise möchte Norwegen ein Zeichen setzen, dass CO<sub>2</sub> einen Wert hat, der einen Marktpreis rechtfertigt.

Der Verkauf norwegischer EUAs wird von Barclays Capital durchgeführt. Täglich werden dem Markt gleichmässige Volumina zugestellt. Auf diese Weise plant Norwegen den durchschnittlichen Marktpreis für CO<sub>2</sub> über das Jahr verteilt einzunehmen. Norwegen ging davon aus, dass Auktionen keinen höheren Preis erzielt hätten als auf dem Sekundärmarkt verkaufte EUAs. Besonders, da der Sekundärmarkt sehr liquide ist und ein klares Preissignal bietet. Verkäufe wurden zudem als die kosteneffizientere Methode angesehen. Norwegen legt dem Verkauf seiner Emissionsberechtigungen keinerlei Restriktionen bezüglich Art oder Nationalität des Käufers auf.

Norwegen hat sich bisher noch nicht entschieden, sich auch nach 2012 mit dem EU-ETS zu verknüpfen. Es stehen daher noch keine Informationen zur norwegischen Regelung des EU-ETS nach 2012 zur Verfügung.

## 4.6 Das Marktumfeld in der Schweiz und im EU-ETS

Zwischen dem Marktumfeld des EU-ETS und des CH-ETS gibt es deutliche Unterschiede, die alle die Wahl des Auktionsmechanismus beeinflussen:

- Die Grösse des CO<sub>2</sub>-Marktes
- Volumina der zu versteigernden Emissionsberechtigungen / Emissionsrechte
- Existenz eines Sekundärmarktes / von Preisfindungsmechanismen

Der deutlichste Unterschied liegt offensichtlich in der Marktgrösse der beiden ETS (Gesamtallokation). Während die Schweizer Allokation 2008 3 Millionen CHUs (Tonnen CO<sub>2</sub>) betrug, lag die Allokation im EU-ETS im gleichen Zeitraum bei ca. 2'000 Millionen EUAs. Zudem gibt es innerhalb des CH-ETS eine sehr geringe Anzahl von Anlagen. Von den 300 Anlagen, die in der schweizerischen NAP Tabelle aufgeführt werden, haben lediglich 25-30 Unternehmen Emissionen über dem Limit von 25'000 Tonnen CO<sub>2</sub>, während etwa 250 Unternehmen weniger als 10'000 Tonnen CO<sub>2</sub> emittieren. Die Anzahl der Anlagen, die dem Emissionshandel unterstellt sind, würde nach 2012 auf 43 abnehmen, wenn die oben beschriebenen Regeln zur Systembegrenzung angenommen werden. Weitere 50 Anlagen dürften an einer freiwilligen Teilnahme am CH-ETS interessiert sein.

Zweitens ist die Menge der zu versteigernden Volumina deutlich anders. Sogar dann, wenn die umfassenderen quantitativen Regelungen für die Auktion von EUAs in der Schweiz zum Tragen kämen (Leakage Faktor für unterschiedliche Branchen und 100% für Strom), wäre der tatsächliche

Anteil von versteigerten Emissionsberechtigungen an der Gesamtmenge um ein Vielfaches geringer als in der EU.<sup>65</sup> Dies liegt daran, dass Schweizer Energieversorger deutlich weniger fossile Brennstoffe nutzen als die europäische Stromindustrie. Der Schweizer Markt ist daher schon von Beginn an deutlich kleiner, und die zur Auktion zu erwartenden Volumina sind schon daher deutlich geringer als man zunächst vielleicht annehmen würde.

Vorläufige Analysen zeigen, dass die Anzahl der versteigerten Emissionsberechtigungen weiterhin dadurch geringer gehalten wird, dass viele der betroffenen Schweizer Unternehmen in jenen Branchen zu finden sind, in denen (wie in Sektion 3 beschrieben) ein Risiko von Carbon Leakage erwartet wird. Vorläufige (und sehr grobe) Schätzungen der Volumina, die in der Schweiz durch Auktionen an den Markt gelangen würden, wenn das sie die EU-Regeln der post-2012 Direktive zur Versteigerung annehmen würde, sehen diesen Betrag bei ungefähr 490'000 CHUs im Jahr 2013, und jährlich ansteigend auf einen Betrag von 1'080'000 CHUs im Jahr 2020. Die Zahlen für 2013 entsprechen dabei in etwa der Grössenordnung einer einzigen Auktion eines EU-Mitgliedlandes in Phase 1 oder 2 des EU-ETS.

Ein weiterer wichtiger Unterschied ist das Fehlen eines funktionierenden Sekundärmarktes im CH-ETS und das damit verbundene Fehlen eines Preissignals. Im aktuellen Umfeld ist eine Änderung dieser Situation nicht in Sicht, da sich bisher kein Unternehmen gefunden hat, das bereit wäre, in einem solch kleinen Markt die Rolle eines Intermediärs zu übernehmen. Während also das EU-ETS sich auf einen liquiden Sekundärmarkt für ein Preissignal für seine Auktionen verlassen kann, wäre der CH-ETS Markt für die Preisfindung auf Auktionen angewiesen.

## 4.7 Die Wahl des Auktionsmechanismus

Vor dem Hintergrund der Charakteristika der verschiedenen Auktionsmechanismen und der Unterschiede im EU-ETS und CH-ETS, werden im Folgenden die Vor- und Nachteile der verschiedenen Ansätze mit und ohne Verknüpfung aufgeführt.

### 4.7.1 Szenario mit Verknüpfung

Sollte die Schweiz eine Verknüpfung mit dem EU-ETS wählen, würde der Preis einer CHU dem Preis einer EUA gleichen. Preisfindung wäre also nicht länger ein Thema, da das CH-ETS zum Preisnehmer würde. Unabhängig von der Wahl des Auktionsmechanismus wäre die Schweiz

---

<sup>65</sup> Es wird erwartet, dass nach 2012 mehr als 50% der EUAs versteigert werden (Stand August 2009). Die grosse Zahl erklärt sich durch den grossen Anteil der Emissionen bei der Stromproduktion. Vorläufige Analysen im Rahmen dieses Berichtes zeigen, dass der zu versteigernde Anteil in der Schweiz 2013 bei ca. 8% liegen würde und bis 2020 auf 17% ansteigen könnte.

alleiniger Empfänger der Erträge aus dem Verkauf der versteigerten Emissionsrechte. Dieses Prinzip gilt auch in der EU-Mitgliedstaaten sind die alleinigen Empfänger der Erträge, die sie aus dem Verkauf ihrer post-2012 EUAs erzielen.

Die Teilnahme kleiner Anlagen ist durch die EU-ETS Direktive gesichert. Dies würde auch für kleine Schweizer Anlagen gelten, da sie ohnehin freien Zugang zu den EU-Auktionen haben, solange sie ein Konto bei einem der europäischen Register haben. In der Folge einer erfolgreichen Verknüpfung würde zudem vermutlich ein Schweizer Register genügen, um an den EU-Auktionen teilzunehmen. Wenn also das System auf reinen Marktregeln basieren soll, und über einen liquiden Sekundärmarkt verfügt, gibt es im Prinzip keinen Grund, eine Teilnahme an den Schweizer Auktionen auf Schweizer Unternehmen zu beschränken. Eine unbeschränkte Teilnahme an Schweizer Auktionen gilt daher im Folgenden als vorausgesetzt.

Angenommen, die Verknüpfungsverhandlungen zwischen der Schweiz und der EU erzielen ein Ergebnis, so stünden der Schweiz folgende Kernoptionen offen:

1. Aufbau eines eigenen nationalen Auktionssystems mit eigenen Regeln.
2. Aufbau eines eigenen nationalen Auktionssystems mit der Annahme der EU-Auktionsregeln.
3. Kooperation mit einem anderen EU-Mitgliedsland und Aufbau einer gemeinsamen Versteigerungsplattform.
4. Direkter Verkauf der Emissionsrechte an den Markt.

Die **erste Option** würde nur dann Sinn machen, wenn die von der EU gewählten Auktionsmechanismen als ineffizient oder schwierig für die in der Auktion teilnehmenden Anlagen angesehen würden. Die Erfahrung mit Auktionen und Verkäufen in Phase 2 zeigt jedoch, dass die Effizienz der Auktion ein zentrales Kriterium in der Gestaltung des Systems in der EU bildet. Die EU-ETS Direktive stellt zudem den Zugang für kleine Marktteilnehmer sicher. Das bedeutet, dass ihnen keine unverhältnismässigen Belastungen auferlegt werden. Das Risiko in der Gestaltung eigener Regeln liegt zudem darin, dass die Preisformation in der Schweiz möglicherweise etwas anders ausfällt als in den EU-Auktionen. Dies könnte zu unerwarteten Handlungen durch schweizerische oder europäische Teilnehmer führen, indem sie versuchen, Arbitragemöglichkeiten oder Gaming Möglichkeiten zu nutzen.

Die **zweite Option** bedeutet im Prinzip, eine kleinere Ausgabe der EU-Auktionen in der Schweiz aufzubauen. Bei freier gegenseitiger Marktteilnahme sollte sich der Marktpreis in der Schweiz und in der EU nicht unterscheiden. Die Schweiz müsste jedoch die vollen Kosten des Aufbaus und der

Umsetzung der nationalen Plattform tragen. Bei den geringen zu erwartenden Auktionsvolumina könnten die relativen Kosten beachtlich sein.

Die **dritte Option** erzielt aus der Perspektive der Anlagen ein vergleichbares Ergebnis wie die zweite Option. Durch den gemeinsamen Aufbau und die gemeinsame Betreuung der Plattform würden die Kosten jedoch unter den teilnehmenden Staaten aufgeteilt. Während die Marktteilnahme in Phase 2 normalerweise kostenlos durch Finanzinstitute ermöglicht wurde, gehen Marktbeobachter davon aus, dass für Phase 3 ein gewisser, noch nicht definierbarer Betrag für diese Dienstleistung zu entrichten sein wird. Die Frage der Kosten für eine Marktteilnahme ist schliesslich Gegenstand des Kommitologieprozesses, der erst abschliessende Antworten bringen wird.

Der direkte Verkauf der CHUs (**vierte Option**) in den Markt könnte sich in der Theorie als kosteneffiziente und attraktive Option erweisen, da die Preise beim Verkauf und einer Auktion in einem Markt mit starkem Preissignal aus dem Sekundärbereich in etwa gleich sein sollten. Diese Möglichkeit ist in der Richtlinie für Phase 3 nicht mehr vorgesehen.

Die Auswahl des Auktionsmechanismus ist nur dann relevant, wenn sich die Schweiz dazu entschliesst, ein eigenes nationales System aufzubauen. Da ein Preisfindungs-Mechanismus nicht notwendig ist, und die unbeschränkte Teilnahme (nicht-schweizerischer Teilnehmer) das Risiko von Marktkollusion deutlich verringert, wäre eine einfache verdeckte Auktion die kostengünstigste Methode für die kleinen Volumina der Schweiz. Ein Einheitspreis würde eine gerechte Teilnahme wahren und wäre vermutlich die einzige Option.<sup>66</sup> Bei den übrigen Optionen würde die Schweiz Regeln annehmen und nicht selbst gestalten.

Insgesamt ist die dritte Option, die Kooperation mit anderen Mitgliedstaaten im Rahmen einer gemeinsamen Plattform, vermutlich die effizienteste Option für die Schweiz. Als Alternative würde der direkte Verkauf der Emissionsrechte eventuell sogar noch geringere Verwaltungskosten (oder Dienstleistungsgebühren bei einer Auslagerung) mit sich bringen. Diese Alternative ist gegenwärtig vom Text der Richtlinie ausgeschlossen, da neben der kostenlosen Zuteilung nur Versteigerungen als Zuteilungsmechanismus vorgesehen sind, und müsste im Rahmen der bilateralen Verhandlungen der Schweiz mit der EU eröffnet werden.

## 4.7.2 Szenario ohne Verknüpfung

---

<sup>66</sup> Sollte die EU-Plattform ein Einheitspreismodell vorziehen und die Schweiz ein diskriminiertes Auktionssystem wählen, so würde eine starke Präferenz für die Auktionen der EU entstehen.

Im Fall eines geschlossenen Systems, ist eine frühe Auktion der CHUs zu Beginn des Jahres 2013 (oder noch früher, um einen funktionierenden Markt sicherzustellen) unabdingbar, um sofort ein verlässliches Preissignal in das neu geschaffene CH-ETS zu geben. Dies fördert das Marktvertrauen, besonders auch unter den kleineren Marktteilnehmern, und stimuliert die Marktbeteiligung.

Hofmann (2006) argumentiert, dass in Abwesenheit einer Auktion zum Beginn einer Handelsperiode, der Preis der ersten gehandelten Emissionsberechtigungen in einem relativ illiquiden Markt und Spekulationen durch Marktexperten eher unzuverlässige Preissignale produzieren. Dadurch entsteht eine längere Periode der Unsicherheit über den "realen" Marktpreis als bei einer frühzeitigen Versteigerung. Preissignale sind zudem aus bilateralen Transaktionen schwieriger zu erzielen als aus Auktionen, da die Preise dort veröffentlicht werden.

Sollte sich die Schweiz gegen eine Verknüpfung mit dem EU-ETS entscheiden, würde ihr dies auf den ersten Blick einen grösseren Entscheidungsspielraum in Bezug auf die Gestaltung von Auktionen und/oder den Verkauf der CHUs eröffnen. Eine tiefer gehende Analyse (wie im Weiteren beschrieben wird) zeigt jedoch sehr schnell, dass dies nicht wirklich der Fall ist.

Einerseits hätte eine Auktion, sofern diese Option gewählt wird, in einem geschlossenen System drei wichtige Hürden zu überwinden. Erstens gibt es in der Schweiz kein richtiges Preissignal aus dem Sekundärmarkt. Das Auktionsmodell müsste also so ausgelegt sein, dass es eine stabile Preisfindung sichert. Dies würde bedeuten, dass ein dynamisches Auktionsmodell bevorzugt werden sollte. Zweitens wird die Möglichkeit einer Kollusion zum wichtigen Aspekt, nicht nur bei der Wahl des Auktionsmodells, sondern auch, weil die Handelsvolumina und die Anzahl grösserer Marktteilnehmer sehr gering sind. Ein solches Verhalten wird noch gefördert, wenn die Marktteilnehmer wissen, dass der Markt überalloziiert ist (d.h. die Summe der zur Verfügung stehenden CHUs und CERs ist grösser als die erwartete Summe der Emissionsgutschriften, welche die Unternehmen in den ersten Jahren der post-2012 Periode vorweisen müssen). Eine schnelle, nicht öffentliche Transaktion wichtiger Marktteilnehmer reicht aus, um zum Beispiel sicherzustellen, dass Preise in einer ansteigenden Preisauktion auf sehr geringem Niveau verbleiben.

Um Kollusion zu vermeiden, müsste in einer ansteigenden Preisauktion ein Reservepreis<sup>67</sup> unterhalb, aber sehr nahe am Preis der offensichtlichen Alternative (im Fall der Schweiz der Preis von CERs), gewählt werden. In solch einem Szenario könnte der Veranstalter der Auktion auf diese Weise verhindern, dass die Preise aufgrund von Kollusion gegen Null tendieren. Teilnehmer sollten

---

<sup>67</sup> *Minimumpreis, den der Administrator fest legt und unter welchem keine Emissionsberechtigungen verkauft werden.*

ihre Gebote an Volumina binden. Wenn die in den Geboten genannten Volumina das Angebot übersteigen, steigt der Preis in der folgenden Runde. Die Auktion endet entweder, wenn die nachgefragte Menge geringer ist als das Angebot, oder wenn der Preis den Reservepreis bzw. das Preisniveau einer CER erreicht.

Letztendlich spiegeln sich die Kosten für den Aufbau und die Durchführung aufwendiger dynamischer Auktionen für solch kleine Volumina in sehr hohen Transaktionskosten pro Tonne wider.

Auf der anderen Seite ist der Direktverkauf von CHUs in den Markt ohne das Vorhandensein eines funktionierenden Preissignals kaum eine Option. Da die grosse Mehrheit der CHUs kostenlos ausgegeben wird, könnten Transaktionskosten schnell willkürlich sein.

In einem nicht verknüpften System wäre die einzige Option, eine ansteigende Preisauktion mit einem hohen Reservepreis. Die Kosten, diese aufzusetzen, könnten jedoch ein unverhältnismässiges Ausmass annehmen.

Für den Fall, dass der Flugverkehr in diesem Szenario ohne Verknüpfung mit dem EU-ETS dem Schweizer Emissionshandel unterstellt wird, muss das Auktionssystem der veränderten Ausgangslage angepasst werden.

## 5 Neueintritte und Flugverkehr

Über den Einbezug der CO<sub>2</sub>- Emissionen aus dem Flugverkehr in der Schweiz liegt in der Schweiz zur Zeit noch keine Entscheidung vor. Die EU hat entschieden, die Flugverkehrsemissionen ab 2012 in das EU-ETS einzubeziehen. Der Einschluss des Flugverkehrs weicht in der Regulierung vom Einbezug von neuen Sektoren oder neuen Anlagen („new entrants“) ab wie im Folgenden beschrieben wird.

Um den Einbezug des Flugverkehrs in einem etwas breiteren Kontext zu verstehen, müssen diese Bestimmungen über Neueintritt von Sektoren oder Anlagen in Betracht gezogen werden. Obwohl, die Erfahrung der EU nicht unbedingt als Grundlage für die Schweiz benutzt werden kann, gibt der europäische Denkansatz einen Hinweis darauf, welche Themen für den Einbezug des Flugverkehrs in der Schweiz nach 2012 relevant sind. Im europäischen Kontext können vier Fälle von Neueintritten von Sektoren oder Anlagen identifiziert werden:

- **Neueintritte im Elektrizitätssektor:** Da diese Unternehmungen EUAs über Auktionen beschaffen müssen, hat ein Neueintritt keine Auswirkung auf die gesamte Anzahl der EUAs im System. Durch die zusätzliche Nachfrage werden die Preise nach der Logik des Marktes ansteigen.

- **Neueintritte im Industriesektor:** Industrielle Anlagen erhalten einen Teil ihrer Emissionsberechtigungen kostenlos zugeteilt. Neueintretende Anlagen erhalten diese aus der Reserve für neue Marktteilnehmer („New Entrants’ Reserve“, NER). Das ist eine Rückstellung von EUAs, die zu Beginn der Handelsperiode für diesen Zweck aus der Gesamtmenge der EUAs getätigt wurde. Somit erhöht der Einbezug einer neuen Anlage wohl nicht die Gesamtmenge der EUAs, hingegen werden EUAs aus der NER herausgelöst.
- **Neue Sektoren oder neue Gase:** Der Einbezug von neuen Sektoren oder neuen Gasen kann zu einem Anstieg der gesamten Menge an Emissionsberechtigungen im System führen. Diese Sektoren und Gase sind Gegenstand der Reduktionsanstrengung der Mitgliedstaaten, um das Kyoto-Ziel zu erreichen. Diese Sektoren und Gase sind somit in der AAU Buchhaltung der Staaten widerspiegelt. Deren Einführung bedingt deshalb eine Umwandlung der entsprechenden Menge an AAUs in EUAs<sup>68</sup> in dem Masse, in dem die Staaten die Emissionsberechtigungen für die entsprechenden Sektoren und Gase zuordnen wollen. Dies entspricht einem impliziten Begrenzungsziel für diese Sektoren und Gase<sup>69</sup>.
- **Sektoren, die nicht durch das Kyoto-Protokoll abgedeckt sind (z.B. Flugverkehr):** Emissionen aus dem internationalen Flugverkehr sind nicht durch das Kyoto-Protokoll reguliert. Deshalb erscheinen diese Emissionen auch nicht in der nationalen AAU Buchhaltung. Eine Emissionsberechtigung, die exklusiv an Fluggesellschaften ausgestellt resp. versteigert wird, entspricht somit keinem AAU<sup>70</sup>. Der Ansatz der EU war auch, spezielle Flug-EUAs zu erschaffen, die alleine von Fluggesellschaften für die Zielerfüllung verwendet werden können. Damit wird verhindert, dass industrielle Sektoren oder die Energieunternehmen Emissionsberechtigungen kaufen, die keinem AAU entsprechen. Die Fluggesellschaften können hingegen normale EUAs erwerben. Diese zusätzliche Nachfrage aus dem Flugverkehr kann dazu führen, dass etwas weniger EUAs für die Industrie und die Energieunternehmen zur Verfügung stehen.

---

<sup>68</sup> Das ist in Artikel 24.2. der Direktive 2009/29/EC widerspiegelt, der die Möglichkeit der Ausstellung von neuen Emissionsberechtigungen im EU-ETS vorsieht.

<sup>69</sup> Wir sprechen von einem „impliziten Begrenzungsziel“, da im Prinzip von Phase 3 des EU-ETS keine einzelne Anlage oder Sektor ein explizites Begrenzungsziel hat. Das Begrenzungsziel gilt einzig für die Gesamtheit der im EU-ETS regulierten Anlagen.

<sup>70</sup> Siehe die detaillierte Diskussion über Flugverkehrs-EUAs und der Unterschied von internationalen und Binnen-Flügen in Kapitel 4.8 und 4.9 der Impactassessment Studie (COM (2006) 818 Final) .

Würde die Schweiz den Flugverkehr mit ähnlichen Regeln wie die EU in das Schweizer ETS einbeziehen, wäre im Fall ohne Verknüpfung der Effekt ähnlich wie im letzten der oben beschriebenen vier Fälle. Die Nachfrage nach normalen CHUs aus dem ETS der Industrieanlagen würde dabei zu einem starken Masse davon abhängen, wie die Flugverkehr-CHUs an die Fluggesellschaften verteilt und zu welchem Grad die Fluggesellschaften in der Lage sind, ihre eigenen Emissionen zu reduzieren. Würden die Fluggesellschaften ihren Reduktionszielen nicht nachkommen können, so könnte dies zu einem signifikanten Anstieg der Nachfrage nach normalen CHUs führen, und entsprechend zu einem Anstieg der CHU-Preise. Im nicht verknüpften ETS sind die Preissensitivitäten aufgrund der kleinen Marktgrösse vermutlich viel höher als vergleichbare Sensitivitäten im EU ETS.

Der Flugverkehr wird in dieser Studie nicht im Detail abgehandelt. Das Bundesamt für Zivilluftfahrt BAZL hat eine separate Studie<sup>71</sup> in Auftrag gegeben, um die Auswirkungen der Regulierung von Emissionen aus dem Flugverkehr mittels Emissionshandel auf die Schweiz zu untersuchen. Der besagte Bericht beinhaltet auch die Abschätzung der Emissionen aus der Luftfahrt in der Schweiz, wie sie mit den europäischen Regeln ermittelt würden. Das vorliegende Kapitel gibt deshalb lediglich einen Überblick über die Bausteine der europäischen Flugverkehrs-ETS Direktive, und fasst die Schlussfolgerungen der Impact Assessment Studie der EU-Kommission zum Thema Flugverkehr aus dem Jahre 2006 zusammen, die vor dem Gesetzesentwurf erstellt wurde.

## 5.1 Zusammenfassung der europäischen ETS-Bestimmungen

Mit der Direktive 2008/101/EG, welche die ETS Direktive 2003/87/EG ergänzt, hat die EU den Einbezug des Flugverkehrs in den Emissionshandel beschlossen. Folgende Bausteine der Bestimmungen können identifiziert werden:

**Umfang:** Der Einbezug des Flugverkehrs in den Emissionshandel umfasst alle Flugbewegungen, die innerhalb der EU von einem Mitgliedstaat in einen anderen, aber auch jene, die aus dem EU-Raum hinaus resp. in die EU hinein stattfinden. Somit werden also auch nicht europäische Fluggesellschaften erfasst, die auf EU-Flughäfen starten und/oder landen. Flüge mit einem Startgewicht von unter 5'700 kg sind von der Regulierung ausgenommen. Die gesamte Liste der Ausnahmen ist in Annex 1 der Direktive enthalten.

**Startjahr:** Die Gesetze sind im November 2008 in Kraft getreten, die Fluggesellschaften sind jedoch erst ab dem 1. Januar 2012 von der Emissionsbegrenzung betroffen.

---

<sup>71</sup> Die Studie kann auf der BAZL-Seite bezogen werden: <http://www.bazl.admin.ch/>

**Emissionsbegrenzung („cap“):** Die Höhe der Emissionsbegrenzung wurde auf 97% der Durchschnittsemissionen der Jahre 2004-2006 für das Jahr 2012 festgelegt. Die Begrenzung wird für die Periode von 2013 bis 2020 auf 95% gesenkt.

**Emissionsberechtigungen:** Der Flugverkehr wird spezielle Flugverkehr-EUAs erhalten. Diese können nicht von nicht Flugverkehr Teilnehmern im EU-ETS verwendet werden. Die Fluggesellschaften können jedoch eine unbeschränkte Anzahl regulärer EUAs für ihre Zielerreichung verwenden. Die beiden EUA-Systeme (Flug / regulär) sind somit asymmetrisch verknüpft.

**Versteigerung:** Mit dem Jahr 2012 werden 15% der Flugverkehr-Emissionsberechtigungen an die Fluggesellschaften versteigert werden. Die restlichen Flugverkehr-EUAs werden wie unten beschrieben kostenlos zugeteilt.

**Kostenlose Zuteilungen bis zum Benchmark:** Die Methode für die kostenlose Zuteilung basiert auf der Grösse Einkommens-Tonnenkilometer des Flugzeugs („Revenue Tonnes Kilometers“, RTK). RTK steht für das aktuelle Frachtgewicht oder Passagiere, das die Fluggesellschaft in der Vergangenheit transportiert hat. Im Gesetzestext wird dieses Mass als „Verified Tonnes Kilometres“ bezeichnet.

Für Berechnungszwecke wird das Gewicht von einem Passagier inklusive Gepäck mit 100 kg eingesetzt. Die Gesellschaften können auch Echtzeit-Daten zu Passagieren und Frachtbeladung verwenden.

**CER Einsatz:** Zusätzlich zu den zugewiesenen und aus Auktionen erworbenen EUAs können die Gesellschaften bis zu 15% ihrer Emissionsberechtigungen des Jahres 2012 an CER für ihre Zielerreichung einsetzen. Die unbenutzte 2012er Quote kann in die folgende Phase 3 übertragen werden („banking“). Ab 2013 erhalten die Gesellschaften eine zusätzliche Quote, die 1,5% der verifizierten Emissionen des Zeitraums von 2013 bis 2020 entspricht.

## 5.2 Ergebnisse der EU „Impact Assessment“ Studie

Die EU-Kommission hat vor dem Gesetzesvorschlag eine gründliche Studie zu den Auswirkungen eines Einbezugs des europäischen Flugverkehrs in das EU-ETS durchgeführt. Die Schlüsselerkenntnisse dieser Studie sind im Folgenden dargelegt:

- Die europäischen Treibhausgasemissionen aus internationalen Flügen stiegen zwischen 1990 und 2004 um 87% an, und der Flugverkehr wird sich gemäss Prognosen im Zeitraum zwischen 2005 und 2020 verdoppeln
- Die Modellierung der ökonomischen Auswirkungen wurde mittels drei verschiedener Modelle durchgeführt: AERO, PRIMES und REMOVE. Die Ergebnisse zeigten, dass der Einbezug nur einen beschränkten Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der Fluggesellschaften haben wird. Das liegt an der Möglichkeit der Gesellschaften, die ETS-Kosten an die Kunden zu überwälzen. Eine kostenlose Zuteilung würde dieses Verhalten – wie auch im Energiesektor – nicht ändern, da alle Fluggesellschaften in gleicher Weise betroffen wären und deshalb keine Nachteile im internationalen Wettbewerb entstehen würden.
- Mit EUA-Preisen von 30 €/t CO<sub>2</sub> würden die Ticketpreise um 4,6 € (Kurzstrecke) bis 39,6 € (Langstrecke) entsprechend der Flugdistanz erhöht.
- Ein Prozent der Passagiere in EU-Flughäfen sind Transit-Passagiere, d.h., dass sie von ausserhalb der EU zu einer Destination ausserhalb der EU fliegen. Nur 2,6% dieser Passagiere würden aufgrund der höheren Ticketpreisen einen Transit-Flughafen ausserhalb der EU wählen (Annahme: EUA-Preise von 30 €/t CO<sub>2</sub>).
- Die Anwendung des auf Tonnenkilometer bezogenen Benchmarks für die kostenlose Zuteilung schafft Anreize für weniger CO<sub>2</sub>-intensive Flugzeugtypen und einem effizienteren Flugzeugeinsatz (Streckenoptimierung).

## TEIL C: Modellsimulationen: Auswirkungen eines Schweizer ETS post 2012

---

In den folgenden Kapiteln werden die Ergebnisse der Modellrechnungen dargestellt. Die Einführung eines Schweizer Emissionshandelssystems – ob mit oder ohne Verknüpfung mit dem EU-ETS – beeinflusst unmittelbar die Preise, die innerhalb der Volkswirtschaft für die Treibhausgasemissionen gezahlt werden müssen. Hiervon gehen, über verschiedene nachfolgende Effekte, Wirkungen auf makroökonomische Grössen wie Wohlfahrt, Konsum, Investitionen etc. aus. Die Darstellung der Ergebnisse orientiert sich an den im Teil A vorgestellten Szenarien. In Kapitel 1 werden die beiden Hauptszenarien mit und ohne Verknüpfung zum EU-ETS gegenüber gestellt. Anschliessend folgen in Kapitel 2 zunächst die Szenarien mit Verknüpfung mit dem EU-ETS. Hier wird der Einfluss der Schwellenwerte für den Einbezug ins Schweizer ETS (Abschnitt 2.1), der Regeln für die kostenlose Vergabe von Emissionsrechten (Abschnitt 2.2) sowie der Preise für europäische Emissionsberechtigungen (Abschnitt 2.3) untersucht. Daran schliesst sich das Kapitel 3 an, das die Auswirkungen der Szenarien ohne Verknüpfung mit dem EU-ETS diskutiert. Es beschreibt die Reaktionen auf die Regeln für die Zulassung von Emissionszertifikaten aus Entwicklungsländern (Abschnitt 3.1), auf die Regeln für die kostenlose Vergabe von Emissionsrechten (Abschnitt 3.2), auf die Szenarien des Wirtschaftswachstums (Abschnitt 3.3) sowie des Betriebs von Gaskombikraftwerken (Abschnitt 3.4). Den Abschluss des Teil C bildet die Sensitivitätsanalyse in Kapitel 4, in dem die Abhängigkeit der Simulationsergebnisse von den Modellannahmen untersucht wird.

### 1 Auswirkungen der Hauptszenarien mit und ohne Verknüpfung mit dem EU-ETS

#### 1.1 Emissionshandel und Treibhausgasminderung

##### 1.1.1 Preise für Emissionsgutschriften

Das in dieser Studie eingesetzte Gleichgewichtsmodell **GENESWIS** analysiert Veränderungen innerhalb der Schweizer Volkswirtschaft für den Zeithorizont von 2013 bis 2020. Ausgangspunkt dieser Veränderungen sind in den meisten Szenarien unterschiedliche Kosten für die Emission von Treibhausgasen. Sie werden vor allem durch die Preise für Emissionsgutschriften bestimmt, aber auch durch verschiedene Modalitäten ihrer Vergabe oder die institutionelle Ausgestaltung des Emissionshandels. Abbildung 11 stellt die Preise für Schweizer Emissionsrechte im Hauptszenario ohne Verknüpfung mit dem EU-ETS dar. Das Preisniveau ist aus mehreren Gründen niedrig:

- In der angenommenen BAU-Entwicklung nehmen die Treibhausgasemissionen der ETS-Anlagen im Betrachtungszeitraum leicht ab (vgl. Tabelle 1). Beim vorgegebenen Absenkepfad für die im ETS regulierten Emissionen von jährlich -1,74% liegt die im ETS zu erzielende Minderung im Vergleich zum BAU im Zeitraum 2013 bis 2020 bei lediglich knapp 8%.
- Bei Ausschöpfung der in den Hauptszenarien unterstellten EU-Regel für die CER-Limite wird etwas mehr als die Hälfte dieser Minderung durch ausländische Emissionszertifikate abgedeckt. Die verbleibende inländische Minderungsleistung der ETS-Anlagen liegt deshalb bei lediglich 3,4% oder ungefähr 0,2 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>e pro Jahr.
- Die CHU-Preise des Modells entsprechen den Grenzkosten der Treibhausgasminderung (siehe Teil A, Kapitel 4.2), die einen exponentiellen Verlauf in Abhängigkeit der Minderungsleistung der ETS-Anlagen aufweisen. Deshalb liegen die CHU-Preise im Modell bei einer Minderungsleistung von unter 7% unter 50 Franken, steigen darüber aber schnell deutlich an (vgl. Abbildung 5).
- Transaktionskosten, Marktmacht und Unsicherheit können die Preise in der Realität über das Niveau der Grenzvermeidungskosten hinaus erhöhen.

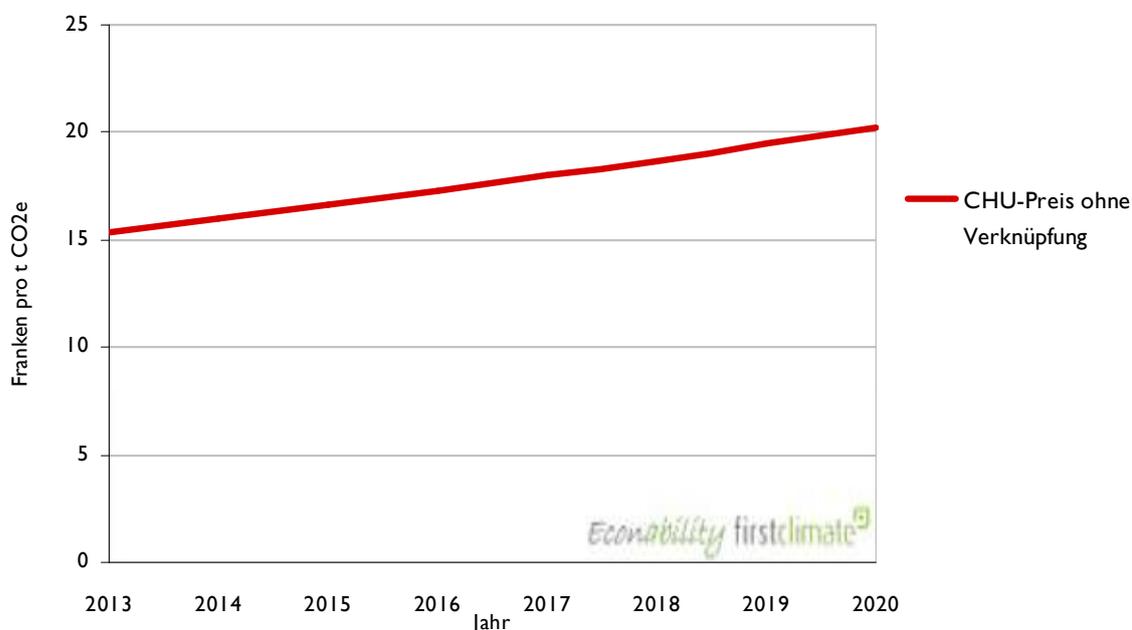


Abbildung 11: Hauptszenario ohne Verknüpfung: Preise für Emissionsrechte in Franken pro t CO<sub>2</sub>e.

Im Gegensatz zu den CHU-Preisen werden die Preise für europäische Emissionsberechtigungen (EUA-Preise) in dieser Studie nicht mit Hilfe von Modellsimulationen berechnet, sondern exogen vorgegeben. Diese exogenen Annahmen orientieren sich an möglichst realistischen Marktpreisen, die neben den Grenzvermeidungskosten Aspekte wie Transaktionskosten, Unsicherheit und strategische Marktinteraktion abbilden. Es wird angenommen, dass die Preise für europäische Emissionsberechtigungen mit einer jährlichen Wachstumsrate von 4% bis 2020 auf 36 Euro pro Tonne CO<sub>2</sub>e (CHF von 2005) steigen (siehe Kapitel 2.1.2).

Zwar sind die angenommenen EUA-Preise höher als die in Abbildung 11 ausgewiesenen CHU-Preise. Der Schluss, die Preise in einem nationalen ETS ohne Verknüpfung zum EU-ETS seien tiefer als in einem ETS mit Verknüpfung, kann daraus jedoch nicht gezogen werden. Die Preise sind nicht direkt vergleichbar, weil die EUA-Preisannahme kein Modellresultat darstellt. Deshalb werden in Kapitel 2.3 die Auswirkungen verschiedener EUA-Preisannahmen untersucht. Zudem hängen die tiefen Preise im nationalen ETS davon ab, ob die Business As Usual-Entwicklung (BAU) und die Grenzkosten sich so verhalten wie hier abgebildet. Wenn die Minderungserfordernis wegen höherer BAU-Emissionen in der Realität höher ausfällt als in dieser Studie angenommen, können die Preise in einem ETS ohne Verknüpfung erheblich ansteigen. Beim hier verwendeten – ebenfalls unsicheren – Verlauf der Grenzvermeidungskosten (vgl. Abbildung 5) liegen die Preise im Schweizer ETS ohne Verknüpfung ab einer Minderungserfordernis von ca. 7% gegenüber dem BAU über dem angenommenen Preisniveau im EU-ETS.

Im Hinblick auf möglicherweise höhere Minderungsanstrengungen nach 2020 oder bereits nach einem klimapolitisch erfolgreichen Verlauf der Vertragsstaatenkonferenz der Klimarahmenkonvention in Kopenhagen ist die (frühzeitige) Verknüpfung mit dem EU-ETS also sinnvoll. Hinzu kommt, dass der grössere europäische Markt für Emissionsberechtigungen Unsicherheiten hinsichtlich der Preisentwicklung besser abfedern kann und Preisaufschläge aufgrund von Marktmacht in grösseren Märkten in der Regel weniger stark ausfallen.

### 1.1.2 Sektorale Minderungsanstrengungen

Mit Ausnahme der soeben betrachteten Preise werden die Ergebnisse der Szenarien jeweils in prozentualen Veränderungen im Vergleich zum Basisszenario ausgewiesen. Das Basisszenario (vgl. Teil A, Kapitel 2.1.1) ist kein Business As Usual-Szenario. Vielmehr bildet es eine Klimapolitik ab, die geeignet ist, das Schweizer Minderungsziel für 2020 (20% im Vergleich zu 1990 für das Aggregat aller Treibhausgase, die unter dem Kyoto-Protokoll reguliert sind) zu erreichen, allerdings ohne Emissionshandelssystem. Anstelle eines Emissionshandelssystems werden die Unternehmen einer Brennstoffabgabe mit Sätzen zwischen 55 (im Jahr 2013) und 110 (im Jahr 2020) Franken pro Tonne CO<sub>2</sub>e unterstellt.

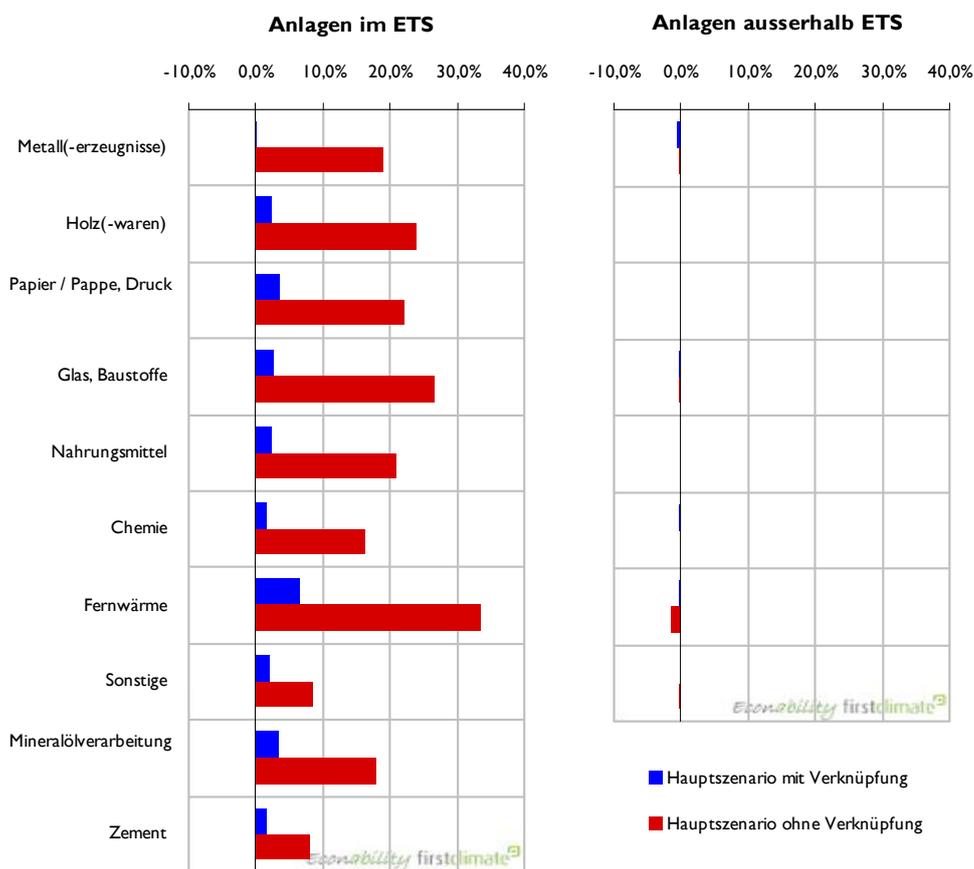


Abbildung 12: Emissionen: Vergleich des Hauptszenarios mit und ohne Verknüpfung – Veränderung der kumulierten Emissionen 2013-2020 gegenüber dem Basisszenario in %.

Abbildung 12 zeigt, dass die Anlagen im ETS mehr Treibhausgase ausstossen als im Basisszenario, in dem diese Anlagen die Brennstoffabgabe zahlen. Die inländischen Emissionen

nehmen im Vergleich zum Basisszenario jedoch nicht hauptsächlich wegen der geringeren Minderungserfordernis im ETS zu, sondern vor allem deshalb, weil die Schweizer Unternehmen Emissionsgutschriften aus dem Ausland zukaufen können. In einer globalen Betrachtung werden die zusätzlichen inländischen Emissionen somit im Ausland kompensiert. Im Fall ohne Verknüpfung sind dies ausschliesslich – bis zu einer bestimmten Grenze – Emissionszertifikate aus CDM- und JI-Projekten. Schweizer Unternehmen müssen ihre Emissionen also weniger stark reduzieren als im Basisszenario. Im Szenario ohne Verknüpfung fällt dieser Effekt stärker aus, weil die Preise der Emissionsrechte niedriger sind.

Die Unternehmen, die nicht am ETS teilnehmen, müssen – wie das rechte Teildiagramm der Grafik belegt – geringfügig mehr Treibhausgasemissionen mindern als im Basisszenario. Das liegt daran, dass die im ETS regulierten Anlagen im ETS-Fall etwas weniger Treibhausgasemissionen mindern als im Basisszenario. Im ETS-Fall sind deshalb die anderen Emittenten mit einer etwas höheren Brennstoffabgabe belastet als im Basisszenario, was entsprechend niedrigere Emissionen zur Folge hat. Die Abgabesätze steigen zwischen 2013 und 2020 von 61 auf 112 Franken pro Tonne CO<sub>2</sub>e, statt wie im Basisszenario von 55 auf 110 Franken.

## 1.2 Makroökonomische Auswirkungen

### 1.2.1 Konsum

Abbildung 13 zeigt eine leicht negative Wirkung des ETS auf den Konsum. Hinter diesem Ergebnis steckt das Zusammenwirken der Effekte, die durch die Einführung des ETS für die Schweizer Wirtschaft hervorgerufen werden (siehe hierzu der Exkurs im Kasten).

Die Preise für den Ausstoss von Treibhausgasen sind bei der Brennstoffabgabe und im ETS unter den in dieser Studie getroffenen Annahmen nicht identisch. Daraus resultieren unterschiedliche Grenzvermeidungskosten bei den Treibhausgasemittenten. Da der Ausgleich der Grenzvermeidungskosten zwischen den Emittenten Voraussetzung für eine kosteneffiziente Treibhausgasminderung ist, entsteht bei differenzierten Preisen für den Ausstoss von Treibhausgasen ein Effizienzverlust (Grenzvermeidungskosteneffekt).

Positive Wirkungen ergeben sich durch die Reduktion der Vermeidungskosten aufgrund der Zukäufe von Emissionsgutschriften aus dem Ausland (Kostenentlastungseffekt). Die Veränderung der gesamten Einnahmen aus den klimapolitischen Instrumenten (Abgabe und ETS) ist vernachlässigbar. Dennoch tritt ein positiver Zusatzlasteneffekt auf, weil durch den Einbezug der geogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen die Bemessungsgrundlage der klimapolitischen Instrumente verbreitert wird. Dem gegenüber steht die Gratiszuteilung von Emissionsrechten, welche die Zusatzlasten erhöht.

Da das Ergebnis des Zusammenspiels dieser Wirkungen das Konsumniveau senkt, lässt sich das Resultat auch wie folgt ausdrücken: Der negative Grenzvermeidungskosteneffekt dominiert beim Konsum leicht die positiven Effekte, insbesondere den Kostenentlastungseffekt.

#### Exkurs: Makroökonomische Effekte des Emissionshandels

Im Grossen und Ganzen können die makroökonomischen Einflüsse der in dieser Studie betrachteten Einführung eines Schweizer Emissionshandelssystems auf vier Effekte zurückgeführt werden: den (1) Grenzvermeidungskosteneffekt, den (2) Kostenentlastungseffekt, den (3) Zusatzlasteneffekt und den (4) Transaktionskosteneffekt.

##### **(1) Grenzvermeidungskosteneffekt:**

Ein wichtiges Kriterium für die Effizienz von klimapolitischen Massnahmen ist die Kosteneffizienz. Sie ist gegeben, wenn das Minderungsziel mit dem geringstmöglichen Einsatz von Produktionsfaktoren erreicht wird. Unter der realistischen Annahme, dass die Emittenten mit unterschiedlichen Verläufen ihrer Minderungskosten konfrontiert sind, impliziert Kosteneffizienz eine ungleiche Verteilung der Vermeidungsaktivitäten auf die Emittenten. Dies lässt sich durch eine einfache Überlegung verdeutlichen: Die Grenzvermeidungskosten, d.h. der Preis für die Reduktion einer zusätzlichen Schadstoffeinheit, sei beim Emittenten A geringer als beim Emittenten B. Ein gegebenes globales Minderungsziel liesse sich dann kostengünstiger erreichen, wenn Emittent A seinen Schadstoffausstoss um eine Einheit verringert und Emittent B sie um eine Einheit erhöht. Das Optimum ist erreicht, wenn die letzte vermiedene Schadstoffeinheit überall mit den gleichen Kosten verbunden ist.

Die Erhebung einer einheitlichen Brennstoffabgabe, wie sie im Basisszenario enthalten ist, verändert eine in diesem Sinne optimale Situation nicht, da der Abgabesatz für jeden Emittenten gleich ist. Unterschiede in der Zahllast ergeben sich allein aus einem abweichenden Brennstoffverbrauch. Für die Schweiz ergeben sich allerdings Ineffizienzen daraus, dass bestimmte Treibhausgasemissionen aus einem Kalkül der Grenzvermeidungskosten von vornherein ausgeschlossen sind. Der Grund hierfür ist, dass auf diese Emissionen keinerlei CO<sub>2</sub>-bezogene Abgaben erhoben werden. Zu nennen sind hier die Treibstoffe und die geogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen. Hieraus resultiert also auch im Basisszenario eine nichteffiziente Allokation der Minderungen.

Die Einführung eines Emissionshandelssystems führt dazu, dass der Preis für den Ausstoss der Treibhausgase nicht mehr einheitlich ist. Diejenigen Sektoren, die am ETS teilnehmen, können Emissionsgutschriften erwerben oder veräussern. Deren Preise werden am Markt gebildet. Alle anderen Sektoren sind weiterhin mit der einheitlichen Brennstoffabgabe belastet. Die einzelwirtschaftlichen Entscheidungen über die vorzunehmenden Minderungen sind somit nicht mehr allein von den technischen Möglichkeiten der Vermeidung und deren Kosten beeinflusst. In der Folge kommt es gegenüber dem Basisszenario zu einer Verringerung der Effizienz hinsichtlich des Ausgleichs der Grenzvermeidungskosten (Grenzvermeidungskosteneffekt).

Der Grenzvermeidungskosteneffekt wird abgemildert durch den Einbezug der geogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen in den Emissionshandel, die damit dem Minderungsziel unterliegen. Insgesamt ist er aber negativ und führt zu einer Reduktion der Wohlfahrt.

##### **(2) Kostenentlastungseffekt**

Im Emissionshandelssystem besteht die Möglichkeit, Emissionsgutschriften aus dem Ausland zuzukaufen. Ausländische Grenzvermeidungskosten sind häufig niedriger als in der Schweiz. Die Hauptgründe hierfür sind die CO<sub>2</sub>-freie Schweizer Stromproduktion und der geringe Anteil energieintensiver Industrie. Hierdurch sinken im Inland die Vermeidungskosten (Stellt man die Minderung und die dabei anfallenden Grenzvermeidungskosten in einem Diagramm dar, entspricht dies einer Bewegung entlang der Grenzvermeidungskostenkurve nach links). Diese Reduktion der Vermeidungskosten ist der Kostenentlastungseffekt.

##### **(3) Zusatzlasteneffekt**

Zur Finanzierung der von ihm übernommenen Aufgaben benötigt der Staat Einnahmen. Er erhält

sie, indem er Steuern und Abgaben erhebt. Er bewirkt dadurch innerhalb der Volkswirtschaft eine Umverteilung der Kaufkraft mit dem Ziel, den Bürgern Kaufkraft zu entziehen, über deren Verwendung er dann disponieren kann. Effizient verhält er sich, wenn er die Allokation der Güter, die die Unternehmen und Haushalte durch ihr wirtschaftliches Handeln herbeiführen, nicht verändert. Effizienzmindernde Effekte bleiben nur dann aus, wenn die Einnahmeerzielung die relativen Preise der Güter nicht verändert. Für den Bereich der Steuern kann dieses Ideal beispielsweise durch eine Kopfsteuer erreicht werden, eine einheitliche Abgabe für jeden Bürger, die keinerlei persönliche Umstände berücksichtigt. Die realen Steuern in modernen Volkswirtschaften erfüllen dieses Ideal hingegen nicht. Sie verändern auf vielfältige Weise die relativen Preise, etwa zwischen verschiedenen Gütern oder zwischen Arbeit und Freizeit. Die Wirtschaftssubjekte reagieren auf diese Veränderungen, sie überdenken ihre Dispositionen und es entstehen effizienzmindernde Substitutionseffekte. Diese werden als Zusatzlasten der Besteuerung bezeichnet.

Neben dem Ideal der Kopfsteuer lassen sich verschiedene Kriterien aufzeigen, an denen eine Steuer oder eine Abgabe orientiert werden muss, um die mit ihr verbundenen Zusatzlasten zu reduzieren. So lässt sich belegen, dass die Substitutionseffekte umso geringer sind, je breiter die Bemessungsgrundlage ist. Sind im Extremfall alle Güter von ihr erfasst, bleiben die relativen Preise konstant. Auch zwischen Steuersatz und Zusatzlast besteht ein Zusammenhang: Je höher der Satz ist, umso stärker der Anreiz, durch eine Verhaltensänderung die Steuerlast zu reduzieren oder sich der Besteuerung ganz zu entziehen. Steuern mit niedrigen Sätzen haben also eine geringere Zusatzlast als Steuern mit hohen Sätzen.

Der in dieser Studie relevante Zusatzlasteneffekt ergibt sich dadurch, dass die Teilnahme der Schweiz am EU-ETS die Einnahmen des Staates verändert. Je nach dem Anteil der per Auktion zugeteilten Emissionsrechte und je nach Grösse der Carbon Leakage-Sektoren, die ihre Anfangsausstattung an Emissionsrechten weitgehend kostenlos erhalten, steigen oder sinken die Einnahmen aus den klimapolitischen Instrumenten. In den Sektoren, die am ETS teilnehmen, wird keine Brennstoffabgabe mehr gezahlt. Unter der im Modell geltenden Annahme eines gleich bleibenden Niveaus der Versorgung mit öffentlichen Gütern, muss der Staat Einnahmenverluste oder -steigerungen ausgleichen, indem er an anderer Stelle die Steuern erhöht oder senkt. Dies geschieht im Modell über die Variation des durchschnittlichen Mehrwertsteuersatzes. Die Erhebung einer Mehrwertsteuer verursacht gegenüber der Brennstoffabgabe geringere Zusatzlasten der Besteuerung, da sie eine breitere Bemessungsgrundlage aufweist und zudem die Sätze niedriger sind. Die Anreize, Wege der Steuervermeidung zu suchen, sind bei der Mehrwertsteuer entsprechend geringer als bei der Brennstoffabgabe. Der volkswirtschaftliche Zusatzlasteneffekt ist also in den hier betrachteten Szenarien positiv, wenn die Mehrwertsteuer erhöht werden muss!

Da die Schweizer CO<sub>2</sub>-Abgabe, anders als im Modell, nicht zur Finanzierung staatlicher Aufgaben herangezogen wird, sondern über Gesundheits- und AHV-Prämien rückverteilt wird, ist es notwendig, die Zusatzlasten dieser Rückverteilungsinstrumente näher zu betrachten: Die Senkung von Gesundheitsprämien beeinflusst die steuerlichen Zusatzlasten nicht. Die AHV-Beitragssätze weisen im Vergleich zur Mehrwertsteuer höhere steuerliche Zusatzlasten auf, so dass ihre Senkung die Zusatzlasten im Vergleich zu letzterer stärker verringert. Die Mehrwertsteuer liegt hinsichtlich der Zusatzlasteneffekte zwischen Gesundheitsprämie und AHV-Prämie. Die gewählte Vereinfachung hat deshalb im Rahmen der simulierten geringen Aufkommensunterschiede keinen nennenswerten Einfluss auf die Beurteilung der steuerlichen Effizienz. Der Zusatzlasteneffekt ist also auch in der Realität positiv, wenn die Einnahmen aus den klimapolitischen Instrumenten zurückgehen.

Tabelle 14: Vergleich von Brennstoffabgabe mit ETS und ohne ETS, in Franken pro t CO<sub>2</sub> (real, 2005). Zwischenwerte bis 2020 leicht konvex ansteigend.

Szenario	Jahr	2013	2020
		Brennstoffabgabe mit ETS	vorgegeben durch Ecoplan, Sz. 1
Brennstoffabgabe ohne ETS	Basisszenario	55	110

**(4) Transaktionskosteneffekt**

Der Transaktionskosteneffekt ist negativ und setzt sich aus den Kosten zusammen, die für die Unternehmen entstehen, die am EU-ETS teilnehmen. Dazu zählen alle Kosten, die über die Preise für die Emissionsgutschriften hinaus anfallen, z.B. Informationskosten, Strategiekosten, Kosten der Marktbeobachtung und des Handels selbst. Die Erhebung einer Brennstoffabgabe ist bei gleichem Vermeidungsziel für die Unternehmen und Haushalte mit geringerem finanziellem Aufwand verknüpft.

Diese Kosten sind sehr schwer quantifizierbar und deshalb nicht im Modell enthalten.

Hinzu kommt hier allerdings der Einfluss der Transaktionskosten, die im Modell nicht betrachtet werden. Diese Kosten fallen für alle Teilnehmer am Emissionshandel an und wirken dämpfend auf den Konsum, sie würden also die Kurven nach unten verschieben. Ihre Höhe ist nur schwer quantifizierbar, es ist jedoch anzunehmen, dass sie die grundsätzliche Aussage des Diagramms nicht entscheidend verändern würden.

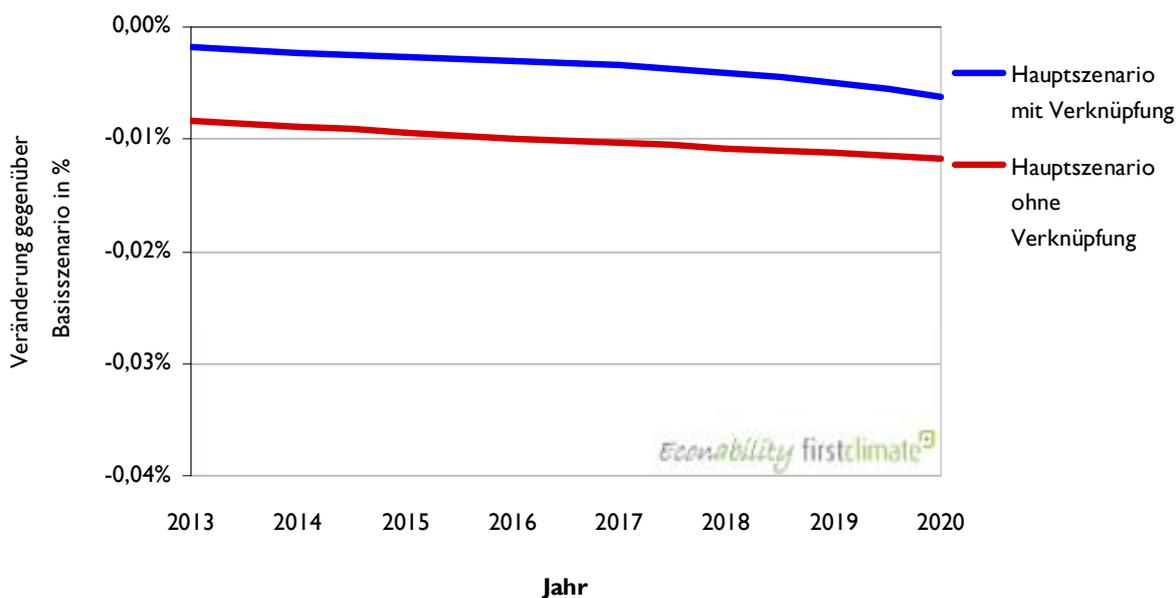


Abbildung 13: Konsum: Vergleich der Hauptszenarien mit und ohne Verknüpfung – Veränderung gegenüber dem Basisszenario in %.

Darüber hinaus richtet die Abbildung 13 den Blick auf den Vergleich der beiden Hauptszenarien dieser Studie, d.h. auf die Frage einer möglichen Verknüpfung des Schweizer Emissionshandels-systems mit dem EU-ETS. Ein Blick auf die Skala der Ordinate verdeutlicht, dass der Unterschied zwischen ihnen sehr gering ist. Der Konsum mit Verknüpfung liegt wegen der wohlfahrts-steigernden Wirkung des internationalen Handels – präziser: wegen der effizienteren Ausrichtung

an komparativen Vorteilen bei der CO<sub>2</sub>-Intensität – über jener des vergleichbaren Szenarios ohne Verknüpfung. Der Ausgleich der Grenzvermeidungskosten über internationale Grenzen hinweg fördert die Kosteneffektivität der Treibhausgasminderung.

## 1.2.2 Investitionen

Die Investitionsentscheidungen der Unternehmen werden durch die Einführung eines Emissionshandelssystems auf verschiedene Arten beeinflusst. Die erste Wirkung entsteht daraus, dass im ETS der Ausstoss von Treibhausgasen für die Unternehmen billiger ist als im Basisszenario mit einheitlicher Brennstoffabgabe. Hierbei handelt es sich wiederum um den Kostenentlastungseffekt, der die Rentabilität der Unternehmen verbessert. Folglich dehnen sie ihre Investitionstätigkeit aus. Ein Einfluss auf die Investitionen geht aber auch von der Substitutionsbeziehung zwischen Energie und den Produktionsfaktoren Arbeit und Kapital aus. Steigen die Energiepreise, streben die Unternehmen nach einer Verringerung ihres Energieverbrauchs und investieren beispielsweise in eine Modifikation ihrer Anlagen. Für den in dieser Studie untersuchten Fall der Einführung eines Emissionshandelssystems ist nach diesem Effekt ein Rückgang der Investitionen zu erwarten, da im Basisszenario mit der Brennstoffabgabe CO<sub>2</sub>-intensiver Energieeinsatz teurer ist.

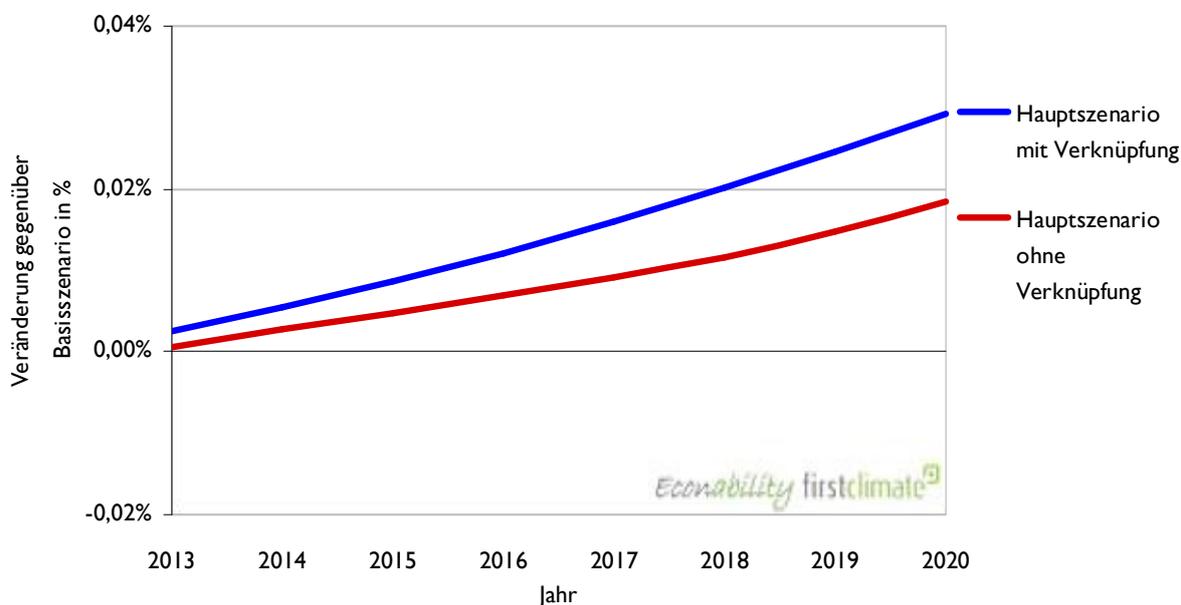


Abbildung 14: Investitionen: Vergleich der Hauptszenarien mit und ohne Verknüpfung – Veränderung gegenüber dem Basisszenario in %.

Abbildung 14 zeigt, dass das Resultat dieser Wirkungen in beiden Hauptszenarien positiv ist. Die Einführung eines Schweizer Emissionshandelssystems belebt somit die Investitionstätigkeit der Schweizer Unternehmen. Im Hauptszenario ohne Verknüpfung fällt sie etwas geringer aus als mit Verknüpfung. Hierfür sind die niedrigeren Preise für die Emissionsrechte und damit ein geringerer Substitutionseffekt verantwortlich. Dahinter steht der Kostenentlastungseffekt offenbar zurück, denn jener würde für sich genommen zu höheren Investitionen im Fall ohne Verknüpfung führen.

Ähnlich wie bei den Investitionen erhöht der Kostenentlastungseffekt auch die Beschäftigung im ETS-Fall im Vergleich zum Basisszenario (vgl. Abbildung 15). Auch hier fällt die Erhöhung im Szenario mit Verknüpfung höher aus als ohne Verknüpfung. Die Arbeitsnachfrage steigt, ähnlich wie die Kapitalnachfrage, bei erhöhten Minderungsanstrengungen. Darunter kann man sich z.B. Beratungs- und Ingenieursdienstleistungen im Zusammenhang mit der Modernisierung von Anlagen vorstellen. Es wurde dagegen in dieser Studie nicht berücksichtigt, dass solche Modernisierungen in manchen Fällen zu kapitalintensiverer Produktion führen können. Erneut dominiert beim Vergleich der beiden Hauptszenarien die Substitution von Energie durch andere Faktoren (hier: Arbeit) den Kostenentlastungseffekt, der für sich genommen zu einer höheren Beschäftigung im Fall ohne Verknüpfung führt.

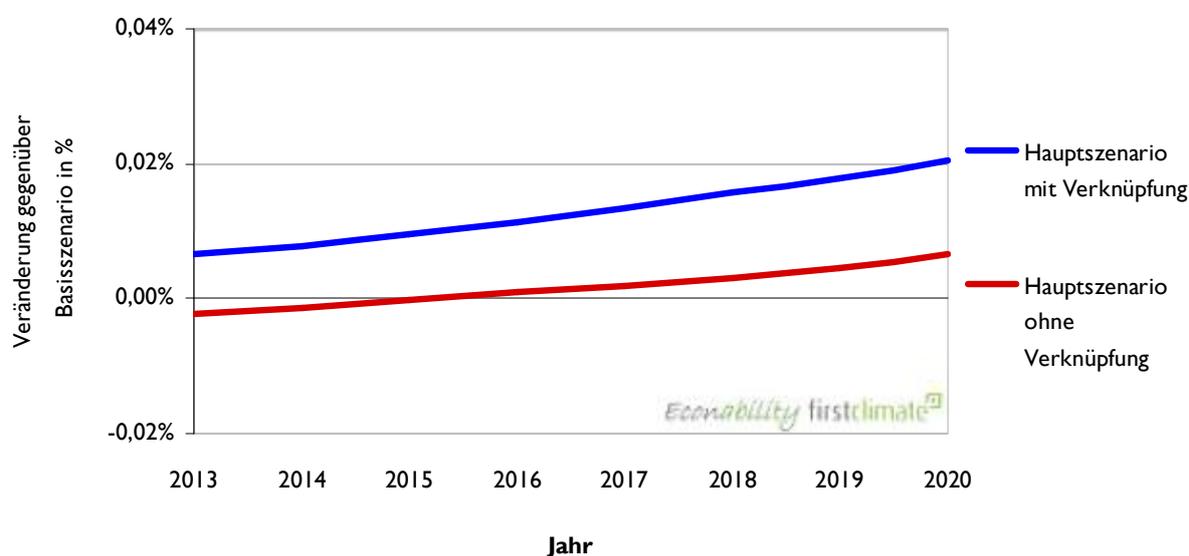


Abbildung 15: Beschäftigung: Vergleich der Hauptszenarien mit und ohne Verknüpfung – Veränderung gegenüber dem Basisszenario in %.

### 1.2.3 Bruttoinlandsprodukt

Da sowohl Konsum als auch Investitionen im Hauptszenario mit Verknüpfung höher sind als ohne Verknüpfung zum EU-ETS, ist auch das BIP höher bei Verknüpfung. Es ist allerdings darauf hinzuweisen, dass das BIP im Kontext der allgemeinen Gleichgewichtsmodellierung im Vergleich zum Konsum der weniger geeignete Indikator ist. Der Grund liegt darin, dass BIP-Veränderungen stark vom verwendeten Preisindex abhängen. Die hier ausgewiesenen BIP-Veränderungen wurden auf Grundlage der so genannten Benchmark-Preise berechnet, was ein übliches und verbreitetes Verfahren ist.

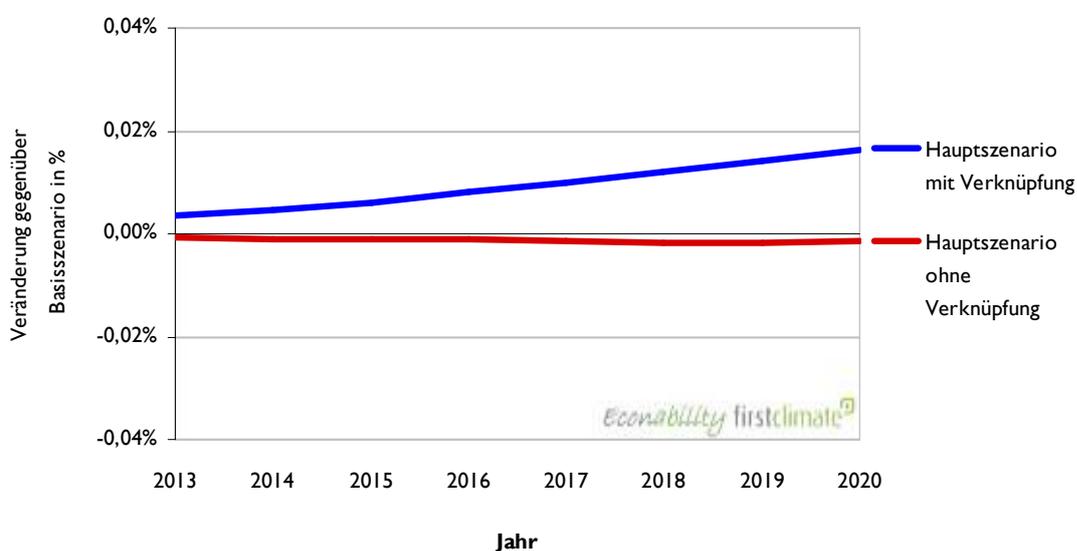


Abbildung 16: Bruttoinlandsprodukt: Vergleich der Hauptszenarien mit und ohne Verknüpfung – Veränderung gegenüber dem Basisszenario in %.

### 1.2.4 Einnahmen und Rückverteilung

Unterschiede hinsichtlich der rückzuverteilenden Einnahmen aus Auktionen in den beiden Hauptszenarien mit und ohne Verknüpfung hängen hauptsächlich von den Preisen für Emissionsgutschriften ab. Im Szenario mit Verknüpfung sind die Einnahmen bei den angenommenen bzw. simulierten Preisen aggregiert über den Zeitraum 2013 bis 2020 um 0,3 Mrd. Franken höher als im Szenario ohne Verknüpfung. Da das ETS keine fiskalischen Ziele verfolgt, fällt die Rückverteilung der Auktionseinnahmen entsprechend höher aus. Je nach tatsächlichen Preisen und je nachdem, wie viele Anlagen letztlich in der Praxis den Carbon Leakage-Sektoren zugeordnet werden, kann dieser Unterschied geringer ausfallen oder sich sogar umkehren.

## 1.3 Sektorale Auswirkungen

### 1.3.1 Produktionsmengen

In Abbildung 17 sind die Modellberechnungen für den Vergleich der beiden Hauptszenarien nach Wirtschaftssektoren aufgeschlüsselt. In den einzelnen ETS-Sektoren (linke Seite der Grafik) fällt die Antwort auf die Frage „mit oder ohne Verknüpfung“ gemischt aus. Zementindustrie und Mineralölverarbeitung profitieren im Szenario mit Verknüpfung stärker, nicht zuletzt wegen der hohen Gratiszuteilung von Emissionsrechten, von den höheren Preisen für Emissionsberechtigungen auf dem europäischen Markt. Die meisten anderen Sektoren profitieren dagegen stärker von niedrigen CO<sub>2</sub>-Preisen im Szenario ohne Verknüpfung. Insbesondere für den Metallsektor sind niedrige CO<sub>2</sub>-Preise wichtig, weil er gemäss unseren Annahmen (vgl. Tabelle 5) vergleichsweise geringe Möglichkeiten der kostengünstigen CO<sub>2</sub>-Reduktion hat.

In Abbildung 17 fallen die hohen Produktionszuwächse bei der Fernwärme und der Mineralölverarbeitung auf. Als Erklärung ist hier die relative Energieintensität der Produktion in diesen Sektoren anzuführen. Je höher diese ist, desto stärker schlägt für die Anlagen der Kostentlastungseffekt aus dem Emissionshandel – im Vergleich zur im Modell unterstellten Brennstoffabgabe – zu Buche. Bei der Fernwärme kommt hinzu, dass die Anlagen im ETS meist mit Erdgas betrieben werden und der Sektor nicht nur Verbraucher, sondern auch Produzent von Energie (Wärme und Strom) ist. Verschlechtert sich seine Wettbewerbsposition, wird die Produktion auch von Verschiebungen der Strom- und Wärmenachfrage hin zu günstigeren Energiequellen beeinflusst. Dies ist im Basisszenario in starkem Masse der Fall. Daher profitiert der Sektor deutlich vom ETS. Ähnliches gilt für die Mineralölverarbeitung. Die Brennstoffabgabe im Basisszenario stellt für diesen Sektor als Energieverbraucher und Heizölproduzent eine hohe Belastung dar, die zu einer Verringerung der Produktion führt, so dass der Emissionshandel eine deutliche Verbesserung darstellt.

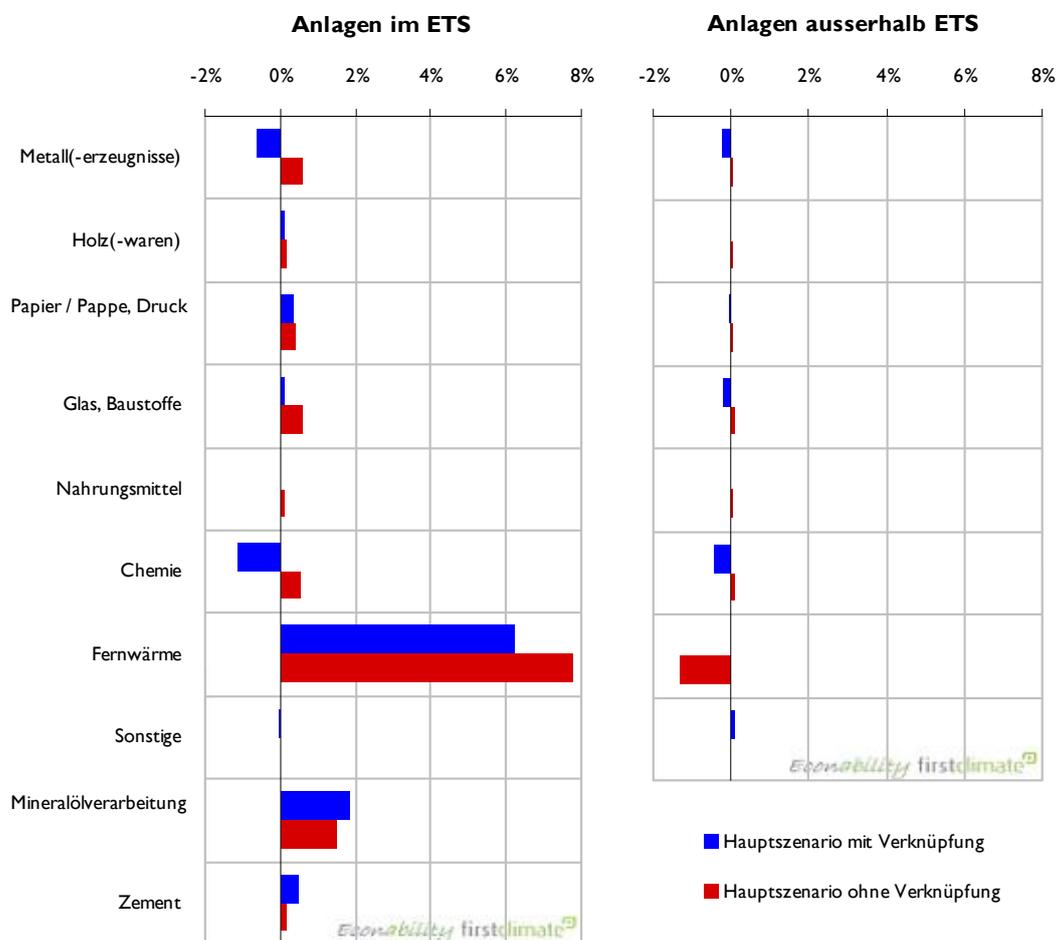


Abbildung 17: Produktionsmengen nach Wirtschaftssektoren: Vergleich der Hauptszenarien mit und ohne Verknüpfung – Veränderung gegenüber dem Basisszenario in % im Jahr 2020.

In der Zementherstellung zeichnen sich die Produktionsverfahren durch einen hohen Anteil geogener CO<sub>2</sub>-Emissionen aus. Während diese im Basisszenario nicht von der Brennstoffabgabe erfasst werden, unterliegen sie im ETS dem Reduktionsziel. Insofern wäre über die Kostensteigerung eigentlich ein (deutlicher) Rückgang der Produktionsmengen zu erwarten. Doch die Abbildung zeigt, dass der Emissionshandel auch für diesen Sektor überwiegend von Vorteil ist. Dies liegt vor allem daran, dass er als Carbon Leakage-Sektor hohe Gratiszuteilungen an Emissionsrechten erhält, was dem Nachteil der Berücksichtigung geogener CO<sub>2</sub>-Emissionen entgegen wirkt. Ferner ist der Energieinput bei der Zementherstellung relativ hoch, und schliesslich stehen auf dem Wege der Energieträgersubstitution Minderungsmöglichkeiten in nennenswertem Umfang offen, etwa durch die Erhöhung des Gasanteils gegenüber dem CO<sub>2</sub>-intensiveren Energieträger Kohle.

Die Anlagen ausserhalb des ETS müssen bei Einführung des ETS etwas stärker zum Erreichen des 20%-Reduktionsziels beitragen. Sie zahlen deshalb eine etwas höhere Brennstoffabgabe als im Basisszenario, was sich im Modell in einigen Sektoren leicht negativ auf den Output dieser Anlagen auswirkt. Einzig stärker betroffen sind die Fernwärme-Anlagen, die in diesem Emissionsklassensegment hauptsächlich aus Kehrlichtverbrennungsanlagen (KVAs) bestehen. Diese profitieren von der hohen Brennstoffabgabe im Basisszenario, weil sie Fernwärmeabnehmer hinzugewinnen, die dadurch ihren Verbrauch fossiler Energieträger reduzieren. Diesen Vorteil verlieren die KVAs zum Teil, wenn die Preise für Emissionsgutschriften sehr niedrig sind – wie im Szenario ohne Verknüpfung – und deshalb im Vergleich zum Basisszenario weniger ETS-Anlagen auf Fernwärme aus KVAs umsteigen.

### 1.3.2 Aussenhandel

Die Anpassungsprozesse in der Schweizer Volkswirtschaft, die durch die Einführung eines Emissionshandelssystems – ob mit oder ohne Verknüpfung zum EU-ETS – hervorgerufen werden, schlagen sich auch in Bewegungen der aussenwirtschaftlichen Grössen nieder. In diesem Abschnitt werden die Veränderungen der Exporte betrachtet.<sup>72</sup> Ursächlich für diese sind hier ebenso wie in den vorangegangenen Abschnitten vor allem Verschiebungen auf der Kostenseite der Unternehmen.

---

<sup>72</sup> Von den möglichen Indikatoren ist die Betrachtung der Exporte am aufschlussreichsten. Veränderungen der Nettoexporte sind aufgrund von Unterschieden in den Basisdaten wenig aussagekräftig. Die Importe verhalten sich weitgehend spiegelbildlich zu den Exporten. Zudem sind die Schweizer Unternehmen von Veränderungen in den Exporten direkt betroffen, von Veränderungen der Importe nur indirekt.

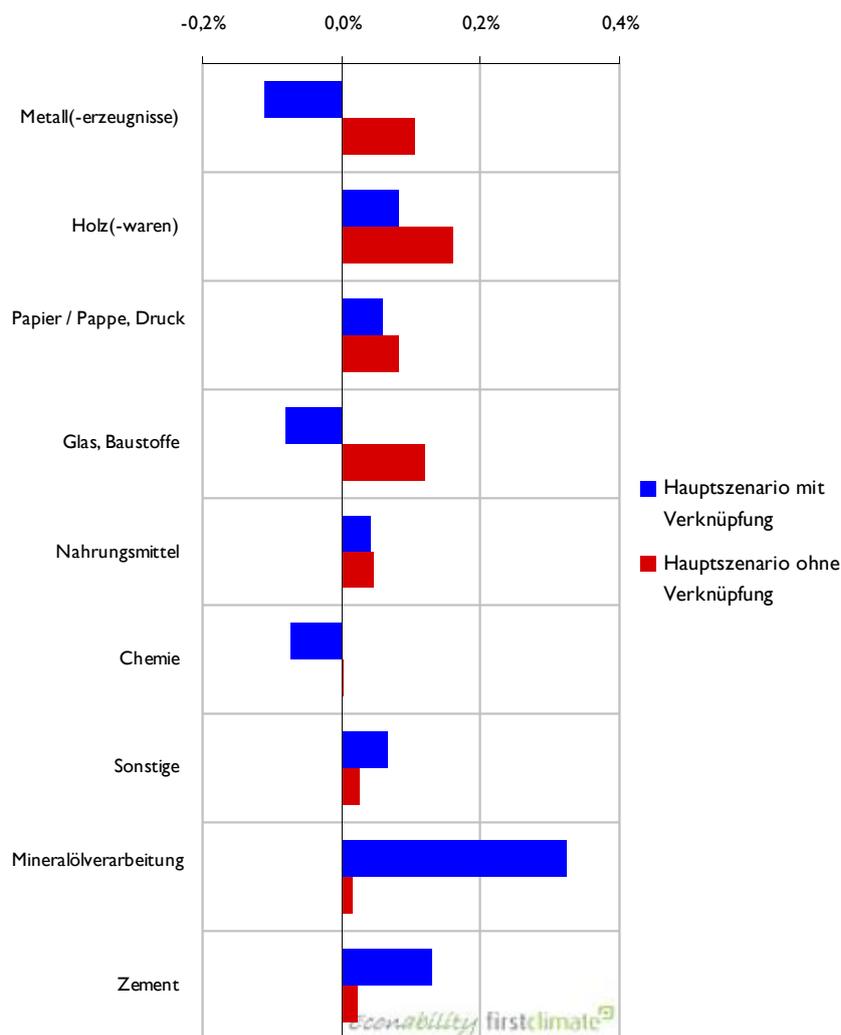


Abbildung 18. Exporte nach Wirtschaftssektoren: Vergleich Hauptszenario mit und ohne Verknüpfung – Veränderung gegenüber dem Basisszenario in % im Jahr 2020

In Abbildung 18 fällt auf den ersten Blick ein wichtiges Ergebnis auf: Vom Emissionshandel geht nur ein relativ geringer Einfluss auf die internationale Wettbewerbsfähigkeit der Schweizer Wirtschaft aus. Ganz überwiegend nimmt die Ausfuhr gegenüber dem Basisszenario ohne Emissionshandel lediglich um weniger als ein zehntel Prozent zu bzw. ab. Darüber hinaus ist erkennbar, dass die meisten Sektoren ihre Wettbewerbsfähigkeit verbessern können und mehr exportieren (siehe Abbildung 18). Wie oben beschrieben, führen vor allem die niedrigeren Preise für Emissionsgutschriften im ETS (besonders im Szenario ohne Verknüpfung), die häufig kostenlose Vergabe per Grandfathering und die geringere Brennstoffabgabe in den Hauptszenarien zu Erleichterungen für die Unternehmen im Vergleich zum Basisszenario. Diese Erleichterung geben die Unternehmen als Preissenkungen auf ihren Märkten weiter – international wie national.

Da im Modell ausländische Treibhausgasreduzierungsmaßnahmen nicht explizit abgebildet werden, besteht die Gefahr einer Überschätzung der Aussenhandelseffekte und somit der Carbon Leakage-Effekte der Schweizer Klimapolitik. Diesem Problem wurde durch die Wahl vergleichsweise niedriger Aussenhandelselastizitäten (sog. Armington-Elastizitäten) begegnet. Die Wahl niedriger Aussenhandelselastizitäten ist also mitverantwortlich dafür, dass die Aussenhandelseffekte gering ausfallen. Sie ist durch die Vermutung gerechtfertigt, dass auch das Ausland in irgendeiner Form aktive Klimapolitik betreiben wird. Die EU hat beispielsweise bereits ein integriertes Klima- und Energiepaket für die Zeit nach 2012 verabschiedet.

## 2 Auswirkungen der Szenarien mit Verknüpfung mit dem EU-ETS

### 2.1 Der Einfluss des Schwellenwertes für den Einbezug ins Schweizer ETS

Für die Darstellung der Ergebnisse in den nachfolgenden Abschnitten werden die Schweizer Industrieanlagen nach dem Ausstoss ihrer Treibhausgase unterschieden. Die grösseren Anlagen (gemessen in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten nach der Höhe ihrer Emissionen) sind in den Emissionshandel eingebunden. Die kleineren nehmen nicht teil und unterstehen entweder der Brennstoffabgabe oder müssen äquivalente Reduktionsmassnahmen ergreifen. Differenziert wird zwischen zwei Schwellenwerten: 5'000 t und 10'000 t CO<sub>2</sub>e. Das 10'000 t – Szenario ist das Hauptszenario mit Verknüpfung und erscheint in den Abbildungen in blauer Farbe.

#### 2.1.1 Emissionshandel und Treibhausgasminderung

In Teil C, Abschnitt 1.1.2 wurden die sektoralen Emissionen im Schweizer Emissionshandelssystem für die beiden Hauptszenarien mit und ohne Verknüpfung mit dem EU-ETS beschrieben. Ein wichtiges Ergebnis war, dass alle ETS-Sektoren mehr Treibhausgase emittieren (können), weil sie von der Brennstoffabgabe befreit werden und sie über die Möglichkeit verfügen, Emissionszertifikate aus dem Ausland einzukaufen. Abbildung 19 betrachtet eine der Bedingungen für den Einbezug von Industrieanlagen bzw. Unternehmen in den Emissionshandel und variiert das Hauptszenario mit Verknüpfung nach dem Schwellenwert des CO<sub>2</sub>-Ausstosses. Unterschieden werden die Schwellenwerte von 5'000 t CO<sub>2</sub>e und 10'000 t CO<sub>2</sub>e.

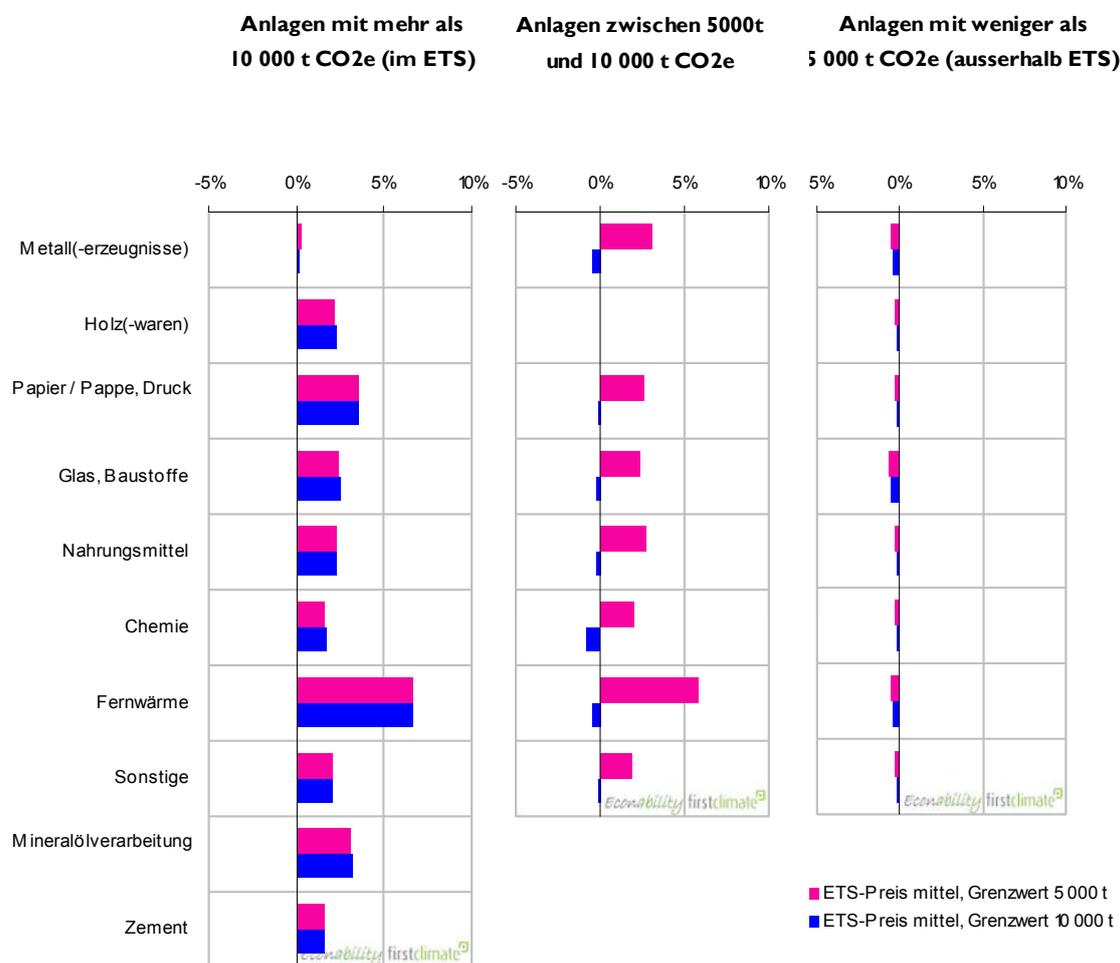


Abbildung 19: Emissionen nach Wirtschaftssektoren: Vergleich nach dem Schwellenwert des Einbezugs ins ETS – Veränderung der kumulierten Emissionen 2013-2020 gegenüber dem Basisszenario in %.

Besonderes Augenmerk gilt in Abbildung 19 den mittleren Anlagen mit Emissionen zwischen 5'000 und 10'000 t CO<sub>2</sub>e<sup>73</sup>. Sie zahlen weniger für ihre Treibhausgasemissionen als unter der hier angenommenen Brennstoffabgabe (Kostenentlastungseffekt des ETS). Besonders in den Carbon Leakage-Sektoren (in den Modellagregaten: Metallverarbeitung, Papier, Pappe und Druck, Glas-, Baustoffe, Chemie und Zement) kommt zum niedrigeren Preis pro Tonne CO<sub>2</sub>e der Vorteil der hohen Gratiszuteilungen hinzu. Aufgrund der niedrigeren Preise stossen die betreffenden Anlagen beim Eintritt ins ETS mehr Emissionen aus. Diese Mehremissionen sind für die Firmen möglich, da im ETS weniger Kosten für die Emissionen anfallen als unter der Brennstoffabgabe. Dies ist ein

<sup>73</sup> Im Holzsektor gibt es keine Anlagen in der mittleren Gruppe.

erstes Indiz für die Vorteilhaftigkeit einer Teilnahme am ETS für die betreffenden Anlagen. Allerdings berücksichtigt das Modell die schwer quantifizierbaren Transaktionskosten nicht, die für diese Anlagen durch den Einbezug ins ETS entstehen. Allein auf Basis der vorliegenden Modellrechnungen kann insofern keine abschliessende Aussage getroffen werden, ob die Teilnahme am Emissionshandel für diese Anlagen letztlich lohnenswert ist oder nicht.

Andere Anlagen sind von der Frage des Einbezugs der mittleren Gruppe in das ETS nur unwesentlich betroffen (siehe linker und rechter Teil der Abbildung).

## 2.1.2 Makroökonomische Auswirkungen

Die Analyse der makroökonomischen Auswirkungen des Schwellenwerts für den Einbezug ins ETS beginnen mit der Betrachtung des Konsums. Aus Abbildung 20 und Abbildung 21 geht hervor, dass der Schwellenwert keinen nennenswerten Einfluss auf Konsumniveau und BIP hat.

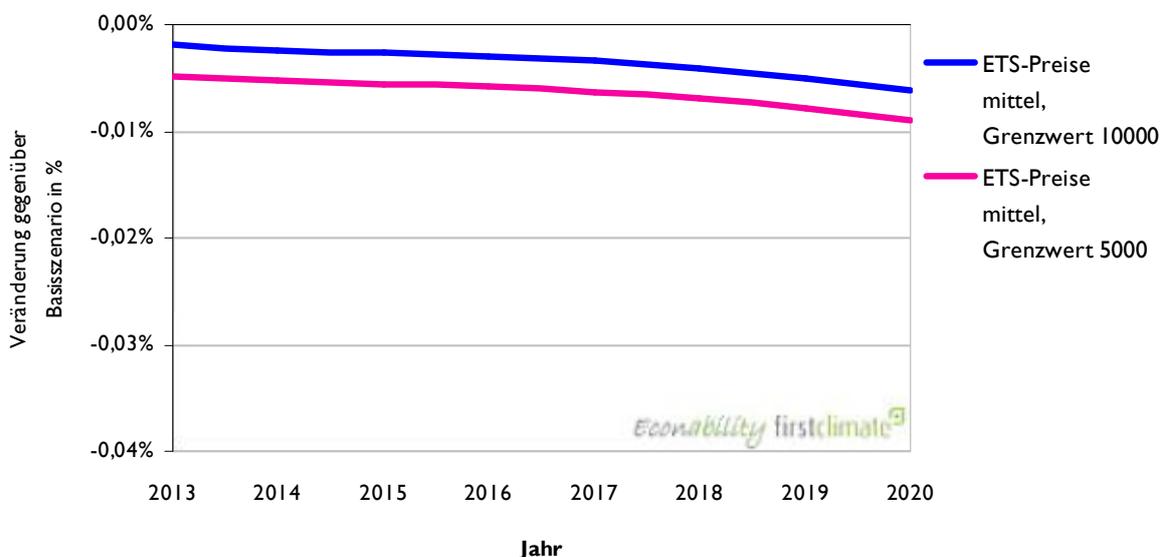


Abbildung 20: Konsum nach Schwellenwert des Einbezugs ins ETS – Veränderung gegenüber dem Basisszenario in %.

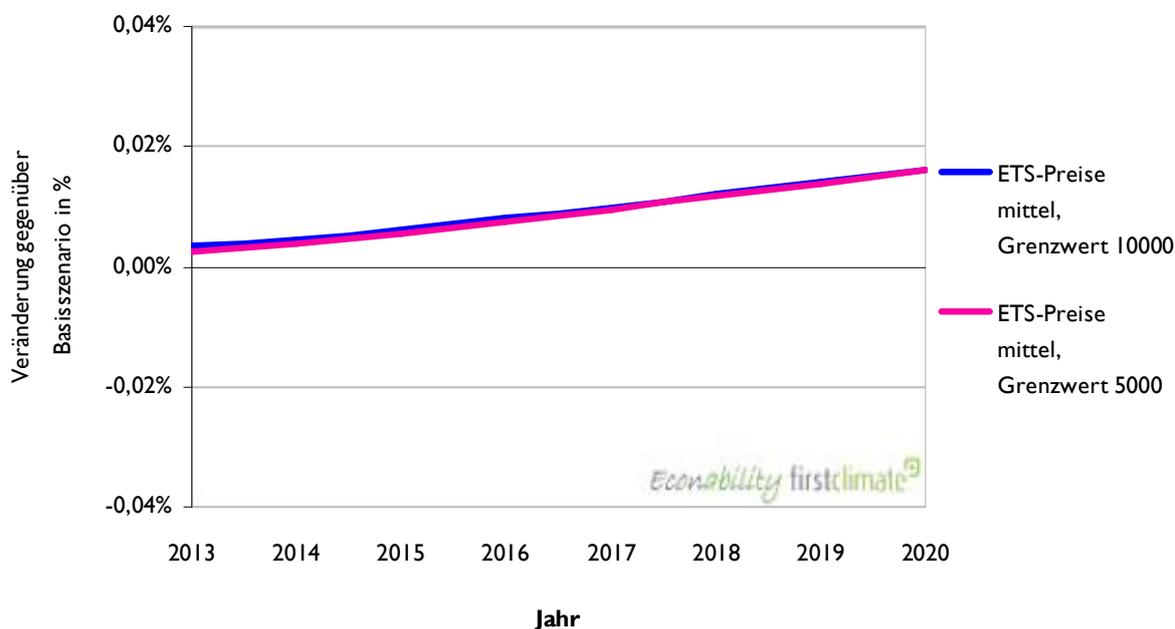


Abbildung 21: Bruttoinlandsprodukt nach Schwellenwert des Einbezugs ins ETS – Veränderung gegenüber dem Basisszenario in %.

Die rückzuverteilenden Einnahmen aus Brennstoffabgabe und Versteigerungen in beiden Szenarien unterscheiden sich nur wenig. Der tiefere Schwellenwert führt aggregiert über den Zeitraum 2013 bis 2020 zu 0,1 Mrd. Franken weniger Einnahmen. Entsprechend niedriger fällt, da das ETS keine fiskalischen Ziele verfolgt, die Rückverteilung der Einnahmen aus. Die geringeren Einnahmen im Falle des 5'000 t-Schwellenwerts können mit der grösseren Anzahl teilnehmender Unternehmen erklärt werden, die von der Brennstoffabgabe befreit werden, die mit Sätzen von bis zu 112 Franken pro Tonne CO<sub>2</sub> in dieser Studie hoch angesetzt ist. Liegen in der Realität ETS-Preis und Brennstoffabgabebesatz näher beieinander, fallen die Einnahmeunterschiede noch geringer aus. In der Grössenklasse zwischen 5'000 und 10'000 t gibt es keine geogenen Emissionen, die zusätzliche Einnahmen aus Auktionen generieren würden.

### 2.1.3 Sektorale Auswirkungen

Die mittlere Teilgrafik von Abbildung 22 zeigt, dass die Teilnahme am ETS für die Anlagen mit Emissionen zwischen 5'000 t und 10'000 t CO<sub>2</sub>e von Vorteil ist. Liegt der Schwellenwert bei 5'000 t CO<sub>2</sub>e und sie nehmen am ETS teil, können sie ihre Produktion im Vergleich zum Basisszenario fast durchgängig ausweiten. Die besondere Sensitivität der Fernwärme hängt mit der hohen Energieintensität dieser Anlagen zusammen. Auch hier gilt indes die Einschränkung, dass die Modellberechnungen die Wirkung des Transaktionskosteneffekts nicht erfassen und den Vorteil der Teilnahme am ETS somit überschätzen. Für die Anlagen, die obligatorisch ins ETS eingeschlossen

sind und jene ausserhalb des ETS sind die Ergebnisse nahezu völlig unabhängig vom Schwellenwert des Einbezugs ins ETS.

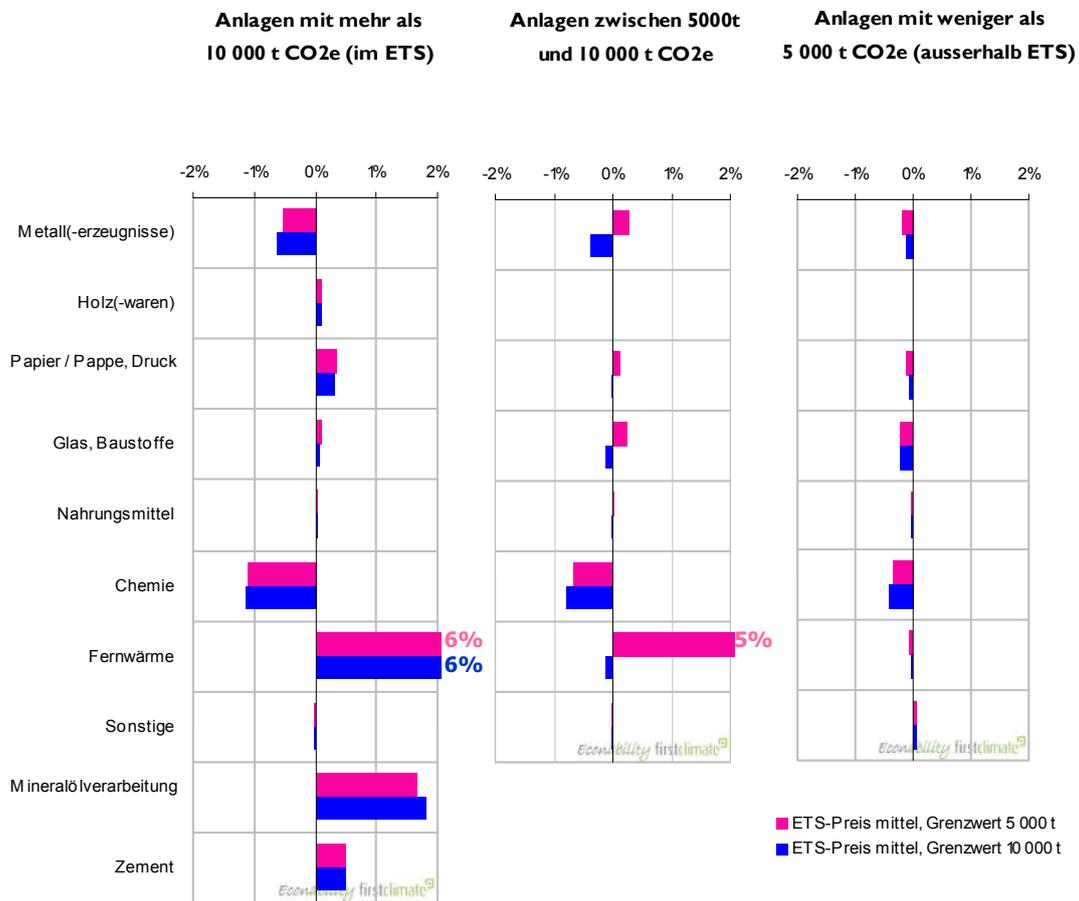


Abbildung 22: Produktionsmengen nach Wirtschaftssektoren: Vergleich nach Schwellenwert des Einbezugs ins ETS – Veränderung gegenüber dem Basisszenario in % im Jahr 2020.

## 2.2 Der Einfluss der Regeln für die kostenlose Vergabe von Emissionsrechten

In den folgenden Abschnitten werden die Auswirkungen der Szenarien für die kostenlose Vergabe von Emissionsrechten untersucht. Es werden zwei Alternativen unterschieden, wobei in beiden Fällen von einem im Zeitablauf sinkenden Grandfathering-Anteil ausgegangen wird.

Im Hauptszenario, das in den Abbildungen wiederum in blauer Farbe dargestellt ist, sind unter der Bezeichnung „EU-Regel“ die nach derzeitigem Stand in der EU für die verschiedenen Sektoren geplanten Anteile zu Grunde gelegt. Die EU-Regel besagt, dass der Anteil der versteigerten Mengen von 20% (2013) auf 70% (2020) ansteigt. Carbon Leakage-Sektoren erhalten die Emissionsrechte bis zu einem festgelegten Benchmark kostenlos. Wir nehmen an, dass diese Sektoren 95% der Emissionsrechte gratis zugeteilt bekommen.

Im zweiten Szenario („mehr als EU“) sind die gratis zugeteilten Emissionsrechte geringer, d. h. es wird mehr versteigert. Der Auktionsanteil steigt für die nicht-Carbon-Leakage-Sektoren von 50% (2013) auf 100% (2020) an. Davon abweichend erhalten die Carbon Leakage-Sektoren 80% der Emissionsrechte gratis zugeteilt.

Die Einnahmen aus den Auktionen werden im Modell über die Mehrwertsteuer rückverteilt (zu den Details der Szenarien siehe Teil A, Abschnitt 2.2.2).

### 2.2.1 Emissionshandel und Treibhausgasminderung

Abbildung 23 zeigt die Veränderungen der Emissionen der einzelnen Sektoren im Vergleich zum Basisszenario im Jahr 2020. Die Werte für das Hauptszenario, die vor allem auf den Kostentlastungseffekt zurückgehen, wurden bereits in Teil C, Abschnitt 1.3.1 interpretiert. Dort wurde vor allem die Relevanz des Kostentlastungseffekts hervorgehoben. Betrachtet man nun die beiden Szenarien der Abbildung im Vergleich, wird deutlich, dass die Regeln für die kostenlose Vergabe von Emissionsrechten nahezu keinen Einfluss auf die sektoralen Emissionen haben. Der Begründung liegt darin, dass die Höhe der kostenlosen Zuteilungen zwar eine Entlastung auf der Kostenseite darstellt, aber nicht das marginale Kalkül für die Minderungsentscheidungen verändert. Das Preissignal, an dem sich die Minderungsentscheidungen orientieren, hängt von den Grenzminderungskosten der Marktteilnehmer und vom aggregierten Minderungsziel ab, jedoch fast überhaupt nicht von der Höhe der kostenlosen Zuteilungen. Die erkennbaren leichten Differenzen zwischen den Szenarien sind ausschliesslich auf einen Outputeffekt zurückzuführen, der entsteht, weil die Senkung der (Gesamt-)Kosten der Unternehmen über Absatzsteigerungen zu höheren Produktionsmengen führen. Einzig bei der sehr energieintensiven Fernwärme führt dieser Outputeffekt zu nennenswert unterschiedlichen Emissionen.

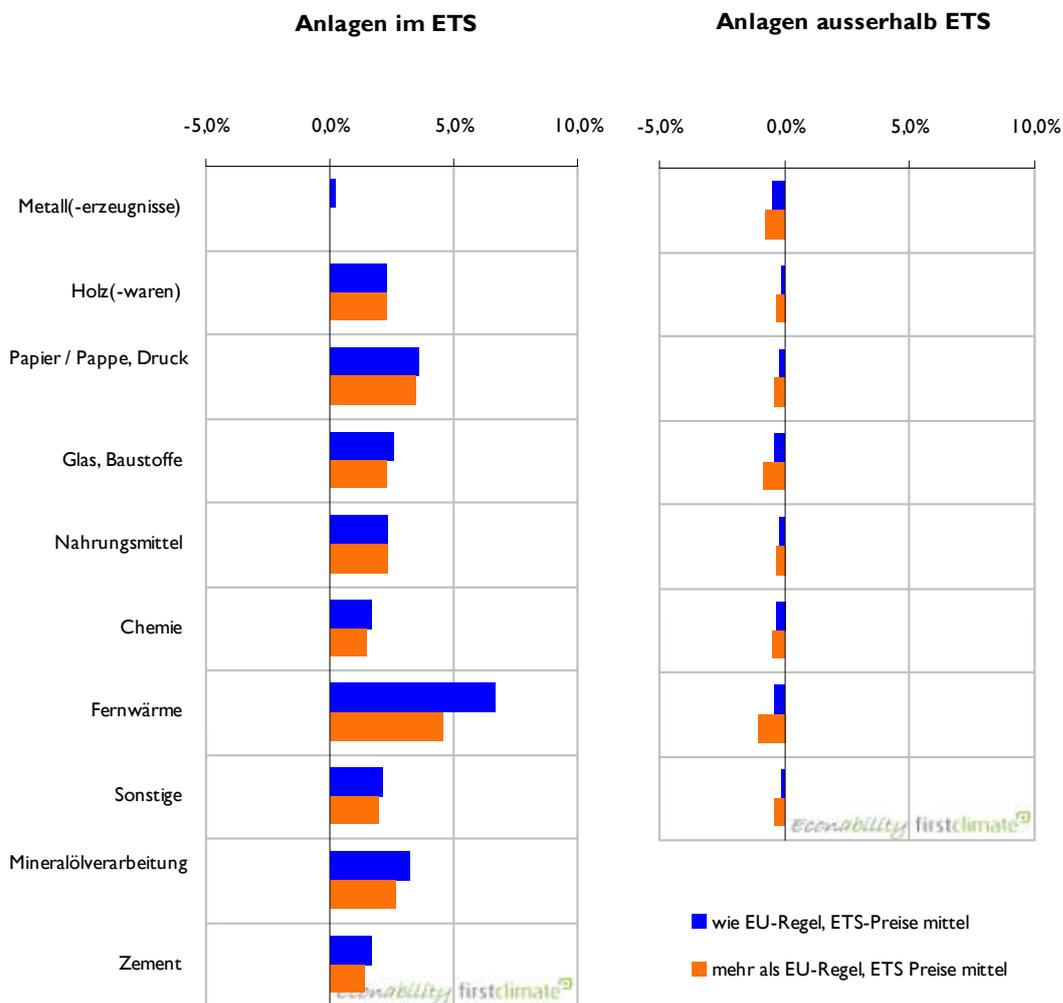


Abbildung 23: Emissionen nach Wirtschaftssektoren: Vergleich nach den Regeln für die kostenlose Vergabe von Emissionsrechten – Veränderung gegenüber dem Basisszenario in % im Jahr 2020.

## 2.2.2 Makroökonomische Auswirkungen

Auch die makroökonomischen Grössen werden durch unterschiedliche Regeln für die kostenlose Vergabe von Emissionsrechten nur wenig berührt. Das Grandfathering verursacht einen Effizienzverlust, denn es stellt eine Subvention dar, die verzerrend wirkt. Je höher die Gratiszuteilung, desto grösser fällt die Benachteiligung für die Unternehmen aus, die weiterhin mit der Brennstoffabgabe belastet sind oder äquivalente Massnahmen zur Emissionsreduktion ergreifen müssen (befreite Unternehmen).

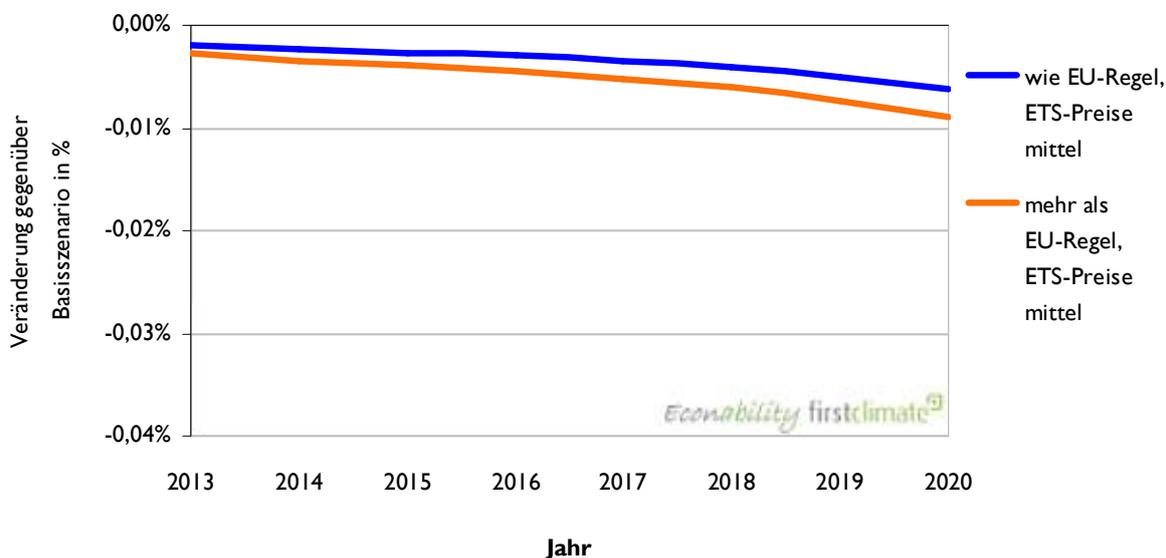


Abbildung 24: Konsum nach Regeln für die kostenlose Vergabe von Emissionsrechten – Veränderung gegenüber dem Basisszenario in %.

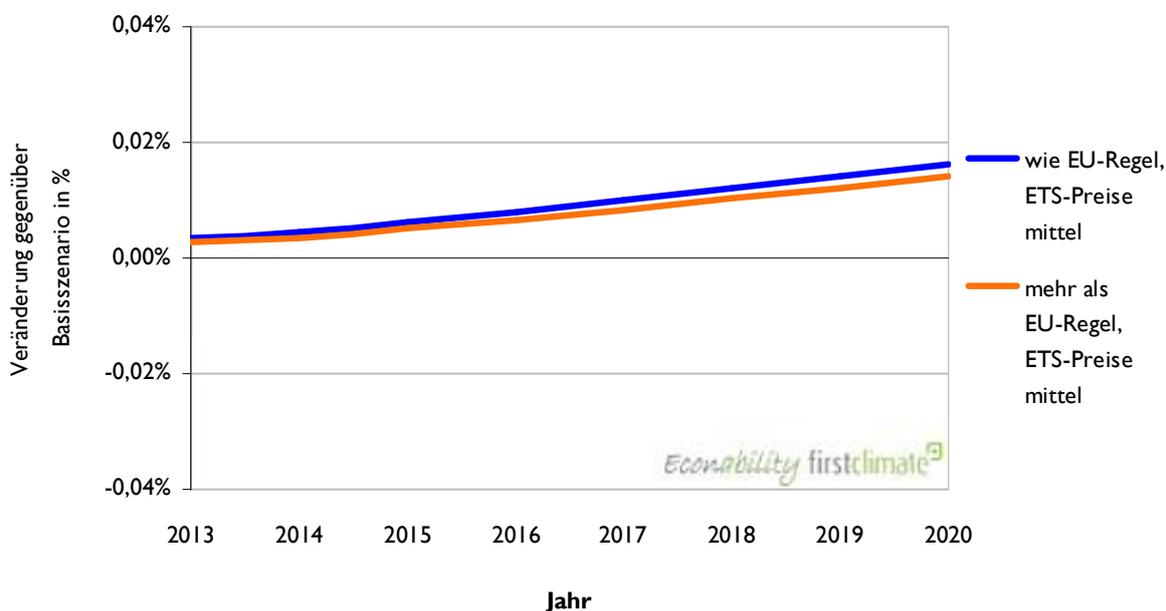


Abbildung 25: Bruttoinlandsprodukt nach Regeln für die kostenlose Vergabe von Emissionsrechten – Veränderung gegenüber dem Basisszenario in %.

Die rückzuverteilenden Einnahmen aus Versteigerungen sind höher, wenn mehr Emissionsrechte versteigert werden. Da das ETS keine fiskalischen Ziele verfolgt, kann die Rückverteilung der Einnahmen entsprechend höher ausfallen. Aggregiert über den Zeitraum 2013 bis 2020 macht der Unterschied zwischen beiden Szenarien rund eine halbe Milliarde Franken aus, wenn die hier

unterstellten Preise zutreffen. Je nachdem, wie viele Anlagen letztlich in der Praxis den Carbon Leakage-Sektoren zugeordnet werden, kann der Unterschied geringer ausfallen.

### 2.2.3 Sektorale Auswirkungen

Die sektorale Betrachtung der beiden Szenarien belegt ebenfalls die vergleichsweise geringe Relevanz der Regeln für das Grandfathering der Emissionsrechte. Dabei richtet sich die Betrachtung auch in diesem Abschnitt wiederum allein auf die Differenzen zwischen den beiden Szenarien – die Resultate für das (blaue) Hauptszenario sind bereits in Teil C, Kapitel 1 ausführlich vorgestellt worden.

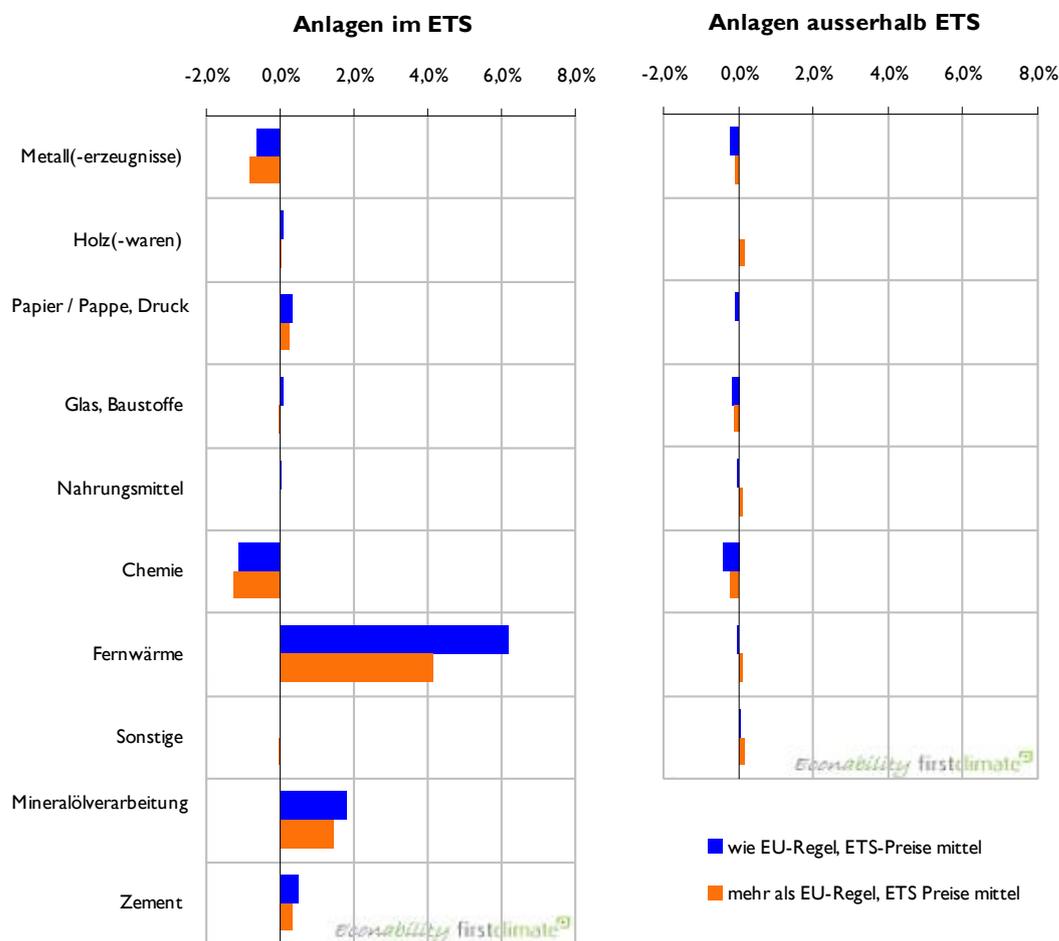


Abbildung 26: Produktionsmenge nach Wirtschaftssektoren: Vergleich nach den Regeln für die kostenlose Vergabe von Emissionsrechten – Veränderung gegenüber dem Basisszenario in % im Jahr 2020.

Abbildung 26 zeigt die Produktionsmengen der Sektoren. Die Unterschiede zwischen den Szenarien sind gering, deuten aber bei den ETS-Anlagen leichte Vorteile für die EU-Regel an, die auf einen höheren Kostenentlastungseffekt zurückzuführen sind.

## 2.3 Der Einfluss der Preise für europäische Emissionsberechtigungen

In der bisherigen Analyse wurde deutlich, welche entscheidende Bedeutung die Preise für die Emissionsgutschriften innerhalb des ETS haben. Bei ihnen nehmen die meisten der Effekte, die sich schliesslich in Veränderungen der makroökonomischen Grössen der Schweizer Volkswirtschaft niederschlagen, ihren Anfang. Für diese Studie wird davon ausgegangen, dass die Schweiz in einem europäischen Markt für Emissionsberechtigungen Preisnehmerin ist. Sie hat aufgrund ihrer relativen Grösse zur EU keinen Einfluss auf die Preisbildung, während die EU-Preise im Verknüpfungsfall aber die Preise im Schweizer ETS bestimmen. In den Preisszenarien erfolgt eine Differenzierung in drei Varianten. Im Jahr 2020 erreichen die Preise für Emissionsgutschriften annahmegemäss folgende Werte (siehe hierzu oben Teil A, Abschnitt 2.2.2):

- Mittel (Szenario M): 36 €
- Hoch (Szenario M-h): 72 €
- Tief (Szenario M-t): 18 €

In diesem Kapitel werden nun die Wirkungen der Preisszenarien dargestellt.

### 2.3.1 Emissionshandel und Treibhausgasminderung

Abbildung 27 zeigt für die am Emissionshandel teilnehmenden Anlagen eine klare negative Korrelation zwischen der Höhe der ETS-Preise und den Emissionen im Jahr 2020. Dies entspricht den Erwartungen. Da im Szenario M-h die ETS-Preise etwas höher sind als die Brennstoffabgabe im Basisszenario, sind die Emissionen in den meisten Sektoren niedriger als im Basisszenario.

Für die Anlagen ausserhalb des ETS geht von den Preisen hingegen kein Einfluss aus. Sie senken ihre Emissionen gegenüber dem Basisszenario, weil aufgrund der geringeren Minderung der ETS-Anlagen die Brennstoffabgabe für sie etwas erhöht wird. Dieser Effekt ist weitgehend unabhängig von den Preisen der Emissionsberechtigungen.

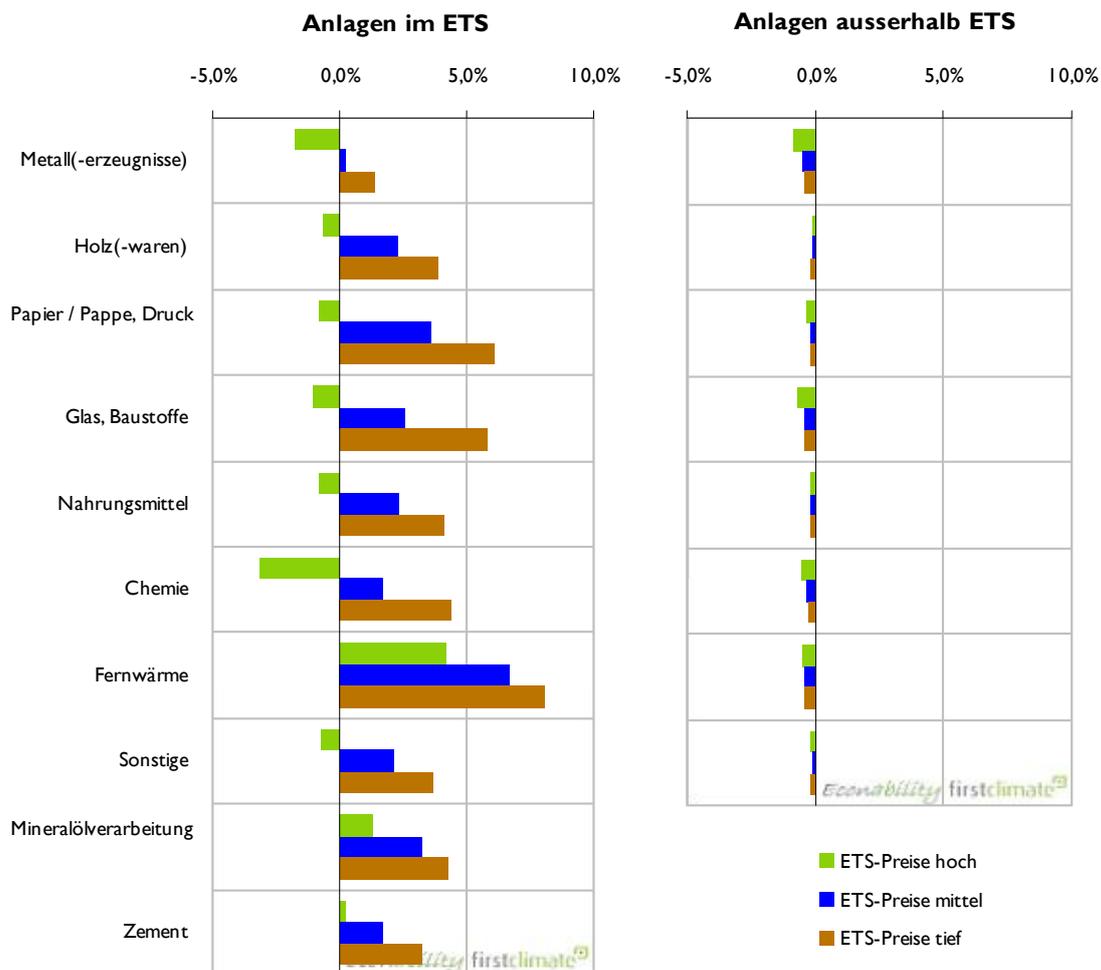


Abbildung 27: Emissionen nach Wirtschaftssektoren: Vergleich nach den Preisen für europäische Emissionsberechtigungen – Veränderung der kumulierten Emissionen 2013-2020 gegenüber dem Basisszenario in %.

### 2.3.2 Makroökonomische Auswirkungen

In Abbildung 28 ist zu sehen, dass der Konsum zu Beginn der ETS-Periode bei hohen Preisen höher, zum Ende der ETS-Periode jedoch niedriger ist als bei tiefen Preise. Die Kurven schneiden sich, weil zu Beginn netto Emissionsrechte in die EU verkauft werden, während gegen Ende mehr Emissionsgutschriften aus der EU importiert als in die EU exportiert werden.

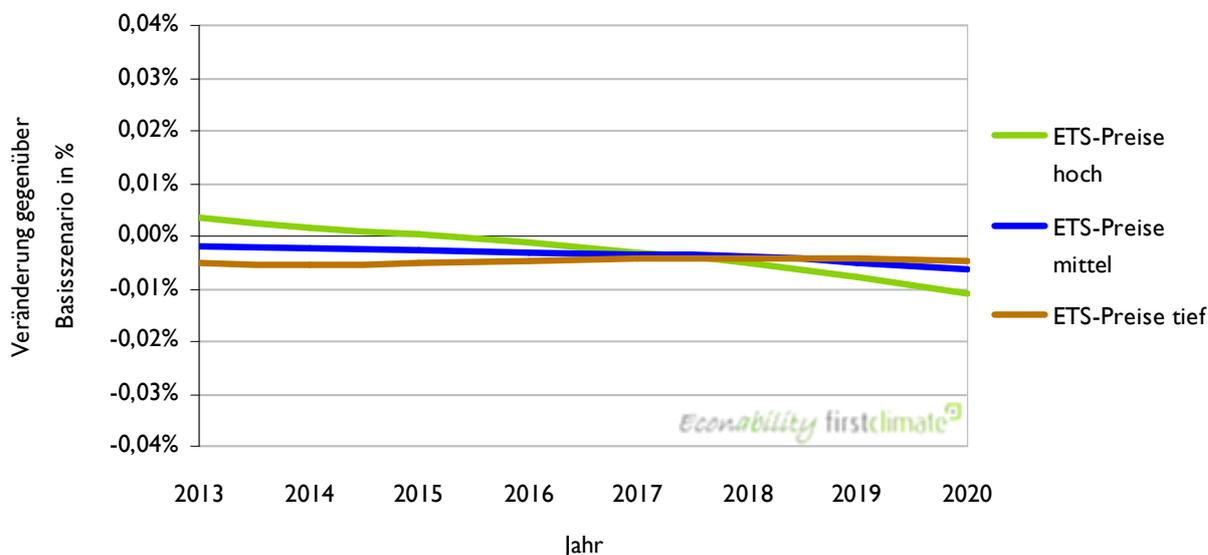


Abbildung 28. Konsum nach den Preisen für europäische Emissionsrechte – Veränderung gegenüber dem Basisszenario in %

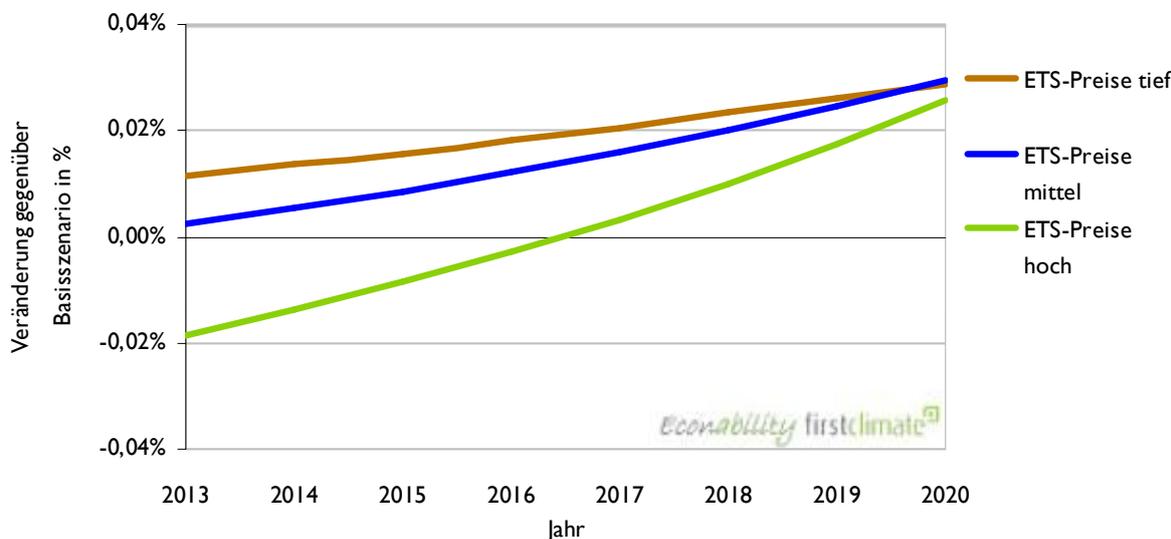


Abbildung 29: Investitionen nach den Preisen für europäische Emissionsberechtigungen – Veränderung gegenüber dem Basisszenario in %.

Der Anstieg der Investitionen (siehe Abbildung 29) lässt sich durch den Kostenentlastungseffekt erklären, denn je billiger die Emissionsgutschriften für die Unternehmen zu haben sind, desto stärker fällt die Verbesserung ihrer Rentabilität aus und umso mehr investieren sie. Diese Wirkung ist stärker als die schwächeren Impulse zur Substitution des Energieverbrauchs bei niedrigeren

ETS-Preisen, die für sich genommen zu geringeren Investitionen führen. Im Zeitablauf zunehmende Investitionen in Energieeffizienz zeigen jedoch, dass die Investition im Szenario mit hohen Preisen zu den anderen Szenarien aufholen.

Die Einnahmen aus Versteigerungen, die zur Rückverteilung zur Verfügung stehen (das ETS verfolgt keine fiskalischen Ziele), sind höher, je höher die Preise für Emissionsgutschriften sind. Aggregiert über den Zeitraum 2013 bis 2020 macht der Unterschied zwischen dem höchsten und dem tiefsten Preisszenario 0,6 Mrd. Franken aus. Je nachdem, wie viele Anlagen letztlich in der Praxis den Carbon Leakage-Sektoren zugeordnet werden, kann dieser Unterschied geringer ausfallen.

### 2.3.3 Sektorale Auswirkungen

Auch bei den Produktionsmengen nach Wirtschaftssektoren, die in der Abbildung 30 dargestellt sind, zeigt sich ein Zusammenhang mit den Preisen für Emissionsberechtigungen.

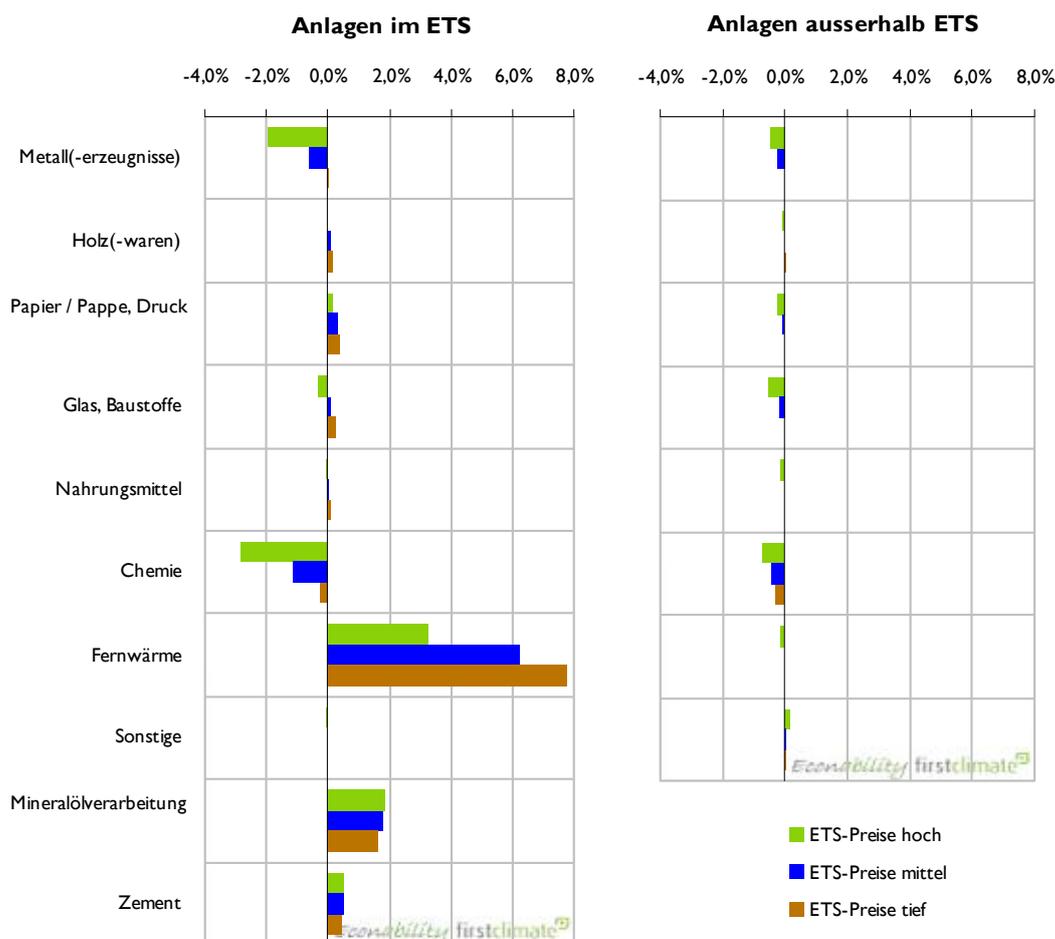


Abbildung 30: Produktionsmenge nach Wirtschaftssektoren: Vergleich nach den Preisen für europäische Emissionsberechtigungen – Veränderung gegenüber dem Basisszenario in % im Jahr 2020.

Für die meisten Sektoren gilt, dass die Produktion der am ETS teilnehmenden Anlagen geringer ausfällt, wenn die Preise für Emissionsberechtigungen höher sind. Dies ist nicht überraschend, denn oben in Teil C, Abschnitt 1.3.1 wurde bereits erläutert, dass vor allem der Kostenentlastungseffekt für das höhere Produktionsniveau im Hauptszenario mit Verknüpfung verantwortlich ist. Mit steigenden ETS-Preisen wird er kleiner.

Es fällt auf, dass Zementsektor und Mineralölverarbeitung anders reagieren. Hier steigt die Produktion mit dem Preis der Emissionsberechtigungen. Der Grund dafür ist, dass diese Sektoren, die als Carbon Leakage-Sektor eingestuft sind, mehr Emissionsrechte erhalten als sie nach der Ausschöpfung günstiger Minderungspotenziale (vor allem im Zementsektor) benötigen. Sie profitieren also vom ETS, indem sie nicht benötigte Emissionsrechte verkaufen. Mit den so erzielten Einnahmen können sie die Stückkosten ihres Hauptprodukts senken und zu tieferen Preisen anbieten. Das führt im Modell zu einer Absatzsteigerung. Dieser Vorteil ist bei höheren ETS-Preisen entsprechend grösser.

## 2.4 Vergleich der Wohlfahrtseffekte

Hinsichtlich der Wohlfahrtseffekte<sup>74</sup> (vgl. Tabelle 15) wirkt sich weder die Senkung des ETS-Schwellenwerts noch die Erhöhung der versteigerten Mengen günstig aus. Das Szenario mit einem Schwellenwert von 10'000 t und der Versteigerung nach EU-Regel (mittlere Spalte) weist die geringsten Wohlfahrtsverluste auf. Dieses Szenario ist in dieser Studie unter den Szenarien mit Verknüpfung zum EU-ETS das Hauptszenario.

Ein möglicherweise überraschendes Ergebnis ist, dass bei hohen ETS-Preisen die Wohlfahrt höher ist als bei tiefen ETS-Preisen. Dies hat mit der geringen Minderungserfordernis für die Schweizer ETS-Anlagen im Vergleich zum Business As Usual zu tun. Die daraus resultierenden geringen Grenzerminderungskosten ermöglichen es vielen Schweizer Unternehmen, auf dem europäischen Markt eher als Anbieter denn als Nachfrager von Emissionsgutschriften aufzutreten. Hinzu kommt, dass die Verzerrung der Minderungsanreize zwischen Anlagen innerhalb und ausserhalb des ETS geringer ausfällt, wenn die ETS-Preise höher sind.

Tabelle 15 Wohlfahrt für die Szenarien mit Verknüpfung mit dem EU-ETS: Veränderung zum Basisszenario in %.

ETS Schwellenwert	5'000 t	10'000 t	10'000 t
Versteigerungsregel	wie EU	wie EU	Mehr
ETS-Preis hoch	-0,0066%	-0,0027%	-0,0051%
ETS-Preis mittel	-0,0064%	-0,0035%	-0,0039%
ETS-Preis tief	-0,0073%	-0,0048%	-0,0071%

<sup>74</sup> Das hier verwendete Wohlfahrtsmass der Hicks-äquivalenten Variation basiert – vereinfacht gesagt – auf dem diskontierten Konsum, einschliesslich Freizeit, über den gesamten Modellhorizont.

### 3 Auswirkungen der Szenarien ohne Verknüpfung mit dem EU-ETS

#### 3.1 Der Einfluss der Regeln für die Zulassung von Emissionszertifikaten aus Entwicklungsländern

In einem Schweizer Emissionshandelssystem, das nicht mit dem EU-ETS verknüpft ist, bietet der Zukauf von Emissionszertifikaten aus Entwicklungsländern, z.B. aus einem post-Kyoto Clean Development Mechanism, eine Möglichkeit, die Minderungsanstrengungen der Schweizer ETS-Anlagen zu begrenzen und dadurch die Grenzvermeidungskosten zu senken. Bei Anwendung der EU-CER-Limite ist das Ausmass, in dem dieses Instrument genutzt werden kann, auf 4,5% der Emissionen einer Anlage im Durchschnitt der Jahre 2005 bis 2007 begrenzt. Dies entspricht bei der in dieser Studie unterstellten Entwicklung der Business As Usual-Emissionen 57,1% der Gesamtminderung der Schweizer ETS-Sektoren. Es werden für die Schweiz drei weitere Varianten unterschieden: 25%, 50% und 75% der erforderlichen Minderung (siehe hierzu Teil A, Abschnitt 2.3.2). Die folgenden Abschnitte enthalten die Ergebnisse der Simulationsrechnungen für die Emissionen und die makroökonomischen sowie die sektoralen Auswirkungen.

##### 3.1.1 Emissionshandel und Treibhausgasminderung

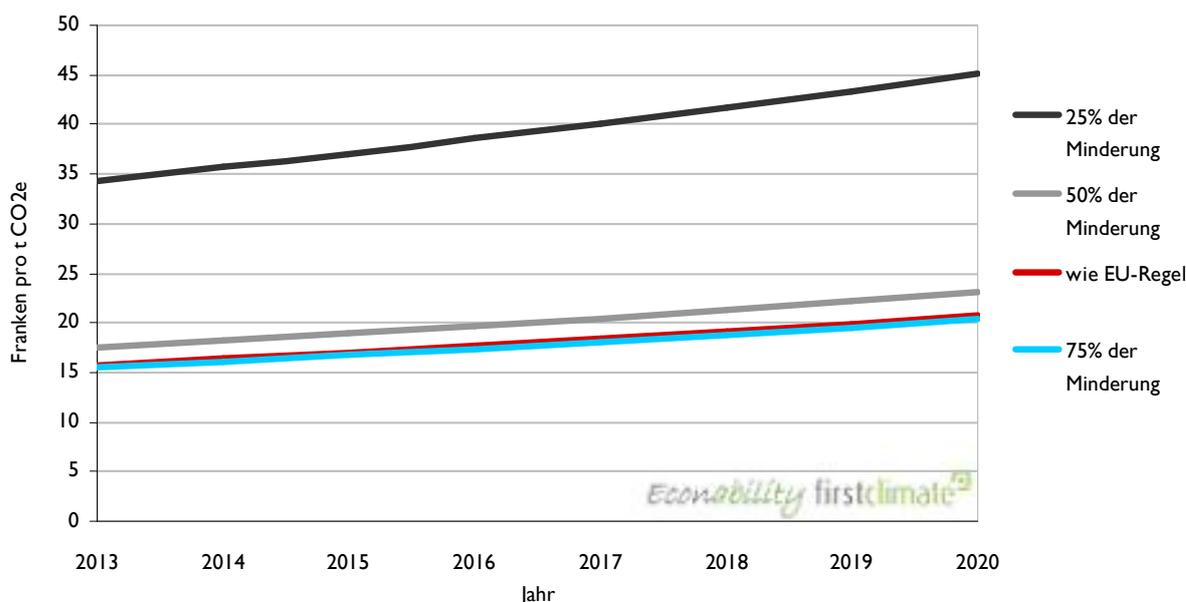


Abbildung 31. Preise für Emissionsrechte in Franken pro t CO<sub>2</sub>e: Vergleich nach den Regeln für die Zulassung von Emissionszertifikaten aus Entwicklungsländern.

Abbildung 32 belegt für die Anlagen im ETS erwartungsgemäss den engen Zusammenhang zwischen der Höhe der CER-Limite und den Emissionen der Sektoren. Je höher der Anteil an der Minderung, bis zu dem Emissionszertifikate aus Entwicklungsländern eingekauft werden können, desto höher sind auch die Emissionen im Vergleich zum Basisszenario. Die Optionen 75% der Minderung und EU-Regel (57,1% der Minderung) werden nicht vollständig genutzt, weil die einheimischen Grenzkosten in diesen Fällen niedriger sind als die Preise ausländischer Emissionszertifikate (siehe Kapitel 2.1.2). Deshalb sind die Ergebnisse für die EU-Regel und die 75%-Regel identisch.

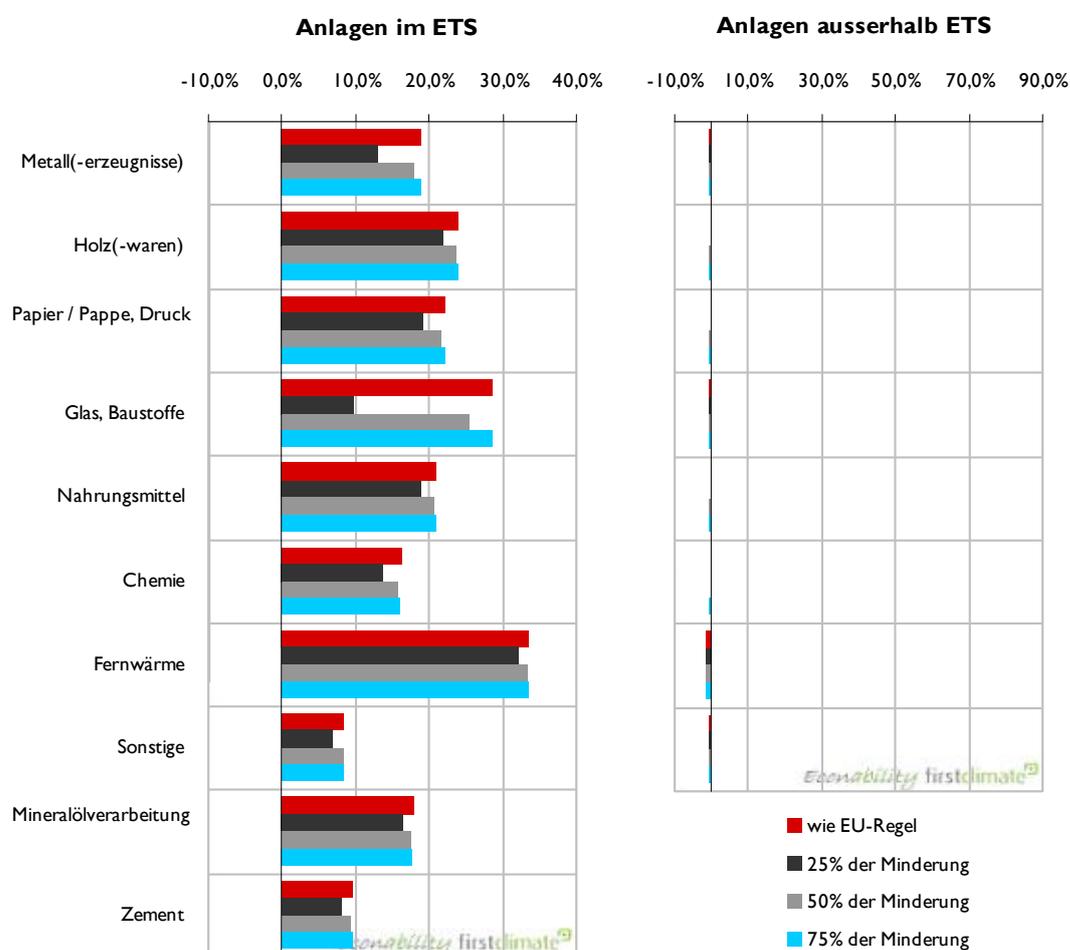


Abbildung 32: Emissionen nach Wirtschaftssectoren: Vergleich nach den Regeln für die Zulassung von Emissionszertifikaten aus Entwicklungsländern – Veränderung der kumulierten Emissionen 2013-2020 gegenüber dem Basisszenario in %.

### 3.1.2 Makroökonomische Auswirkungen

Die makroökonomischen Auswirkungen der hier analysierten Szenarien entfalten sich über die gleichen Mechanismen wie bei der Verknüpfung mit dem EU-ETS. Von den in Kapitel 1.2.1

beschriebenen Wirkungsmechanismen dominiert der Kostenentlastungseffekt. Deshalb ist in Abbildung 33 der Konsum umso höher, je näher die Schweizer Grenzvermeidungskosten an das internationale Preisniveau für Emissionszertifikate heran kommen. Das Konsumniveau liegt also umso höher, je mehr Zukäufe gestattet sind. Im Fall eines ETS ohne Verknüpfung kann die Schweiz die Vorteilhaftigkeit des Emissionshandels erhöhen, wenn sie ihn stärker zum Ausland hin öffnet. Dieser Effekt ist dort nach oben begrenzt, wo das internationale Preisniveau und die Schweizer Grenzvermeidungskosten identisch sind. Die Kurve „75% der Minderung“ ist deshalb identisch mit „wie EU-Regel“ (vgl. die Diskussion zur vorhergehenden Abbildung). Eine CER-Limite, die über die EU-Regel hinausgeht, erhöht den Konsum also nicht mehr weiter.

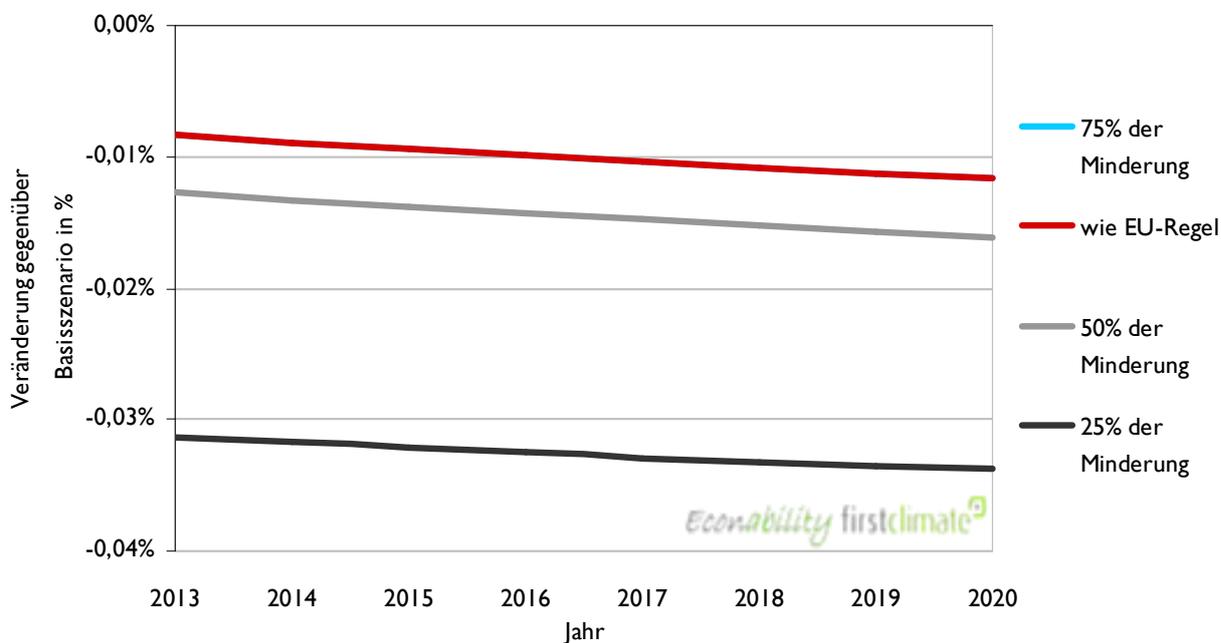


Abbildung 33: Konsum nach den Regeln für die Zulassung von Emissionszertifikaten aus Entwicklungsländern – Veränderung gegenüber dem Basisszenario in %. Kurve „75% der Minderung“ (nicht sichtbar) ist identisch mit „wie EU Regel“.

Die Einnahmen aus Versteigerungen, die zur Rückverteilung zur Verfügung stehen (das ETS verfolgt keine fiskalischen Ziele), sind an die Preise für Emissionsgutschriften gebunden. Letztere hängen wiederum von der CER-Limite ab. Aggregiert über den Zeitraum 2013 bis 2020 macht der Unterschied bei den Einnahmen aus Versteigerungen zwischen dem 25%-Szenario und der EU-Regel für die CER-Limite 0,2 Mrd. Franken aus, bei den hier simulierten Preisen. Je nachdem, wie viele Anlagen letztlich in der Praxis den Carbon Leakage-Sektoren zugeordnet werden, kann der Unterschied geringer ausfallen.

### 3.1.3 Sektorale Auswirkungen

Die Aufschlüsselung der Ergebnisse nach Sektoren bestätigt überwiegend die bisher gezogenen Schlussfolgerungen. Auch die Produktionsmengen sind umso höher, je mehr ausländische Emissionszertifikate zum Schweizer Emissionshandel zugelassen werden (siehe Abbildung 34). Eine Erhöhung der CER-Limite auf 75%, also über das Niveau der EU-Regel hinaus, bringt den Unternehmen keine zusätzlichen Vorteile.

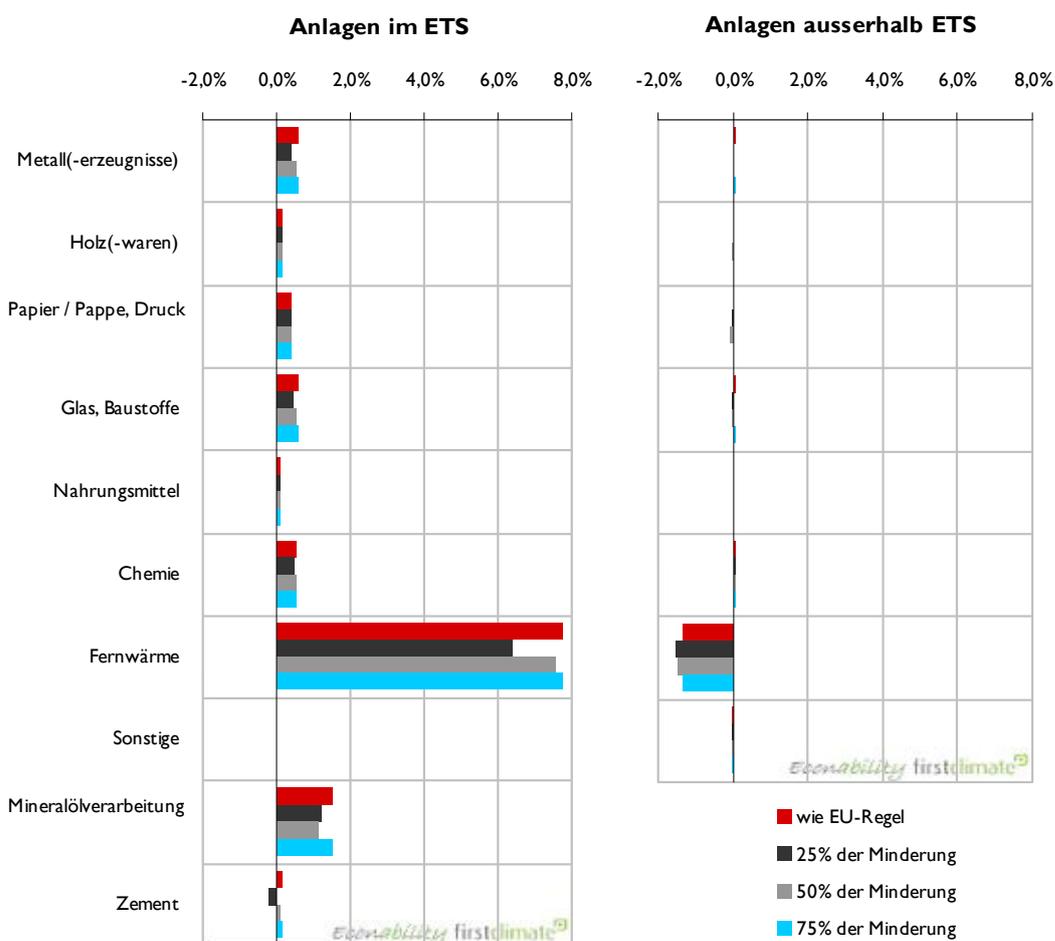


Abbildung 34: Produktionsmenge nach Wirtschaftssectoren: Vergleich nach den Regeln für die Zulassung von Emissionszertifikaten aus Entwicklungsländern – Veränderung gegenüber dem Basisszenario in % im Jahr 2020.

Ein interessanter Fall sind die Fernwärmeanlagen, die nicht ins ETS einbezogen werden. Dabei handelt es sich hauptsächlich um Kehrlichtverbrennungsanlagen, die von einem geringeren Einsatz CO<sub>2</sub>-intensiverer Wärmequellen profitieren. Fernwärmeanlagen mit geringem CO<sub>2</sub>-Ausstoss können also ihre Wärmelieferungen erhöhen, wenn ihre (potenziellen) Kunden viel CO<sub>2</sub> mindern

müssen. Je grosszügiger die CER-Limite, desto weniger ist das der Fall und desto geringer der Output der besagten Anlagen.

## 3.2 Der Einfluss der Regeln für die kostenlose Vergabe von Emissionsrechten

In Bezug auf die Regeln für die kostenlose Vergabe von Emissionsrechten werden in dieser Studie für den Fall eines Schweizer Emissionshandels ohne Verknüpfung drei Szenarien unterschieden. Die im Hauptszenario angewendete EU-Regel besagt, dass der Anteil der versteigerten Mengen von 20% (2013) auf 70% (2020) ansteigt. Carbon Leakage-Sektoren erhalten die Emissionsrechte bis zu einem festgelegten Benchmark kostenlos. Wir nehmen an, dass diese Sektoren 95% der Emissionsrechte gratis zugeteilt bekommen.

Neben dem Hauptszenario werden simuliert

- Ein Szenario mit vollständigem Grandfathering, in dem alle Sektoren ihre Emissionsrechte kostenlos erhalten („ohne Auktion“).
- Ein Szenario, in dem der Auktionsanteil höher ist und für die nicht-Carbon-Leakage-Sektoren von 50% (2013) auf 100% (2020) ansteigt („mehr als EU-Regel“). Davon abweichend erhalten die Carbon Leakage-Sektoren 80% der Emissionsrechte gratis zugeteilt.

Die Einnahmen aus den Auktionen gibt der Staat im Modell auch im Fall ohne Verknüpfung über die Mehrwertsteuer zurück (siehe zu den Szenarien oben Teil A, Abschnitt 2.3.1).

### 3.2.1 Emissionshandel und Treibhausgasminderung

Das Grandfathering von Emissionsrechten bedeutet für die beteiligten Unternehmen eine Kostenentlastung. Die Entscheidungen über die Emissionen sind aber vom marginalen Kalkül der Grenzvermeidungskosten abhängig, bei dem die Gratiszuteilungen nur eine untergeordnete Rolle spielen. Die Wirkung erfolgt hier allein über einen Outputeffekt: Die Kostensenkung ermöglicht über die Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit die Erhöhung der Produktion.

Abbildung 35 zeigt diesen Zusammenhang für die Anlagen im ETS. Zur Interpretation der Ergebnisse ist es wichtig zu vergegenwärtigen, dass anders als bei der Verknüpfung mit dem EU-ETS die gesamten Schweizer Emissionen hier unveränderlich sind. Sie sind durch das Minderungsziel und die CER-Limite vorgegeben. Deshalb sind die in der Abbildung gezeigten Werte beeinflusst von Änderungen der relativen Verteilung der Emissionen auf die Sektoren.

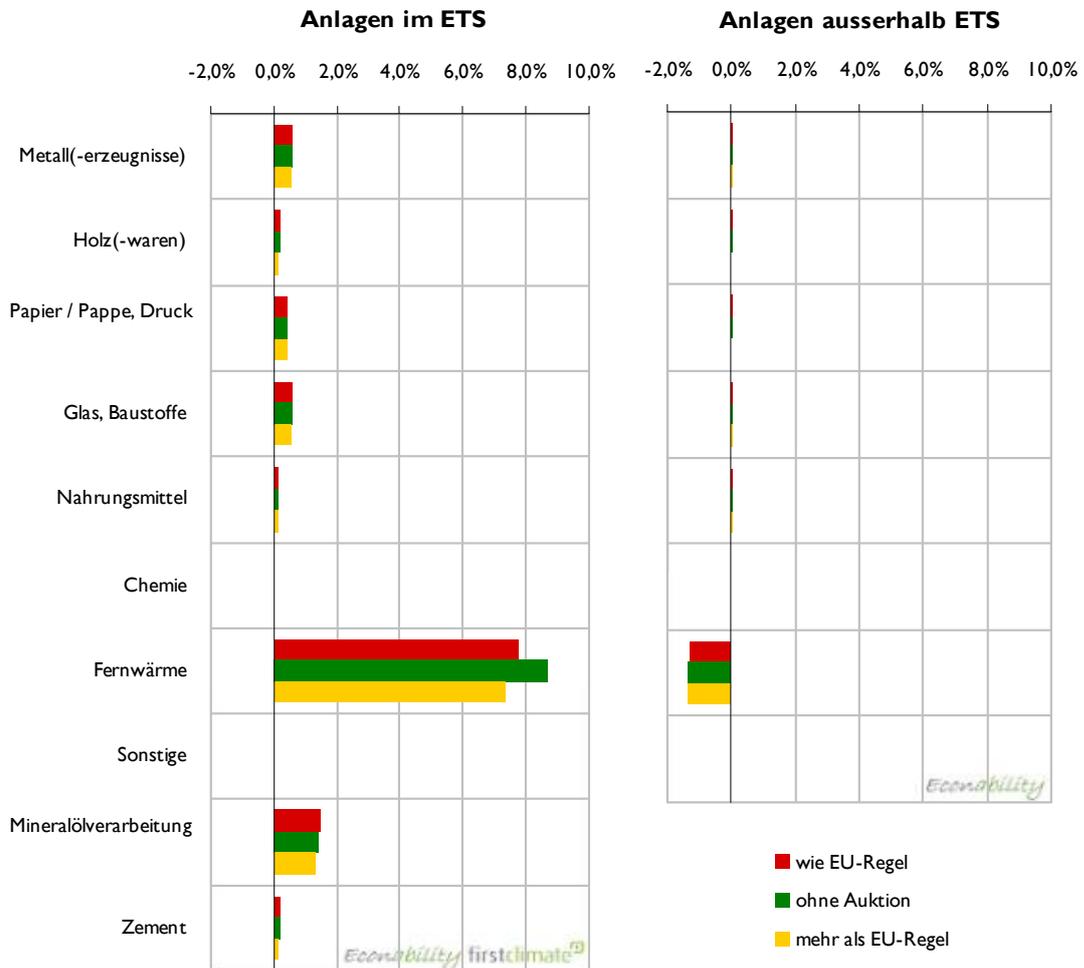


Abbildung 35: Emissionen nach Wirtschaftssektoren: Vergleich nach den Regeln der kostenlosen Vergabe von Emissionsrechten – Veränderung der kumulierten Emissionen 2013-2020 gegenüber dem Basisszenario in %.

### 3.2.2 Makroökonomische Auswirkungen

Erneut sind die makroökonomischen Auswirkungen der Gratiszuteilung gering. Da die EU-Regel bereits hohe Gratiszuteilungen impliziert, ist insbesondere der Unterschied zwischen „EU-Regel“ und „ohne Auktion“ sehr gering. Die Ergebnisse in Abbildung 36 zeigen, dass das Konsumniveau umso höher ist, je weniger Emissionsrechte versteigert werden. Entscheidend ist dabei der aggregierte Zusatzlasteneffekt aus Versteigerungen und Einnahmenrückverteilung: Die Zusatzlasten der Bepreisung der CO<sub>2</sub>-Emissionen sind – wegen der schmaleren und elastischeren Bemessungsgrundlage – höher als die Senkung der Zusatzlasten durch die Rückverteilung der Einnahmen. Obwohl die Rückverteilung höher ausfallen kann, wenn mehr Emissionsrechte versteigert werden, entsteht also insgesamt kein steuerlicher Effizienzvorteil durch zusätzliche Versteigerungen. Die Frage „mehr oder weniger Gratiszuteilungen“ ist somit vor allem eine Verteilungsfrage.

Aggregiert über den Zeitraum 2013 bis 2020 bedeutet der Verzicht auf Versteigerungen im Vergleich zur EU-Regel bei den hier simulierten Preisen 0,2 Mrd. Franken weniger Einnahmen, die zur Rückverteilung zur Verfügung stehen, da das ETS keine fiskalischen Ziele verfolgt. Zusätzliche Versteigerungen würden dagegen im Vergleich zur EU-Regel rückzuverteilende Mehreinnahmen in ähnlicher Grössenordnung erzielen. Je nachdem, wie viele Anlagen letztlich in der Praxis den Carbon Leakage-Sektoren zugeordnet werden, kann der Unterschied geringer ausfallen.

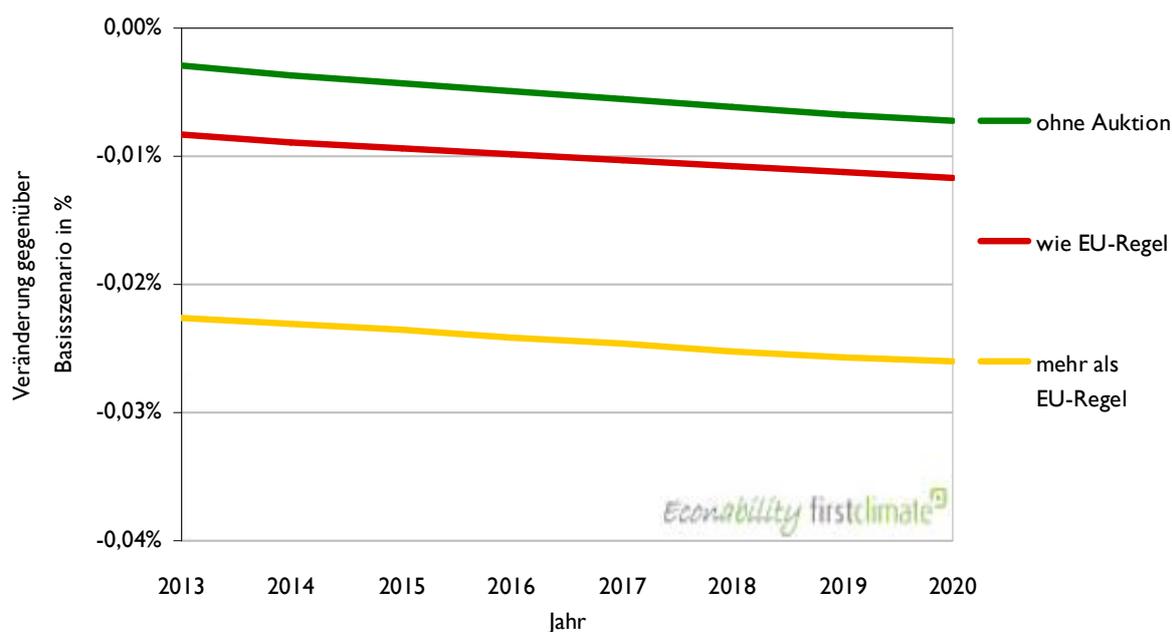


Abbildung 36: Konsum nach den Regeln der kostenlosen Vergabe von Emissionsrechten – Veränderung gegenüber dem Basisszenario in %.

### 3.2.3 Sektorale Auswirkungen

Die Höhe der Gratiszuteilungen von Emissionsrechten hat für die meisten ETS-Anlagen keinen nennenswerten Einfluss auf den Output (vgl. Abbildung 37). Eine gewisse Ausnahme bilden lediglich die sehr energieintensiven Fernwärmeanlagen im ETS. Da das Schweizer Konsumniveau nicht merklich von der Höhe der Gratiszuteilungen abhängt (vgl. Abbildung 36), könnten nennenswerte Auswirkungen auf die ETS-Anlagen nur von einer Veränderung der Wettbewerbsposition gegenüber dem Ausland stammen. Dies ist unseren Simulationen zufolge jedoch nicht der Fall.

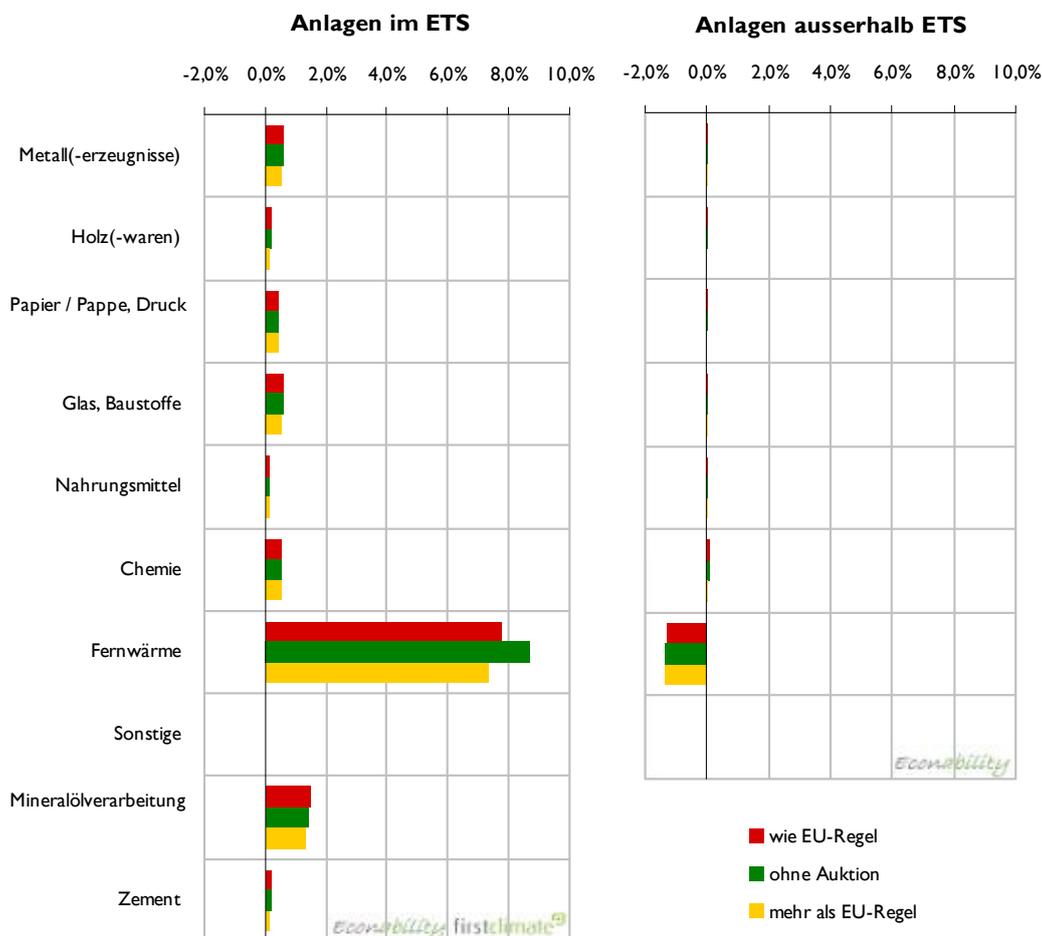


Abbildung 37: Produktionsmenge nach Wirtschaftssektoren: Vergleich nach den Regeln der kostenlosen Vergabe von Emissionsrechten.

### 3.3 Der Einfluss des Wirtschaftswachstums

Um die Abhängigkeit der Preise für Emissionsrechte im Fall ohne Verknüpfung zum EU-ETS vom Wirtschaftswachstum zu untersuchen, wurden Szenarien unter alternativen Wachstumsannahmen für die Schweizer Volkswirtschaft simuliert. Neben der in dieser Studie allgemein unterstellten Wachstumsrate der Schweizer Wirtschaft von jährlich 1,5% (BIP mittel) wurden Wachstumsraten von 1,0% (BIP tief) und 2,0% (BIP hoch) untersucht.

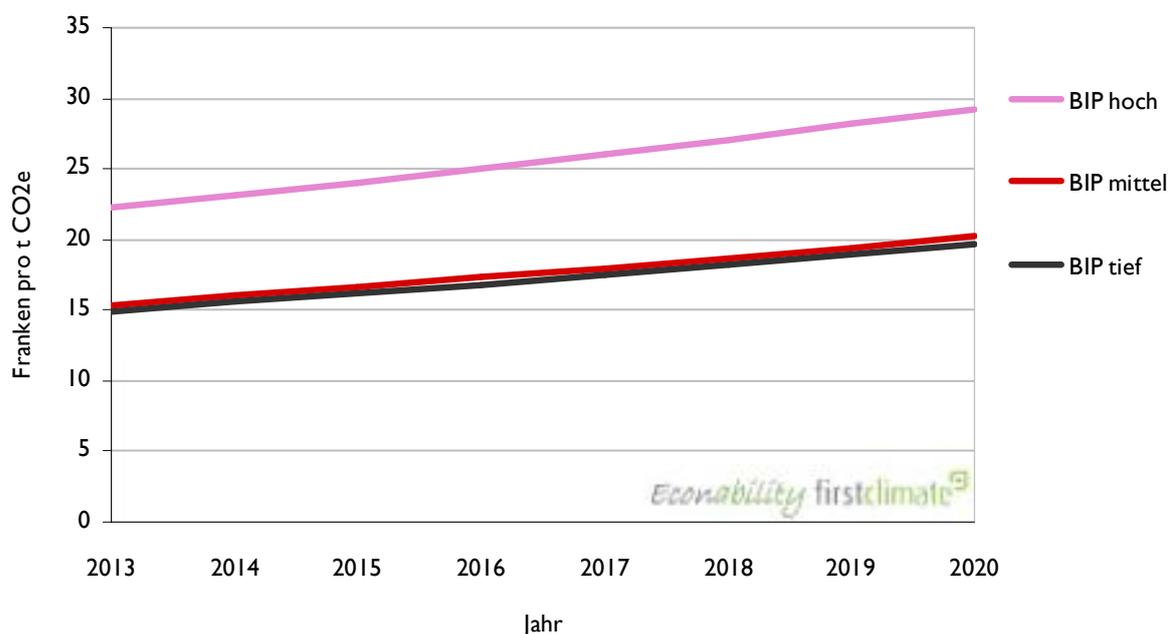


Abbildung 38.: Preise für Emissionsrechte in Franken pro Tonne CO<sub>2</sub>e nach Szenarien des Wirtschaftswachstums.

Je höher das Wirtschaftswachstum, desto höher die Minderungsanstrengung, welche die ETS-Anlagen erbringen müssen. Deshalb sind die Grenzvermeidungskosten – und damit auch die Preise für Emissionsrechte – umso höher, je stärker das Wachstum der Volkswirtschaft. Abbildung 38 verdeutlicht, dass der Einfluss verschiedener Wachstumsszenarien auf die Höhe der ETS-Preise moderat ist, zumal man berücksichtigen kann, dass ein höheres Wachstum die Mittel generiert, die zur Bezahlung höherer ETS-Preise benötigt werden. Interessant sind hier zwei Beobachtungen:

- Ein BIP-Wachstum von jährlich 2% lässt die Minderung noch nicht in Bereiche vordringen, in denen der exponentielle Verlauf der Grenzvermeidungskostenkurve zu deutlich steigenden Preisen führt, jedenfalls nach den in dieser Studie getroffenen Annahmen zu Business As Usual-Emissionen und Grenzvermeidungskosten (vgl. dazu im Teil A die Kapitel 2.1.1 und 4.2).

- Ein tieferes BIP-Wachstum als jährlich 1,5% lässt die Preise für Emissionsrechte nicht merklich sinken. Das liegt daran, dass der Kauf von Emissionszertifikaten aus Entwicklungsländern für weniger ETS-Anlagen attraktiv ist. Bevor solche Zertifikate gekauft werden, werden zunächst die Minderungsoptionen im eigenen Unternehmen ausgeschöpft, deren Vermeidungskosten unter den Zertifikatepreisen liegen. Dies sind letztlich ungefähr dieselben Optionen, die auch im Szenario BIP mittel gezogen werden. Zwar führt das geringere Wirtschaftswachstum im Szenario BIP tief zu niedrigeren Emissionen; Das wirkt sich jedoch nicht merklich auf die Vermeidungsaktivitäten der ETS-Anlagen aus – und damit auf die Grenzvermeidungskosten und die Preise der Emissionsrechte – sondern vor allem auf den geringeren Zukauf von Emissionszertifikaten aus dem Ausland.

### 3.4 Der Einfluss des Betriebs von Gaskombikraftwerken

In einem ETS-Szenario ohne Verknüpfung zur EU wurde unterstellt, dass ab 2013 zwei Gas-und-Dampf-Kombikraftwerken (GuD) mit 100 MW und 400 MW betrieben werden. Annahmegemäss stossen die GuD-Kraftwerke zusammen eine Million Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr aus. Gratiszuteilungen von Emissionsrechten sind für diese Kraftwerke in Anlehnung an die EU-Regelung für Stromproduzenten nicht vorgesehen. Es wurde angenommen, dass die insgesamt zur Verfügung stehenden Schweizer Emissionsrechte nicht erhöht werden, dass aber 50% der GuD-Emissionen durch ausländische Emissionszertifikate abgedeckt werden dürfen. Das bedeutet, dass die ETS-Sektoren eine zusätzliche Minderungsleistung von 4 Mio. t CO<sub>2</sub>e erbringen müssen. Die im Inland mindestens zu leistende Minderung steigt gegenüber dem Hauptszenario O um 254%.

Die Preise in Abbildung 39 steigen aufgrund des exponentiellen Verlaufs der Grenzkosten (vgl. Teil A, Kapitel 4.2) deutlich an. Der Einbezug neuer Emittenten in dieser Grössenordnung stellt – ohne Erhöhung der Menge der Emissionsrechte – ein Schweizer ETS-System ohne Verknüpfung vor Herausforderungen. Zusätzliche Flexibilität, würde aber bei der Senkung der entstehenden ETS-Preise helfen. Dazu kommen in Frage:

- eine Erhöhung der Menge der Emissionsrechte,
- eine Lockerung der CER-Limite,
- eine Verknüpfung mit dem EU-ETS.

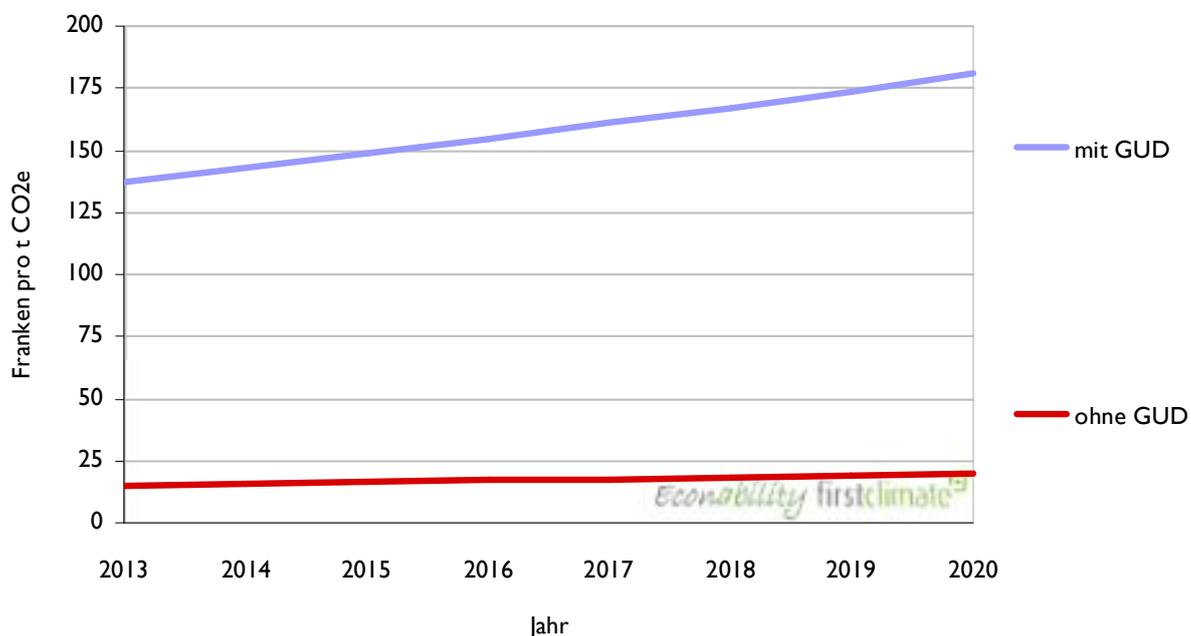


Abbildung 39: Preise für Emissionsrechte nach GuD-Szenarien – Veränderung gegenüber dem Basisszenario in %.

Das hier unterstellte GuD-Szenario generiert erhebliche zusätzliche Einnahmen aus Versteigerungen, die zur Rückverteilung zur Verfügung stehen, da das ETS keine fiskalischen Ziele verfolgt. Die GuDs erhalten annahmegemäss keine Gratiszuteilungen. Gleichzeitig steigen die Preise, was die rückzuverteilenden Einnahmen ebenfalls erhöht. Aggregiert über den Zeitraum 2013 bis 2020 belaufen sich die zusätzlichen rückzuverteilenden Einnahmen im GuD-Szenario auf 1,6 Mrd. Franken. Je nachdem, wie viele Anlagen letztlich in der Praxis den Carbon Leakage-Sektoren zugeordnet werden, kann der Unterschied etwas geringer ausfallen.

### 3.5 Vergleich der Wohlfahrtseffekte

Die Wohlfahrtsverluste<sup>75</sup> der Szenarien ohne Verknüpfung (vgl. Tabelle 16) sind sehr klein, aber grösser als in den Szenarien mit Verknüpfung.

Die linke Hälfte der Tabelle verdeutlicht, dass sich die Ausnutzung bestehender Minderungskostenunterschiede zwischen Inland und Ausland durch Lockerung der CER-Limite volkswirtschaftlich auszahlt. Internationaler Emissionshandel fördert den Ausgleich der Grenzvermeidungskosten zwischen verschiedenen Ländern und wirkt so effizienz- und wohlfahrtssteigernd. Davon kann auch die Schweiz profitieren. Je mehr die Schweiz ihren Markt für ausländische Emissionszertifikate schliesst, desto höher fallen die Wohlfahrtsverluste aus.

Was die Versteigerung betrifft, zeigen die Resultate, dass die Gesamtwohlfahrt mit zunehmendem Grandfathering-Anteil steigt. Die geringen Änderungen in der Gesamtwohlfahrt sollten jedoch nicht den Blick dafür verstellen, dass es bei der Frage nach der Menge kostenlos zu verteiler Emissionsrechte vor allem um Fragen der Verteilung und der Carbon Leakage geht.

Tabelle 16: Wohlfahrt für die Szenarien ohne Verknüpfung mit dem EU-ETS: Veränderung zum Basisszenario in %.

CER-Limite		Versteigerte Mengen	
EU-Regel	-0,0100%	wie EU	-0,0100%
25%	-0,0326%	keine	-0,0051%
50%	-0,0144%	mehr als EU	-0,0243%
75%	-0,0100%		

<sup>75</sup> Das hier verwendete Wohlfahrtsmass der Hicks-äquivalenten Variation basiert – vereinfacht gesagt – auf dem diskontierten Konsum, einschliesslich Freizeit, über den gesamten Modellhorizont.

## 4 Sensitivitätsanalyse

Im Rahmen der Sensitivitätsanalyse wurde der Einfluss zentraler Modellparameter auf die Ergebnisse der beiden Hauptszenarien „mit“ und „ohne“ Verknüpfung untersucht. Bei Erhöhung der Parameter wurde ein 50% höherer Wert angenommen. In der tiefen Variante wurde der betreffende Parameter um ein Drittel niedriger angesetzt.

Tabelle 17. Sensitivitäten für das Hauptszenario ohne Verknüpfung

	Wohlfahrt	Konsum	BIP	Investitionen	Beschäftigung	ETS-Preise
	(*)	Veränderungen gegenüber dem Basisszenario (~) im Jahr 2020 in %				(#)
<b>Hauptszenario ohne Verknüpfung</b>	-0,010%	-0,012%	-0,001%	0,019%	0,007%	21,07
<b>Substitutionselastizität zwischen fossilen Energieträgern</b>						
Tief	-0,010%	-0,012%	-0,001%	0,018%	0,007%	22,62
Hoch	-0,010%	-0,013%	0,001%	0,021%	0,008%	20,10
<b>Substitutionselastizität zwischen Energie und Faktoreinsatz</b>						
Tief	-0,015%	-0,018%	-0,011%	-0,031%	-0,004%	28,85
Hoch	-0,003%	-0,005%	0,009%	0,062%	0,021%	17,93
<b>Aussenhandelselastizitäten (Armington-Elastizitäten)</b>						
Tief	-0,007%	-0,009%	-0,006%	-0,022%	0,006%	21,18
Hoch	-0,013%	-0,018%	0,005%	0,043%	0,010%	19,53
<b>Ölpreis</b>						
Tief	-0,011%	-0,020%	-0,027%	-0,048%	-0,006%	30,71
Hoch	0,004%	0,011%	0,018%	0,093%	0,032%	15,58

(\*) = Veränderungen gegenüber dem Basisszenario in %

(~) Die Veränderungen sind jeweils auf ein Basisszenario bezogen, das mit dem untersuchten Parameterwert kalibriert wurde. Dadurch wird sichergestellt, dass nicht z.B. der Einfluss des Ölpreises auf die Wohlfahrt gezeigt wird, sondern der Einfluss des Ölpreises auf die Wohlfahrtseffekte des Emissionshandels.

(#) Preis für das Jahr 2020 (in Franken von 2005)

Wie man erwarten würde, besitzt der Ölpreis den grössten Einfluss auf die Modellergebnisse, unabhängig vom untersuchten Szenario (vgl. Tabelle 17 und Tabelle 18). Ausserdem ist die Substitutionselastizität zwischen fossiler Energie und Faktoreinsatz bedeutend, welche die Grenzvermeidungskosten wesentlich mitbestimmt. Im Vergleich dazu ist die Substitutionselastizität

zwischen fossilen Energieträgern („Fuel Switch-Elastizität“) weniger entscheidend, ebenso die Wahl der Aussenhandelselastizitäten.

Die stärkste Sensitivität zeigen die Schweizer ETS-Preise im Szenario ohne Verknüpfung. Der sehr geringe Einfluss der Szenarien auf makroökonomische Grössen gilt unabhängig von der gewählten Parametrisierung, jedenfalls innerhalb der hier untersuchten Bandbreiten.

Tabelle 18. Sensitivitäten für das Hauptszenario mit Verknüpfung

	Wohlfahrt	Konsum	BIP	Investitionen	Beschäftigung	Inländische Emissionen
	(*)	Veränderungen gegenüber dem Basisszenario (~) Im Jahr 2020 in %				
<b>Hauptszenario mit Verknüpfung</b>	-0,004%	-0,006%	0,016%	0,029%	-0,021%	2,380%
<b>Substitutionselastizität zwischen fossilen Energieträgern</b>						
tief	-0,004%	-0,007%	0,012%	0,027%	0,020%	3,158%
hoch	-0,002%	-0,004%	0,020%	0,032%	0,023%	1,572%
<b>Substitutionselastizität zwischen Energie und Faktoreinsatz</b>						
tief	-0,007%	-0,014%	-0,006%	-0,063%	0,004%	4,011%
hoch	0,003%	0,012%	0,035%	0,169%	0,049%	-0,099%
<b>Aussenhandelselastizitäten (Armington-Elastizitäten)</b>						
tief	0,000%	-0,002%	0,019%	0,037%	0,022%	2,707%
hoch	-0,008%	-0,021%	0,014%	0,015%	0,020%	-0,046%
<b>Ölpreis</b>						
tief	-0,009%	-0,011%	0,010%	0,023%	0,012%	4,309%
hoch	-0,006%	-0,009%	0,016%	0,027%	0,019%	-0,177%

(\*) = Veränderungen gegenüber dem Basisszenario in %

(~) Die Veränderungen sind jeweils auf ein Basisszenario bezogen, das mit dem untersuchten Parameterwert kalibriert wurde. Dadurch wird sichergestellt, dass nicht z.B. der Einfluss des Ölpreises auf die Wohlfahrt gezeigt wird, sondern der Einfluss des Ölpreises auf die Wohlfahrtseffekte des Emissionshandels.

## TEIL D: Schlussfolgerungen

---

### 1 Volkswirtschaftliche Auswirkungen – Simulationen mit dem Gleichgewichtsmodell GENES<sup>WIS</sup>

#### Vergleichbarkeit der Szenarien hinsichtlich CO<sub>2</sub>-Minderung und Staatseinnahmen

Die Szenarien, die mit dem Gleichgewichtsmodell **GENES<sup>WIS</sup>** simuliert wurden, sind vergleichbar hinsichtlich CO<sub>2</sub>-Minderung und Staatseinnahmen. Im Basisszenario, das zu Vergleichszwecken herangezogen wird, gibt es keinen Emissionshandel, so dass die betreffenden Unternehmen der Brennstoffabgabe unterstellt werden oder ähnliche Minderungsanstrengungen vornehmen müssen. Die abgebildete Brennstoffabgabe unterscheidet sich in zwei wichtigen Punkten von der heutigen CO<sub>2</sub>-Abgabe bzw. vom bestehenden CO<sub>2</sub>-Gesetz:

- Der Steuersatz ist höher, damit das Ziel einer 20%-igen Minderung im Vergleich zu 1990 erreicht werden kann. Er steigt von 61 Franken pro t CO<sub>2</sub> im Jahr 2013 auf 112 Franken pro t CO<sub>2</sub> im Jahr 2020.
- Zur Vereinfachung der Modellierung wird die Rückverteilung des Ertrags aus der CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brennstoffen über die Mehrwertsteuer vollzogen und nicht über die Gesundheits- und AHV-Prämien. Diese modelltechnische Vereinfachung beeinflusst die Resultate nur in vernachlässigbarem Masse<sup>76</sup>.

#### ETS-Ziel entspricht nicht ganz der Minderung der ETS-Sektoren unter der im Modell angenommenen Brennstoffabgabe

Ausgehend von den oben erwähnten Sätzen haben wir für das Basisszenario die Abgabesätze berechnet, die bei Wegfall des ETS zur Zielerreichung notwendig sind. Der Brennstoffabgabesatz im Basisszenario steigt von 55 Franken pro t CO<sub>2</sub> im Jahr 2013 auf 110 Franken pro t CO<sub>2</sub> im Jahr

---

<sup>76</sup> Die Senkung von Gesundheitsprämien beeinflusst die steuerlichen Zusatzlasten nicht. Die AHV-Beitragssätze weisen im Vergleich zur Mehrwertsteuer höhere steuerliche Zusatzlasten auf, so dass ihre Senkung die Zusatzlasten im Vergleich zu letzterer stärker verringert. Die Mehrwertsteuer liegt hinsichtlich der Zusatzlasteneffekte zwischen Gesundheitsprämie und AHV-Prämie. Die gewählte Vereinfachung hat deshalb im Rahmen der simulierten geringen Aufkommensunterschiede keinen nennenswerten Einfluss auf die Beurteilung der steuerlichen Effizienz.

2020. Dieses erste Simulationsergebnis bedeutet auch, dass bei Einführung des ETS und Befreiung der ETS-Anlagen von der Brennstoffabgabe kaum Verschiebungen zwischen den ETS und nicht-ETS-Anlagen hinsichtlich der zu erbringenden Gesamtminderung stattfinden. Das ETS-Ziel einer jährlichen Senkung des Emissionsbudgets von -1,74 % zwischen 2012 und 2020 liegt nur etwas unter dem, was die ETS-Anlagen unter der (hohen) einheitlichen Brennstoffabgabe mindern würden. Die restliche Volkswirtschaft muss deshalb bei Einführung des ETS eine geringfügig höhere Minderungsleistung erbringen.

### **Einbezug der geogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen, aber geringe Minderungserfordernis**

Die geogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen der Zement-, Kalk- und Stahlindustrie werden unter der modellierten CO<sub>2</sub>-Abgabe nicht besteuert. Sie werden jedoch ins ETS einbezogen. Obwohl die regulierten Emissionen der ETS-Anlagen dadurch insgesamt um ca. 50% steigen, mindern die ETS-Anlagen weniger als unter der modellierten Brennstoffabgabe. Das liegt daran, dass das ETS ein Minderungsziel von lediglich knapp 8% im Vergleich zum Business As Usual-Pfad vorgibt. Der tatsächliche Business As Usual-Pfad kann allerdings nur ungefähr bestimmt werden, weshalb dieses Ergebnis mit Unsicherheiten behaftet ist.

### **Ein ETS ist für den überwiegenden Teil der ETS-Anlagen ein kostengünstiges klimapolitisches Instrument**

Die meisten Anlagen im ETS profitieren vom moderaten Minderungsziel und zusätzlich von der Möglichkeit, Emissionsgutschriften im Ausland einzukaufen. Diese Option ist für einen Teil der Anlagen billiger als selbst im vollen Umfang Treibhausgasemissionen zu mindern.

### **Keine gewichtigen Auswirkungen auf die restliche Wirtschaft**

Die Anlagen ausserhalb des ETS müssen bei Einführung des ETS einen etwas höheren Anteil an der Schweizer Gesamtminderung übernehmen. Trotzdem sind sie nur in unbedeutendem Masse negativ von der Einführung des ETS betroffen. Insgesamt sind die makroökonomischen Auswirkungen des ETS sehr gering. Die Wohlfahrt sinkt je nach Szenario um 0,003 bis 0,033%.

### **ETS mit Verknüpfung zum EU-ETS schneidet geringfügig besser ab**

Der Wohlfahrtsverlust mit Verknüpfung zum EU-ETS beträgt 0,004% und fällt etwas geringer aus als im vergleichbaren Szenario ohne Verknüpfung (-0,010%). In den einzelnen Sektoren fällt die Antwort auf die Frage „mit oder ohne Verknüpfung“ gemischt aus. Zementindustrie und Mineralölverarbeitung profitieren von den höheren Preisen für Emissionsrechte auf dem europäischen Markt, da sie potentiell nicht benötigte und kostenlos zugeteilte Emissionsrechte dort

verkaufen können. Die meisten anderen Sektoren bevorzugen dagegen niedrige CO<sub>2</sub>-Preise und müssten deshalb das nationale ETS ohne Verknüpfung vorziehen.

### **Attraktivität der Verknüpfung mit dem EU-ETS nimmt mit der Minderungserfordernis zu**

Während die aus der Aussenhandelstheorie bekannten Vorteile des Handels für eine Verknüpfung mit dem EU-ETS sprechen, machen die gemäss unseren Simulationen niedrigen CO<sub>2</sub>-Preise im nationalen ETS letzteres für viele ETS-Anlagen attraktiv. Allerdings ist auf die tiefen Preise im nationalen ETS wenig Verlass. Sie hängen davon ab, ob die Business As Usual-Entwicklung und die Grenzkosten sich so verhalten wie hier abgebildet. Sobald die Minderungserfordernis in der Realität höher ausfällt als in dieser Studie angenommen, können die Preise in einem ETS ohne Verknüpfung erheblich ansteigen, sehr schnell jedenfalls über das Preisniveau im EU-ETS. Der grössere europäische Markt für Emissionsberechtigungen federt Unsicherheiten hinsichtlich der Preisentwicklung etwas ab. Hinzu kommt, dass Preisaufläge aufgrund von Marktmacht in grösseren Märkten in der Regel weniger stark ausfallen. Auch im Hinblick auf möglicherweise höhere Minderungsanstrengungen nach 2020 ist die frühzeitige Verknüpfung mit dem EU-ETS sinnvoll.

In einem ETS-Szenario ohne Verknüpfung zur EU wurde unterstellt, dass ab 2013 zwei Gaskombikraftwerke mit einem jährlichen CO<sub>2</sub>-Ausstoss von insgesamt 1 Mio. Tonnen betrieben und ins Emissionshandelssystem eingebunden werden. Es wurde unterstellt, dass die Hälfte dieser zusätzlichen Emissionen mit ausländischen Emissionszertifikaten kompensiert werden darf. Da zudem angenommen wurde, dass die restliche Kompensation vollständig mit Emissionsrechten aus dem Schweizer ETS erfolgt, aber keine zusätzlichen Emissionsrechte ausgestellt werden, steigen die Preise an. Die Preise für Schweizer Emissionsrechte steigen in diesem Szenario auf 181 Franken pro Tonne CO<sub>2</sub>, was die hohe Sensitivität der CO<sub>2</sub>-Preise im ETS ohne Verknüpfung noch einmal verdeutlicht.

### **Ein ähnliches Niveau von ETS-Preisen und Brennstoffabgabe ist vorteilhaft.**

Die Minderung von Treibhausgasen ist am effizientesten, wenn die Grenzvermeidungskosten aller Emittenten gleich sind. Das ETS hat im Vergleich zur Brennstoffabgabe den Vorteil, dass zusätzliche Quellen von Treibhausgasen, insbesondere die geogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen der Zementindustrie, mit einem CO<sub>2</sub>-Preis belegt werden. Andererseits entstehen Verzerrungen zwischen Anlagen im ETS und ausserhalb des ETS, wenn ETS-Preise und Brennstoffabgabe deutlich unterschiedlich sind.

### **Transaktionskosten sind in den Modellrechnungen nicht berücksichtigt.**

Transaktionskosten sind in den Modellrechnungen nicht berücksichtigt. Es muss davon ausgegangen werden, dass die Transaktionskosten eines Emissionshandelssystems für die beteiligten Firmen, aber auch auf der Seite der Regulatoren, höher sind als bei einer reinen Abgabelösung. Die Vorteile des ETS wiegen diesen Transaktionskostennachteil jedoch für die meisten der betroffenen Anlagen auf. Unklar ist, ob dies auch für Anlagen gilt, die jährlich weniger als 10'000 t CO<sub>2</sub>-Äquivalente ausstossen.

## 2 Unternehmen im Emissionshandel

Im Vergleich zur heutigen Regelung werden vom Emissionshandel nach 2012 weniger energieintensive Unternehmen, insbesondere Unternehmen aus dem Dienstleistungssektor, vom obligatorischen Einbezug ausgenommen, da die Emissionen auf die Anlagen bezogen unter die vorgesehenen 10'000 t CO<sub>2</sub>e pro Jahr fallen. Auf der anderen Seite werden jedoch zusätzliche Unternehmen neu einbezogen, insbesondere aus dem Sektor Fernwärme.

Es ist davon auszugehen, dass aufgrund der vorgesehenen Gesetze rund 6 Mt. CO<sub>2</sub>e durch das Schweizer ETS nach 2012 reguliert würden, das knapp 100 Firmen mit 130 Anlagen einschliessen wird. Der weitaus grösste Anteil der Emissionen mit 5 Mt. CO<sub>2</sub>e entfällt dabei auf die 30 grössten Anlagen mit einer Jahresfracht von über 25'000 t CO<sub>2</sub>e.

Die Teilnahme am Emissionshandel ist für Firmen generell vorteilhaft, da diese so lediglich die Kosten für die Reduktionen zu tragen haben, und nicht für die Gesamtfracht, wie dies bei der Brennstoffabgabe der Fall wäre. Gegenüber Firmen in der EU bedeutet das freiwillige Opt-in ein Wettbewerbsvorteil für Kleinemittenten unter 10'000 t CO<sub>2</sub>e, falls in der EU eine Pflicht zur Brennstoffabgabe oder ein ähnliches Instrument ohne die Möglichkeit einer Teilnahme am ETS besteht.

Der Übergang zu den in dieser Studie als Grundlage verwendeten Modell-Regeln wird für die Unternehmen zu einer Reihe von Änderungen führen:

- Heizkraftwerke und WKK-Anlagen werden dem Emissionshandel unterstellt, wenn sie mehr als 10'000 t CO<sub>2</sub> pro Jahr ausstossen.
- Die Firmen im ETS müssen die Emissionen ihrer Anlagen einzeln berichten und nicht mehr jene der gesamten Unternehmung.
- Firmen sind nur noch für die von ihnen verursachten Emissionen verantwortlich. Wärme- und Strombezug von Dritten ist nicht vom CO<sub>2</sub>-Gesetz reguliert. Die dabei anfallenden Emissionen werden bei den Strom- und Wärmelieferanten berichtet und reguliert.

- Keine Modifikationen mehr von Emissionen und Frachtziel durch Heizgradtag- und Frachtzielkorrektur.

Tabelle 19. Zusammenfassung der in den Schweizer Emissionshandel nach 2012 eingeschlossenen Sektoren und Gegenüberstellung der Einschlusskriterien auf Anlageebene. Die Tabelle gibt keinen Aufschluss über die Emissionen der einzelnen Sektoren. Fehlende Sektoren kommen in der Schweiz nicht vor oder werden nicht reguliert.

\* Existiert in der Schweiz, Erreichung des Kriteriums CH (Einbezug) unwahrscheinlich.

Produktionsprozess (Aktivität)	Kriterium EU	Kriterium CH	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	ETS CH
Geologische Speicherung von Treibhausgasen	keinen	10'000 t	■		✓
Salpetersäure *	keinen	10'000 t	■	■	✓
Raffinerien	keinen	10'000 t	■		✓
Stahl und Eisenhütten	2.5 t / h	10'000 t	■		✓
Eisen- und Stahlverarbeitung	20 MW	10'000 t	■		✓
Recyclingaluminium	20 MW	10'000 t	■		✓
Buntmetall Produktion	20 MW	10'000 t	■		✓
Steinwolle	20 t / Tag	10'000 t	■		✓
Glas / Glasfaser	20 t / Tag	10'000 t	■		✓
Gips / Gipskartonplatten	20 MW	10'000 t	■		✓
Papier und Pappe	20 t / Tag	10'000 t	■		✓
Zellstoffproduktion	20 MW	10'000 t	■		✓
Elektrizitäts- und Heizkraftwerke inkl. WKK	20 MW	10'000 t	■		✓
Zementproduktion (Andere Öfen)	50 t / Tag	10'000 t	■		✓
Kalkproduktion (Dolomit / Magnesit)	50 t / Tag	10'000 t	■		✓
Ziegeleien / Keramik	75 t / Tag	10'000 t	■		✓
Zementproduktion (Drehrohröfen)	500 t / Tag	10'000 t	■		✓
Flugverkehr	° 10'000 t CO <sub>2</sub> e		■		✗
Flugverkehr	° 5'700 kg Gewicht		■		✗

Zudem kann folgendes festgehalten werden:

- Bezüglich Kehrlichtverbrennungsanlagen besteht ein gewisser Spielraum in der Interpretation der Richtlinie, die Emissionen von Abwasserreinigungsanlagen – die oft prozess- und energietechnisch mit den KVA's integriert sind – wiederum dem Emissionshandel unterstellt. Der Bund muss die Definitionen dahingehend klären, um Konflikte zwischen Umwelt- und Siedlungsabfall-Politik auszuräumen.
- Es besteht eine gewisse Gefahr, dass sich Firmen mit gemischten fossil-biogenen Brennstoffen nicht dem Emissionshandel unterstellen lassen, obwohl sie theoretisch die 10'000er Emissionsgrenze überschreiten. Eine solche Situation kann entstehen, falls solche Anlagen vermehrt fossile Brennstoffe zufeuern. Aufgrund der Ausführungen zum Opt-in von Firmen kann jedoch davon ausgegangen werden, dass Firmen die ihre Emissionsrechte nicht ersteigern müssen, kaum Anreize haben, sich nicht dem Handel zu unterstellen. Lediglich Firmen, die hauptsächlich Elektrizität erzeugen und somit

Emissionsrechte ersteigern müssen, könnten bei hohen Preisen für Emissionsgutschriften einen Anreiz für solches Handeln haben.

### 3 Carbon Leakage

Die Analyse zu den europäischen Carbon Leakage Kriterien erlaubt eine erste Identifikation derjenigen Schweizer Anlagen, die sich für die Kriterien qualifizieren. Von den 43 Unternehmen, die über der Opt-in Schwelle liegen, werden voraussichtlich 31 Anlagen mit 70% der Emissionen<sup>77</sup> ihre Emissionsrechte gratis bis zum Effizienz-Benchmark zugeteilt erhalten. Weitere 18 Anlagen – verantwortlich für 25% der Emissionen – könnten sich vollständig oder auch teilweise für eine freie Zuteilung bis hin zum Benchmark qualifizieren, je nach dem wie ihre Tätigkeit den NACE Sektoren schlussendlich zugeordnet werden können (Tabelle 20). Erst die endgültige Entscheidung über die dem Carbon Leakage ausgesetzten Sektoren durch die EU wird zu dieser Frage Klarheit schaffen.

Wie bereits erörtert, muss jedoch eine weiterführende Analyse über die Produktionszahlen auf Anlageebene durchgeführt werden, um eine abschliessende Aussage über deren Exposition gegenüber Carbon Leakage machen zu können. Insgesamt vier Unternehmungen konnten nicht klassifiziert werden, da sie einem Dienstleistungssektor resp. Abfallbehandlung zuzuzählen sind, welche von der EU-Analyse zur Zeit nicht erfasst sind.

Tabelle 20: Von Carbon Leakage voraussichtlich betroffene Anlagen gemäss den vorläufigen EU-Ergebnissen.

Segment	Betroffene Anlagen	Emissionen in CO <sub>2</sub> e	Anteil	Voraussichtlich betroffene Sektoren in der Schweiz
Carbon Leakage	31	3'726'469	70%	Zementindustrie, Papier, Zucker, Span/MDF Platten, Chemische Industrie, Verpackungsglas, Roheisen
Noch zu bestimmen	10	1'343'652	25%	Z.B. metallverarbeitende Betriebe
Nicht Carbon Leakage	18	282'602	5%	Energieunternehmen (Wärme), Steinwolle, Giessereien (Eisen, Leichtmetall)

<sup>77</sup> Bezogen auf die 43 Unternehmen resp. deren 59 Anlagen im ETS nach 2012.

## 4 Versteigerung von Emissionsrechten

Die Wahl des Versteigerungsmechanismus ist bestimmt durch die Marktstruktur des schweizerischen ETS. Das europäische unterscheidet sich vom schweizerischen ETS in reguliertem Volumen, Anzahl der Anlagen, Liquidität und der Existenz eines sekundären Preissignals. Wenn die Schweiz sich auch nach 2012 für ein nationales ETS entscheiden würde, so wäre eine *ascending clock* Auktion mit einem hohen *floor price* die attraktivste Variante, um einerseits Kollusion (Absprachen) zu vermeiden, und andererseits ein CHU-Preissignal zu erhalten. Im Falle einer Verknüpfung mit dem europäischen ETS wäre eine Beteiligung der Schweiz an einer Versteigerungsplattform einer Gruppe von EU-Mitgliedstaaten am effizientesten.

In Phase 1 und 2 gaben die Mitgliedstaaten der *one-round sealed bid auction* mit gleich bleibendem Preis den Vorzug. Die Regeln für die Phase 3 werden jedoch noch immer diskutiert und der Mechanismus wurde noch nicht bestimmt. Ebenso sind Bestimmungen über die Zugangskosten zu den Auktionen – ob und wie viel – noch nicht klar. Welcher Mechanismus auch immer zum Einsatz kommen wird – die Hauptbedenken der Schweiz wird der Zugang kleiner Anlagen zu den Auktionen sein. Die Direktive selbst sichert den Zugang durch Bestimmungen ab.

## 5 Freiwilliges Opt-in von Kleinemittenten

Der Effekt der Opt-in Schwellenhöhe auf die Anzahl Marktteilnehmenden kann im Rahmen dieser Studie nur qualitativ beantwortet werden. Im Vordergrund steht die Frage, ob die Firmen über dem betrachteten Schwellenwert von 5'000 t CO<sub>2</sub> Emissionen freiwillig ins ETS eintreten. Dabei müssen die Kosten der beiden Alternativen – ETS vs. Brennstoffabgabe – gegeneinander gewichtet werden. Liegen die Kosten für den Eintritt in das ETS tiefer, so werden die Firmen theoretisch eintreten.

Da die Kosten im ETS davon abhängen, ob Emissionsrechte ersteigert werden müssen oder nicht, muss in der Analyse eine Fallunterscheidung gemacht werden. Prinzipiell wird im Weiteren davon ausgegangen, dass in der Alternative ETS-Beitritt folgende Kosten anfallen:

- Kosten für die Registerführung
- Erwerb der Emissionsrechte (gratis / Versteigerung oberhalb des Benchmarks / Versteigerung)
- Kosten für die Emissionsrechte (maximaler Preis der Emissionsrechte; kein Zukauf, falls Reduktionen kostengünstiger durch Massnahmen im Betrieb bewerkstelligt werden können)
- Kosten für den Erwerb ausländischer Emissionsberechtigungen und -zertifikate (Handel)

- Kosten für den Betrieb des Monitorings (EnAW) und der Zielvereinbarung

Mit diesen groben Annahmen und den in Tabelle 21 dargelegten Inputvariablen wird ersichtlich, dass die Transferkosten für Firmen über 5'000 t CO<sub>2</sub>e Emissionen keinen wesentlichen Einfluss mehr auf die Emissions-„Stückkosten“ haben, die mit der Brennstoffabgabe verglichen werden. Damit wird das Verhalten der Firmen einfach abzuschätzen, da diese sehr sensitiv auf das Verhältnis aus CHU-Preis und Abgabesatz reagieren.

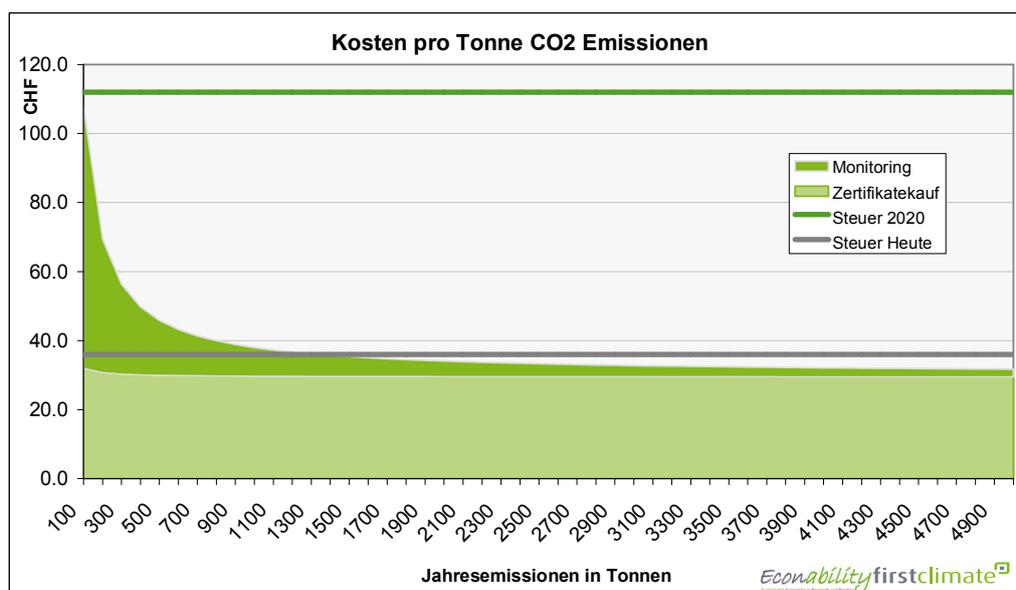


Abbildung 40. Opt-in Situation für ein Unternehmen mit voller Versteigerung, 36 CHF / t CO<sub>2</sub> Abgabe (2012) und Zertifikatspreis von CHF 30 / t CO<sub>2</sub>.

Der CHU Preis wird aufgrund von Transaktionskosten und der Marktlogik (Anbietermarkt oder Käufermarkt) von den in den Modellierungsergebnissen aufgeführten Werte abweichen. Diese sind als Minimalkosten des Grenzkäufers aus der Sicht eines voll informierten und rationalen Marktsubjekts zu verstehen. Im realen Markt ist aufgrund des fehlenden Preissignals, geringer Liquidität, Marktmacht, Informationsstand der Marktteilnehmenden und Risikoaversion der Unternehmen von einem wesentlich höheren Preis auszugehen.

Unter perfekten Marktbedingungen und bei CHU-Preise, die nur wenige CHF unter dem Abgabenniveau liegen, machen Firmen rasch vom Opt-in Gebrauch. Über dem Abgabenniveau wählen sie immer die Brennstoffabgabe.

In den Fällen, in denen keine Emissionsrechte, resp. nur diejenigen über dem Benchmark (Annahme 5%) ersteigert werden müssen, kostet die Zielerreichung nur ein Bruchteil der auf dem vollen Betrag der Emissionen zu entrichtenden Abgabe. In diesen Fällen – sowohl mit und ohne Anbindung ans EU-ETS – wählen die Firmen immer den Emissionshandel. Dies gilt auch für die

non Carbon Leakage Unternehmen, die ab 2012 20% der Emissionen versteigern müssen (70% bis 2020).

Die Brennstoffabgabe würden unter Umständen nur die Stromproduzenten vorziehen, die der vollen Versteigerung unterstehen, falls diese mit hohen Emissionsrechtpreisen konfrontiert sind. Dies ist lediglich im Szenario mit Verknüpfung und hohen Emissionsrechtpreisen der Fall. Unternehmen wechseln rasch ins ETS, wenn die Preise der Emissionsgutschriften mehr als CHF 5 tiefer liegen als das Abgabenniveau. Das ist im Hochpreis EUA Szenario mit Verknüpfung der Fall (Abbildung 41), aber auch im Szenario ohne Verknüpfung bei Preisen für Emissionsgutschriften, die deutlich über dem Abgabensatz liegen. Bei einem in der Modellierung ermittelten ETS-Preis von rund CHF 20 und einem Abgabensatz von CHF 50 bis 110 würden hingegen auch alle diese Unternehmungen vom Opt-in Gebrauch machen.

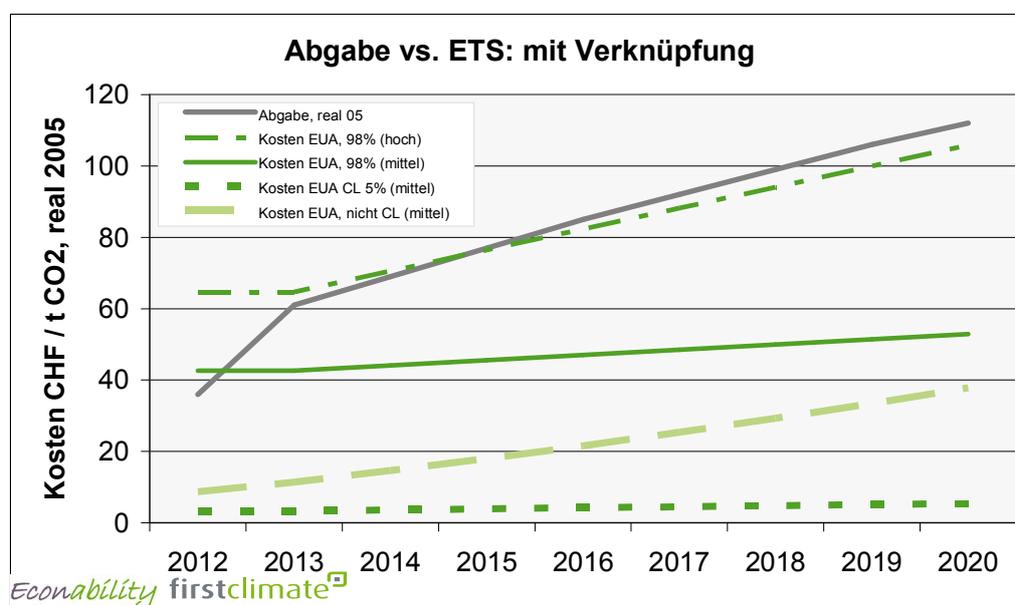


Abbildung 41. Vergleich Brennstoffabgabe gegenüber Teilnahme an ETS im Falle einer Verknüpfung für verschiedene Auktionierungsmengen. CL = Carbon Leakage, alle Angaben sind real 2005.

Da nur die Energieunternehmen einer vollen Versteigerung unterliegen werden, und diese erwartungsgemäss mehr als 10'000 t CO<sub>2</sub>e emittieren, ist zu erwarten, dass alle Firmen in der Schweiz mit weniger als 10'000 t CO<sub>2</sub>e Jahresemissionen vom Opt-in gebrauch machen.

Die Überlegungen müssen für diejenigen Unternehmen angepasst werden, bei denen Emissionen nicht nur aufgrund des Verfeuerns von Brennstoffen entstehen. Insbesondere bei der Zementindustrie ist ein Teil der Emissionen prozessbedingt (geogen) und wird somit im Rahmen des Emissionshandels erfasst, nicht jedoch von der Brennstoffabgabe.

Im Falle der Zementindustrie sind rund ein Viertel der Emissionen wie sie im ETS berichtet werden durch Regelbrennstoffe verursacht und dadurch Gegenstand der Brennstoffabgabe<sup>78</sup>. Somit entstehen für einen Viertel der Emissionen Kosten entsprechend dem Abgabesatz. Wird davon ausgegangen, dass die Zementindustrie als Carbon Leakage Sektor die Emissionsrechte bis zum Effizienzbenchmark kostenlos zugeteilt erhält und rund 5% Emissionsrechte ersteigern muss, entstehen bei einer Teilnahme im ETS Kosten für die Beschaffung eines Zwanzigstel der Emissionen. Der Äquivalenzpunkt an dem beide Alternativen gleich interessant sind, liegt somit bei einem ETS-Preis, der beim 5-fachen des Abgabesatzes liegt.

Beim gegenwärtigen Abgabesatz von CHF 36 / t CO<sub>2</sub> würde das im Fall ohne Verknüpfung einem CHU-Preis von CHF 187 entsprechen, der gemäss der Entwicklung des Abgabesatzes ab 2013 die 300er Marke überschreitet, um bis 2020 die CHF 500-600 zu erreichen. Es ist nicht zu erwarten, dass die CHU Preise je in diese Höhen klettern, in denen die Teilnahme am Schweizer ETS für die Zementindustrie die weniger attraktive Option ist.

Da zu erwarten ist, dass die in der Zementindustrie betroffenen Anlagen alle über dem freiwilligen Opt-in Schwellenwert liegen, ist oben stehende Betrachtung nicht relevant. Sie zeigt jedoch die Logik der Opt-in Entscheidung (Brennstoffabgabe vs. Emissionshandel) für vergleichbare Sektoren auf.

Tabelle 21. Beschreibung der Fallunterscheidungen und des jeweiligen Opt-in Verhaltens der Unternehmungen.

Sektor / Kosten	Carbon Leakage	Non Carbon Leakage	Stromproduzenten
ETS Fixkosten	Betrieb Register		
ETS Kosten für Compliance	5% der Emissionen zukaufen	Ab 2012 20 % der Emissionen ersteigern, bis 2020 70%	98% der Emissionen ersteigern
Monitoring	Je nach Firma zwischen 6'600 und 10'000 t CO <sub>2</sub> e pro Jahr (Schätzung anhand EnAW Konditionen).		
Handel	Einen (minimal) bis fünf Arbeitstage (bei 5'000 t CO <sub>2</sub> e, maximal) pro Jahr		
Ergebnis bei Verknüpfung mit EU-ETS	Unternehmen wählen immer <b>ETS</b>	Unternehmen wählen immer <b>ETS</b>	Unternehmen wählen immer <b>ETS, ausser Hochpreis-Szenario</b>
Ergebnis ohne Verknüpfung mit EU-ETS	Unternehmen wählen immer <b>ETS</b>	Unternehmen wählen immer <b>ETS</b>	Unternehmen wählen immer <b>ETS</b>

<sup>78</sup> Gemäss Annex zur Zielvereinbarung 2003: Regelbrennstoffe 0,17 t CO<sub>2</sub> / t Klinker Gegenstand der Brennstoffabgabe. Im ETS würden zusätzlich Abfallbrennstoffe 0,06 t CO<sub>2</sub> / t Klinker und geogene Emissionen von 0,525 t CO<sub>2</sub> / t Klinker (Monitoring Leitlinien) erfasst.

## ANHANG I: Modellergebnisse

**Tabelle A-1: Szenario M: Hauptszenario mit Verknüpfung - Veränderung gegenüber Basisszenario in % im Jahr 2020**

Verknüpfung mit EU-ETS	ja
ETS-Preise	mittel
Versteigerungsregel	wie EU
Schwellenwert	10 000 t

Sektoren	Produktionsmengen			Exporte	Importe	Treibhausgasemissionen*		
	Anlagen nach Treibhausgasemissionsmengen in t CO <sub>2</sub> e					Anlagen nach Treibhausgasemissionsmengen in t CO <sub>2</sub> e		
	größer als 10 000	5 000 bis 10 000	weniger als 5 000 t			größer als 10 000	5 000 bis 10 000	weniger als 5 000
Metall(-erzeugnisse)	-0,62%	-0,37%	-0,11%	-0,11%	0,13%	0,21%	-0,54%	-0,42%
Holz(-waren)	0,09%		0,00%	0,08%	0,02%	2,30%		-0,12%
Papier / Pappe, Druck	0,34%	-0,05%	-0,07%	0,06%	-0,02%	3,62%	-0,17%	-0,17%
Glas, Baustoffe	0,08%	-0,14%	-0,22%	-0,08%	0,04%	2,56%	-0,25%	-0,51%
Nahrungsmittel	0,03%	-0,03%	-0,03%	0,04%	-0,01%	2,38%	-0,21%	-0,15%
Chemie	-1,14%	-0,80%	-0,41%	-0,07%	0,02%	1,70%	-0,82%	-0,15%
Fernwärme	6,22%	-0,13%	-0,03%			6,70%	-0,51%	-0,40%
Sonstige	-0,02%	-0,03%	0,07%	0,07%	-0,02%	2,12%	-0,15%	-0,15%
Mineralölverarbeitung	1,81%			0,32%	1,24%	3,25%		
Zement	0,50%			0,13%	-0,13%	1,70%		

\* Veränderung gegenüber Basisszenario in % im Zeitraum 2013-2020

**Tabelle A-2: Szenario M-h: Veränderung gegenüber Basisszenario in % im Jahr 2020**

Verknüpfung mit EU-ETS	ja
ETS-Preise	hoch
Versteigerungsregel	wie EU
Schwellenwert	10 000 t

Sektoren	Produktionsmengen			Exporte	Importe	Treibhausgasemissionen*		
	Anlagen nach Treibhausgasemissionsmengen in t CO <sub>2</sub> e					Anlagen nach Treibhausgasemissionsmengen in t CO <sub>2</sub> e		
	größer als 10 000	5 000 bis 10 000	weniger als 5 000 t			größer als 10 000	5 000 bis 10 000	weniger als 5 000
Metall(-erzeugnisse)	-1,96%	-1,10%	-0,21%	-0,44%	0,07%	-1,76%	-1,10%	-0,43%
Holz(-waren)	0,00%		-0,05%	0,07%	0,03%	-0,68%		-0,14%
Papier / Pappe, Druck	0,17%	-0,22%	-0,28%	0,03%	0,00%	-0,83%	-0,29%	-0,31%
Glas, Baustoffe	-0,31%	-0,44%	-0,65%	-0,16%	0,07%	-1,00%	-0,46%	-0,81%
Nahrungsmittel	-0,09%	-0,13%	-0,13%	0,00%	-0,01%	-0,84%	-0,27%	-0,21%
Chemie	-2,86%	-2,03%	-0,59%	-0,31%	0,09%	-3,20%	-1,80%	-0,17%
Fernwärme	3,24%	-0,29%	-0,13%			4,22%	-0,61%	-0,47%
Sonstige	-0,09%	-0,09%	0,14%	0,05%	-0,06%	-0,74%	-0,18%	-0,19%
Mineralölverarbeitung	1,88%			0,34%	0,35%	1,33%		
Zement	0,51%			0,15%	-0,15%	0,19%		

\* Veränderung gegenüber Basisszenario in % im Zeitraum 2013-2020

Tabelle A-3: Szenario M-t: Veränderung gegenüber Basisszenario in % im Jahr 2020

Verknüpfung mit EU-ETS	ja
ETS-Preise	tief
Versteigerungsregel	wie EU
Schwellenwert	10 000 t

Sektoren	Produktionsmengen			Exporte	Importe	Treibhausgasemissionen*		
	Anlagen nach Treibhausgasemissionsmengen in t CO2e					Anlagen nach Treibhausgasemissionsmengen in t CO2e		
	größer als 10 000	5 000 bis 10 000	weniger als 5 000 t			größer als 10 000	5 000 bis 10 000	weniger als 5 000
Metall(-erzeugnisse)	0,05%	-0,01%	-0,06%	0,02%	0,09%	1,38%	-0,33%	-0,51%
Holz(-waren)	0,14%		0,01%	0,10%	0,00%	3,92%		-0,20%
Papier / Pappe, Druck	0,42%	0,04%	-0,01%	0,08%	-0,03%	6,10%	-0,19%	-0,22%
Glas, Baustoffe	0,27%	-0,01%	-0,04%	0,01%	0,01%	5,80%	-0,25%	-0,50%
Nahrungsmittel	0,09%	0,01%	0,01%	0,05%	-0,01%	4,12%	-0,27%	-0,21%
Chemie	-0,26%	-0,18%	-0,35%	-0,01%	0,02%	4,41%	-0,41%	-0,22%
Fernwärme	7,79%	-0,14%	-0,03%			8,06%	-0,56%	-0,44%
Sonstige	0,01%	0,00%	0,02%	0,07%	0,03%	3,70%	-0,21%	-0,23%
Mineralölverarbeitung	1,64%			0,35%	1,58%	4,26%		
Zement	0,47%			0,12%	-0,12%	3,27%		

\* Veränderung gegenüber Basisszenario in % im Zeitraum 2013-2020

Tabelle A-4: Szenario M-5: Veränderung gegenüber Basisszenario in % im Jahr 2020

Verknüpfung mit EU-ETS	ja
ETS-Preise	mittel
Versteigerungsregel	wie EU
Schwellenwert	5 000 t

Sektoren	Produktionsmengen			Exporte	Importe	Treibhausgasemissionen*		
	Anlagen nach Treibhausgasemissionsmengen in t CO2e					Anlagen nach Treibhausgasemissionsmengen in t CO2e		
	größer als 10 000	5 000 bis 10 000	weniger als 5 000 t			größer als 10 000	5 000 bis 10 000	weniger als 5 000
Metall(-erzeugnisse)	-0,53%	0,29%	-0,19%	-0,06%	0,08%	0,27%	3,08%	-0,53%
Holz(-waren)	0,10%		-0,01%	0,08%	0,02%	2,25%		-0,23%
Papier / Pappe, Druck	0,34%	0,14%	-0,11%	0,06%	-0,02%	3,55%	2,67%	-0,31%
Glas, Baustoffe	0,10%	0,26%	-0,23%	-0,07%	0,04%	2,49%	2,40%	-0,65%
Nahrungsmittel	0,04%	0,04%	-0,03%	0,04%	-0,01%	2,32%	2,75%	-0,24%
Chemie	-1,12%	-0,66%	-0,34%	-0,06%	0,01%	1,66%	2,01%	-0,24%
Fernwärme	6,18%	4,91%	-0,07%			6,64%	5,85%	-0,52%
Sonstige	-0,03%	-0,03%	0,05%	0,07%	-0,02%	2,04%	1,92%	-0,27%
Mineralölverarbeitung	1,68%			0,31%	1,12%	3,11%		
Zement	0,49%			0,13%	-0,13%	1,66%		

\* Veränderung gegenüber Basisszenario in % im Zeitraum 2013-2020

Tabelle A-5: Szenario M-mV: Veränderung gegenüber Basisszenario in % im Jahr 2020

Verknüpfung mit EU-ETS	ja
ETS-Preise	mittel
Versteigerungsregel	mehr als EU
Schwellenwert	10 000 t

Sektoren	Produktionsmengen			Exporte	Importe	Treibhausgasemissionen*		
	Anlagen nach Treibhausgasemissionsmengen in t CO <sub>2</sub> e					Anlagen nach Treibhausgasemissionsmengen in t CO <sub>2</sub> e		
	größer als 10 000	5 000 bis 10 000	weniger als 5 000 t			größer als 10 000	5 000 bis 10 000	weniger als 5 000
Metall(-erzeugnisse)	-0,84%	-0,31%	0,02%	-0,11%	0,13%	-0,01%	-0,83%	-0,65%
Holz(-waren)	0,05%		0,17%	0,08%	0,02%	2,28%		-0,36%
Papier / Pappe, Druck	0,27%	0,11%	-0,09%	0,06%	-0,02%	3,42%	-0,34%	-0,49%
Glas, Baustoffe	-0,07%	-0,04%	-0,15%	-0,08%	0,04%	2,25%	-0,54%	-0,92%
Nahrungsmittel	-0,02%	0,07%	0,13%	0,05%	-0,01%	2,32%	-0,43%	-0,35%
Chemie	-1,29%	-0,62%	-0,20%	-0,07%	0,02%	1,46%	-1,09%	-0,34%
Fernwärme	4,16%	0,28%	0,07%			4,58%	-1,21%	-1,06%
Sonstige	-0,05%	0,06%	0,15%	0,08%	-0,01%	1,95%	-0,36%	-0,42%
Mineralölverarbeitung	1,45%			0,33%	1,23%	2,68%		
Zement	0,36%			0,12%	-0,13%	1,36%		

\* Veränderung gegenüber Basisszenario in % im Zeitraum 2013-2020

**Tabelle A-6: Szenario O: Hauptszenario ohne Verknüpfung - Veränderung ggü. Basisszenario im Jahr 2020**

Verknüpfung mit EU-ETS	nein
CER-Limite	EU-Regel
Versteigerungsregel	wie EU
GuD	nein
BIP	mittel

Sektoren	Produktionsmengen		Exporte	Importe	Treibhausgasemissionen*	
	Anlagen				Anlagen	
	im ETS	ausserhalb ETS			im ETS	ausserhalb ETS
Metall(-erzeugnisse)	0,58%	0,05%	0,11%	-0,07%	18,95%	-0,24%
Holz(-waren)	0,16%	0,02%	0,16%	-0,03%	23,96%	-0,17%
Papier / Pappe, Druck	0,41%	0,04%	0,08%	-0,04%	22,20%	-0,12%
Glas, Baustoffe	0,60%	0,06%	0,12%	-0,15%	26,74%	-0,24%
Nahrungsmittel	0,11%	0,04%	0,05%	-0,04%	21,05%	-0,15%
Chemie	0,54%	0,07%	0,00%	-0,02%	16,14%	-0,15%
Fernwärme	7,77%	-1,32%			33,53%	-1,51%
Sonstige	0,01%	-0,01%	0,03%	0,01%	8,49%	-0,33%
Mineralölverarbeitung	1,50%		0,22%	1,45%	18,08%	
Zement	0,16%		0,02%	0,03%	8,12%	

\* Veränderung gegenüber Basisszenario in % im Zeitraum 2013-2020

**Tabelle A-7: Szenario O-25: Veränderung gegenüber Basisszenario in % im Jahr 2020**

Verknüpfung mit EU-ETS	nein
CER-Limite	25%
Versteigerungsregel	wie EU
GuD	nein
BIP	mittel

Sektoren	Produktionsmengen		Exporte	Importe	Treibhausgasemissionen*	
	Anlagen				Anlagen	
	im ETS	ausserhalb ETS			im ETS	ausserhalb ETS
Metall(-erzeugnisse)	0,39%	0,03%	0,05%	-0,03%	13,04%	-0,42%
Holz(-waren)	0,13%	0,00%	0,16%	-0,03%	21,93%	-0,34%
Papier / Pappe, Druck	0,38%	-0,04%	0,09%	-0,04%	19,20%	-0,33%
Glas, Baustoffe	0,45%	-0,03%	0,10%	-0,14%	9,69%	-0,52%
Nahrungsmittel	0,08%	0,01%	0,05%	-0,04%	19,00%	-0,32%
Chemie	0,51%	0,07%	-0,01%	-0,02%	13,85%	-0,29%
Fernwärme	6,37%	-1,51%			32,09%	-1,74%
Sonstige	-0,02%	-0,03%	0,03%	0,01%	6,77%	-0,53%
Mineralölverarbeitung	1,24%		0,19%	1,21%	16,55%	
Zement	-0,19%		-0,03%	0,02%	8,16%	

\* Veränderung gegenüber Basisszenario in % im Zeitraum 2013-2020

**Tabelle A-8: Szenario O-50: Veränderung gegenüber Basisszenario in % im Jahr 2020**

Verknüpfung mit EU-ETS	nein
CER-Limite	50%
Versteigerungsregel	wie EU
GuD	nein
BIP	mittel

Sektoren	Produktionsmengen		Exporte	Importe	Treibhausgasemissionen*	
	Anlagen				Anlagen	
	im ETS	ausserhalb ETS	im ETS	ausserhalb ETS		
Metall(-erzeugnisse)	0,53%	0,04%	0,11%	-0,07%	17,87%	-0,46%
Holz(-waren)	0,15%	-0,01%	0,16%	-0,03%	23,69%	-0,39%
Papier / Pappe, Druck	0,39%	-0,06%	0,08%	-0,04%	21,80%	-0,40%
Glas, Baustoffe	0,52%	-0,04%	0,12%	-0,15%	25,36%	-0,60%
Nahrungsmittel	0,09%	0,00%	0,05%	-0,04%	20,74%	-0,37%
Chemie	0,52%	0,06%	0,00%	-0,02%	15,83%	-0,33%
Fernwärme	7,55%	-1,47%			33,34%	-1,73%
Sonstige	-0,01%	-0,04%	0,03%	0,01%	8,20%	-0,59%
Mineralölverarbeitung	1,13%		0,20%	1,41%	17,59%	
Zement	0,12%		0,02%	0,03%	9,41%	

\* Veränderung gegenüber Basisszenario in % im Zeitraum 2013-2020

**Tabelle A-9: Szenario O-75: Veränderung gegenüber Basisszenario in % im Jahr 2020**

Verknüpfung mit EU-ETS	nein
CER-Limite	75%
Versteigerungsregel	wie EU
GuD	nein
BIP	mittel

Sektoren	Produktionsmengen		Exporte	Importe	Treibhausgasemissionen*	
	Anlagen				Anlagen	
	im ETS	ausserhalb ETS	im ETS	ausserhalb ETS		
Metall(-erzeugnisse)	0,58%	0,05%	0,11%	-0,07%	18,95%	-0,24%
Holz(-waren)	0,16%	0,02%	0,16%	-0,03%	23,96%	-0,17%
Papier / Pappe, Druck	0,41%	0,04%	0,08%	-0,04%	22,20%	-0,12%
Glas, Baustoffe	0,60%	0,06%	0,12%	-0,15%	26,74%	-0,24%
Nahrungsmittel	0,11%	0,04%	0,05%	-0,04%	21,05%	-0,15%
Chemie	0,54%	0,07%	0,00%	-0,02%	16,14%	-0,15%
Fernwärme	7,77%	-1,32%			33,53%	-1,51%
Sonstige	0,01%	-0,01%	0,03%	0,01%	8,49%	-0,33%
Mineralölverarbeitung	1,50%		0,22%	1,45%	18,08%	
Zement	0,16%		0,02%	0,03%	8,12%	

\* Veränderung gegenüber Basisszenario in % im Zeitraum 2013-2020

Tabelle A-10: Szenario O-kV: Veränderung gegenüber Basisszenario in % im Jahr 2020

Verknüpfung mit EU-ETS	nein
CER-Limite	EU-Regel
Versteigerungsregel	keine Auktion
GuD	nein
BIP	mittel

Sektoren	Produktionsmengen		Exporte	Importe	Treibhausgasemissionen*	
	Anlagen				Anlagen	
	im ETS	ausserhalb ETS			im ETS	ausserhalb ETS
Metall(-erzeugnisse)	0,58%	0,05%	0,11%	-0,07%	18,95%	-0,28%
Holz(-waren)	0,17%	0,01%	0,16%	-0,03%	23,96%	-0,21%
Papier / Pappe, Druck	0,41%	0,02%	0,08%	-0,04%	22,20%	-0,17%
Glas, Baustoffe	0,59%	0,04%	0,12%	-0,15%	27,20%	-0,31%
Nahrungsmittel	0,12%	0,04%	0,05%	-0,04%	21,05%	-0,19%
Chemie	0,54%	0,07%	0,00%	-0,02%	16,14%	-0,18%
Fernwärme	8,67%	-1,39%			34,15%	-1,58%
Sonstige	0,00%	-0,02%	0,03%	0,01%	8,47%	-0,38%
Mineralölverarbeitung	1,44%		0,20%	1,45%	18,03%	
Zement	0,18%		0,02%	0,03%	7,68%	

\* Veränderung gegenüber Basisszenario in % im Zeitraum 2013-2020

Tabelle A-11: Szenario O-mV: Veränderung gegenüber Basisszenario in % im Jahr 2020

Verknüpfung mit EU-ETS	nein
CER-Limite	EU-Regel
Versteigerungsregel	mehr als EU
GuD	nein
BIP	mittel

Sektoren	Produktionsmengen		Exporte	Importe	Treibhausgasemissionen*	
	Anlagen				Anlagen	
	im ETS	ausserhalb ETS			im ETS	ausserhalb ETS
Metall(-erzeugnisse)	0,55%	0,05%	0,11%	-0,07%	18,91%	-0,33%
Holz(-waren)	0,16%	0,01%	0,16%	-0,03%	23,94%	-0,26%
Papier / Pappe, Druck	0,40%	0,00%	0,08%	-0,04%	22,17%	-0,23%
Glas, Baustoffe	0,57%	0,02%	0,12%	-0,15%	27,16%	-0,39%
Nahrungsmittel	0,10%	0,02%	0,05%	-0,04%	21,02%	-0,24%
Chemie	0,52%	0,07%	0,00%	-0,02%	16,12%	-0,22%
Fernwärme	7,36%	-1,36%			33,08%	-1,58%
Sonstige	0,00%	-0,02%	0,03%	0,01%	8,45%	-0,43%
Mineralölverarbeitung	1,33%		0,21%	1,45%	17,91%	
Zement	0,13%		0,02%	0,03%	7,62%	

\* Veränderung gegenüber Basisszenario in % im Zeitraum 2013-2020

Tabelle A-12: Makroökonomische Variablen nach Szenarien - Veränderung gegenüber Basisszenario in % im Jahr 2020

Szenario	Verknüpfung mit EU-ETS				Versteigerungsregel	Schwellenwert	GuD	EUA-Preise	Konsument (*)	Beschäftigung (*)	Investitionen (*)	BIP (*)	Inländische Emissionen (**)	Preise der Emissionsgutschriften (***)
	Verknüpfung mit EU-ETS	CER-Limite	Versteigerungsregel	Schwellenwert										
M	ja	EU-Regel	wie EU	10 000 t	nein	mittel		-0,01%	0,02%	0,03%	0,02%	0,26%	55,72	
M-h	ja	EU-Regel	wie EU	10 000 t	nein	hoch		-0,01%	0,05%	0,03%	0,03%	-0,69%	111,44	
M-t	ja	EU-Regel	wie EU	10 000 t	nein	tief		0,00%	0,01%	0,03%	0,01%	0,77%	27,86	
M-5	ja	EU-Regel	wie EU	5 000 t	nein	mittel		-0,01%	0,02%	0,04%	0,02%	0,28%	55,72	
M-mV	ja	EU-Regel	mehr als EU	10 000 t	nein	mittel		-0,01%	0,02%	0,01%	0,02%	0,18%	55,72	
O	nein	EU-Regel	wie EU	10 000 t	nein	--		-0,01%	0,01%	0,02%	0,00%	0,56%	20,22	
O-25	nein	25%	wie EU	10 000 t	nein	--		-0,03%	0,00%	0,03%	-0,01%	0,25%	45,12	
O-50	nein	50%	wie EU	10 000 t	nein	--		-0,02%	0,01%	0,02%	0,00%	0,50%	23,04	
O-75	nein	75%	wie EU	10 000 t	nein	--		-0,01%	0,01%	0,02%	0,00%	0,56%	20,22	
O-kV	nein	EU-Regel	keine Auktion	10 000 t	nein	--		-0,01%	0,01%	0,02%	0,00%	0,56%	20,23	
O-mV	nein	EU-Regel	mehr als EU	10 000 t	nein	--		-0,03%	0,01%	0,02%	0,00%	0,56%	20,20	
O-GuD****	nein	EU-Regel	wie EU	10 000 t	ja	--							180,87	

(\*) = Veränderung in %

(\*\*) = Veränderung in % über den Zeitraum 2013-2020

(\*\*\*) = Preis in Franken von 2005

(\*\*\*\*) Im GuD-Szenario werden die Auswirkungen der zusätzlichen Stromproduktion nicht untersucht. Deshalb ist es nicht aussagekräftig, makroökonomische Grössen anzugeben.

## ANHANG II: Liste der Schweizer Anlagen (LSA)

Anzahl der Anlagen mit Emissionen höher als 10'000 Mt CO<sub>2</sub>e:

Branche	Anlagen nach 2012 (diese Studie)	Anlagen vor 2012
Fernwärme	4	0
Land- und Forstwirtschaft, Jagd	0	0
Gewinnung von energetischen Produkten	1	1
Steine und Erden	6	19
Herstellung Nahrungsmittel und Getränke	7	58
Herstellung von Textilien und Bekleidung	0	3
Be- und Verarbeitung von Holz	1	3
Papier-, Karton-, Verlags- und Druckgewerbe	10	11
Chemische Industrie	16	22
Herstellung von Gummi und Kunststoffwaren	0	0
Herstellung sonstiger Produkte aus nichtmetallischen Mineralien	2	2
Erzeugung und Bearbeitung von Metall, Herstellung von Metallerzeugnissen	7	7
Maschinenbau	0	0
Herstellung von elektrischen und elektronischen Geräten und Einrichtungen, Feinmechanik, Optik	0	0
Sonstiges verarbeitendes Gewerbe	0	0
Energie- und Wasserversorgung	0	1
Handel; Reparatur von Automobilen und Gebrauchsgütern	0	0
Verkehr und Nachrichtenübermittlung	1	0
Kredit- und Versicherungsgewerbe	2	0
Immobilien; Vermietung; Informatik; Forschung und Entwicklung; Erbringung von Dienstleistungen für Unternehmen	0	0
andere	0	8
Raffinerien	2	0
<b>Summe</b>	<b>59</b>	<b>135</b>

Anzahl der Anlagen mit Emissionen zwischen 5'000 und 10'000 Mt CO<sub>2</sub>e:

Branche	Anlagen nach 2012 (diese Studie)	Anlagen vor 2012
Fernwärme	1	0
Land- und Forstwirtschaft, Jagd	0	7
Gewinnung von energetischen Produkten	0	0
Steine und Erden	12	15
Herstellung Nahrungsmittel und Getränke	20	26
Herstellung von Textilien und Bekleidung	0	0
Be- und Verarbeitung von Holz	2	0
Papier-, Karton-, Verlags- und Druckgewerbe	4	8
Chemische Industrie	14	17
Herstellung von Gummi und Kunststoffwaren	1	1
Herstellung sonstiger Produkte aus nichtmetallischen Mineralien	3	4
Erzeugung und Bearbeitung von Metall, Herstellung von Metallerzeugnissen	5	12
Maschinenbau	2	0
Herstellung von elektrischen und elektronischen Geräten und Einrichtungen, Feinmechanik, Optik	1	0
Sonstiges verarbeitendes Gewerbe	2	2
Energie- und Wasserversorgung	0	0
Handel; Reparatur von Automobilen und Gebrauchsgütern	2	1
Verkehr und Nachrichtenübermittlung	1	0
Kredit- und Versicherungsgewerbe	0	0
Immobilien; Vermietung; Informatik; Forschung und Entwicklung; Erbringung von Dienstleistungen für Unternehmen	2	0
andere	0	0
Raffinerien	0	0
<b>Summe</b>	<b>72</b>	<b>93</b>

## ANHANG III: Der Fernwärme-Sektor in der Schweiz

---

### Disaggregation der Fernwärmedaten

Installationen der Fernwärme sind nicht von der EnAW Liste erfasst. Die vom ETS betroffenen Anlagen müssen deshalb über eine andere Quelle erschlossen werden. Dazu wurde die Mitgliederstatistik 2007 des Verbandes Fernwärme Schweiz verwendet<sup>79</sup>. Diese Statistik umfasst die grössten Fernwärmelieferanten der Schweiz und berichtet die verkaufte Wärme, die Stromproduktion, sowie den eingesetzten Mix von Energieträgern. Es sind aber keine CO<sub>2</sub>-Emissionen, in der Statistik enthalten, die deshalb grob abgeschätzt werden musste.

Die berichteten Werte bestehen einerseits aus einer heterogenen Gruppe von Anlagenklassen, die von Heizkraftwerken über KVAs bis hin zu kleinen WKK Anlagen reicht. Zudem sind sie meist durch die Betreiberfirmen aggregiert worden, womit die Emissionen nicht eindeutig einzelnen Anlagen zugeordnet werden können. Aus diesem Grund mussten einige Annahmen und Vereinfachungen getroffen werden, die mit den wichtigsten Anlagebetreibern überprüft wurden.

Die Anlagen, die Energie aus Müllverbrennung beziehen, wurden der Klasse „KVA“ zugeordnet.

Die verkaufte Wärme ist nicht identisch mit der produzierten Wärme, von der Leitungsverluste und Eigenbezüge abgehen. Entsprechend der Leistung der Anlage wurde die Produktion 5 – 15% höher als die verkaufte Wärme geschätzt.

Die Summe aus Wärmeproduktion und Stromverkauf wird als Nutzenergie verstanden, die über den Gesamtwirkungsgrad der Anlage auf den Primärenergiebedarf umgelegt wird. Dabei wurden, wo möglich, Anlagenwerte verwendet (Publikationen, telefonische Auskunft). Für KVAs, die einen ähnlich grossen fossilen Brennstoff- wie Mülleinsatz aufweisen, wurde ein Anlagentyp mit hohem Gesamtwirkungsgrad gewählt (56%). Für alle anderen ein solcher, der dem Mittel der Schweizer KVAs von 37% entspricht<sup>80</sup>.

Aufgrund des Gesamtwirkungsgrades der geschätzten Primärenergie und des energiebezogenen Emissionsfaktors für Leichtöl und Erdgas, wurde auf die fossilen Emissionen der Firmen geschlossen. Werte unter 5'000 t CO<sub>2</sub>e wurden ohne weitere Disaggregation der entsprechenden Klasse zugeordnet.

---

<sup>79</sup> Jahresstatistik 2007, <http://www.fernwaerme-schweiz.ch/>, bei Studienende noch nicht publiziert.

<sup>80</sup> BFE 2008. \*Thermische Stromproduktion inklusive Wärmekraftkopplung (WKK) in der Schweiz 1990 bis 2007“.

Einträge mit Emissionen über 10'000 t CO<sub>2</sub>e wurden dahingehend überprüft, ob sie einzelnen Anlagen oder einer Vielzahl im Wärmenetz betriebenen kleineren Kraftwerken entspricht. In diesem Fall wurde mit Publikationen oder dem Betreiber eine Anzahl von Anlagen ermittelt, durch die der Emissionswert dividiert wurde, der dann jeweils deutlich unter 5'000 t CO<sub>2</sub>e lag.

*Tabelle 22. Annahmen bei der Disaggregation der Statistik des Verbands Fernwärme Schweiz zur Abschätzung der fossilen Emissionen.*

	> 10'000 t	5'000 bis 10'000 t	< 5'000 t	KVA
Anzahl Anlagen	4	4	21	19
Eigenbedarf /Leitungsverluste	5%	10%	15%	10%
Gesamtwirkungsgrad	88.5%	78.8%	68.3%	52.6%
Fossile Emissionen insgesamt	140'380 t	21'540 t	143'460 t	433'320 t

## ANHANG IV: Literaturangaben nach Themen gegliedert

---

Die Abschnitte, welche die verfügbare Literatur darstellen, sind vollständig im Literaturverzeichnis referenziert. Untenstehende Aufzählung enthält die Quellen, die hauptsächlich für die Erstellung dieser Studie verwendet wurden. Zahlreiche andere Quellen wurden zu Detailfragen herangezogen. Referenzen zu offiziellen Dokumenten der Schweizer Regierung bezüglich des Schweizer ETS inklusive der Revisionen werden nicht aufgeführt.

### Versteigerung und Zuteilung (Benchmarking)

Ausubel, L. M. and P. Cramton (2004), "Auctioning Many Divisible Goods", *Journal of the European Economic Association* 2(2-3): 480-493, verfügbar unter  
<http://www.mitpressjournals.org/doi/pdfplus/10.1162/154247604323068168?cookieSet=1>

BAFU (not dated), « Quelle est la quantité de CO<sub>2</sub> émise par la consommation d'un kilowattheure (kWh) d'électricité en Suisse ? », verfügbar unter  
[http://www.bafu.admin.ch/klima/06538/06611/index.html?lang=fr#sprungmarke1\\_24](http://www.bafu.admin.ch/klima/06538/06611/index.html?lang=fr#sprungmarke1_24)

Benz E., Löschel A. and Sturm B. (2008), "Auctioning of CO<sub>2</sub> Emission Allowances in Phase 3 of the EU Emissions Trading Scheme", ZEW Discussion Paper No. 08-081, verfügbar unter  
<ftp://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp08081.pdf>

BMLFUW, (2009) "Climex' Austrian Auction more than 8 Times Overbid", verfügbar unter  
[http://newvalues.blutarsky.nl/downloads/090316%20Press%20Release%20Post%20Austrian%20Auction\\_EN.pdf](http://newvalues.blutarsky.nl/downloads/090316%20Press%20Release%20Post%20Austrian%20Auction_EN.pdf)

Cramton P., (1998), « Ascending Auctions », *European Economic Review* 42:3-5 (1998) 745-756, verfügbar unter  
<http://www.cramton.umd.edu/papers1995-1999/98eer-ascending-auctions.pdf>

Cramton P. and Kerr S. (2002), "Tradeable Carbon Permit Auctions ", *Energy Policy*, 30, 333-345, 2002, verfügbar unter  
<http://www.cramton.umd.edu/papers2000-2004/02ep-tradeable-carbon-permit-auctions.pdf>

DEFRA (2007), "Consultation on proposed UK auction design for use during Phase II", verfügbar unter  
<http://www.defra.gov.uk/environment/climatechange/trading/eu/pdf/phase2-consultation.pdf>

DEFRA (2008), "Government Response to Consultation on proposed UK auction design for use during Phase II", verfügbar unter

<http://www.defra.gov.uk/environment/climatechange/trading/eu/pdf/phase2-govresp.pdf>

Ecofys Netherlands, Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research, öko-Institut (2009), "Free allocation methodology for the ETS post 2012", verfügbar unter

<http://www.cogeneurope.eu/wp-content/uploads//2009/05/090519-approach-and-general-issues.pdf>

Ecofys Netherlands, Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research, "Developing benchmarking criteria for CO<sub>2</sub> emissions", verfügbar unter

[http://ec.europa.eu/environment/climat/emission/pdf/benchm\\_co2emiss.pdf](http://ec.europa.eu/environment/climat/emission/pdf/benchm_co2emiss.pdf)

Ecoplan (2009), "Volkswirtschaftliche Auswirkungen der Schweizer Post-Kyoto-Politik", im Auftrag des BAFU.

Eichstädt, Tilman, 2008, Der Einsatz von Auktionen im Beschaffungsmanagement - Erfahrungen aus der Beschaffungspraxis und die Verbreitung auktionstheoretischer Konzepte, Gabler Edition Wissenschaft Rostock, 2008

Fasekas, D. (2008), "Auction design, implementation and results of the European Union emissions trading scheme", verfügbar unter

[http://www.aprec.net/documents/08-04-28\\_eu\\_ets\\_auctions\\_fazekas.pdf](http://www.aprec.net/documents/08-04-28_eu_ets_auctions_fazekas.pdf)

Greenstream final report for the Ministry of Employment and the Economy of Finland (2009), "Päästöoikeuksien huutokauppa, loppuraportti 19.3.2009" verfügbar unter (nur finnisch)

[http://www.tem.fi/files/22704/Paastooikeuksien\\_huutokauppa\\_Loppuraportti\\_20090319.pdf](http://www.tem.fi/files/22704/Paastooikeuksien_huutokauppa_Loppuraportti_20090319.pdf)

Hepburn C., Grubb M., Neuhoff K., Matthes F., Tse M., (2006), "Auctioning of EU ETS phase II allowances: how and why?", Climate Policy 6 (2006) 137–160, verfügbar unter

<http://www.econ.cam.ac.uk/eprg/pubs/tsec/hepburn.pdf>

Hofmann Y. (2006), "Auctioning of CO<sub>2</sub> emission allowances in the EU-ETS", ECOFYS, verfügbar unter

[http://ec.europa.eu/environment/climat/emission/pdf/etsreview/ets\\_co2\\_emission\\_auctioning.pdf](http://ec.europa.eu/environment/climat/emission/pdf/etsreview/ets_co2_emission_auctioning.pdf)

IEA (2009), "Monthly Electricity Statistics (January 2009)", verfügbar unter

<http://www.iea.org/Textbase/stats/surveys/mes.pdf>

Macken K., (2007), "Auctioning Greenhouse Gas Allowances", presentation verfügbar unter

[http://www.electricitypolicy.org.uk/TSEC/2/euetsworkshop/EPRG\\_EUETS\\_Workshop\\_120107\\_Macken.pdf](http://www.electricitypolicy.org.uk/TSEC/2/euetsworkshop/EPRG_EUETS_Workshop_120107_Macken.pdf)

Macken K. (2008), "Auctioning Greenhouse Gas Allowances – Ireland's experience", presentation sent by email by the author.

New Carbon Finance (2008), "The impact of auctioning on European wholesale electricity prices post-2012", verfügbar unter  
[http://assets.panda.org/downloads/newcarbonfinance\\_impact\\_of\\_auctioning\\_on\\_european\\_wholesale\\_electricity\\_prices\\_post\\_2012.pdf](http://assets.panda.org/downloads/newcarbonfinance_impact_of_auctioning_on_european_wholesale_electricity_prices_post_2012.pdf)

Norwegian Ministry of Finance (2009), "Norwegian Ministry of Finance to sell EU Emission Allowances through Barclays Capital", Press release 18.05.2009, verfügbar unter  
<http://www.regjeringen.no/en/dep/fin/press-center/Press-releases/2009/norwegian-ministry-of-finance-to-sell-eu.html?id=562657>

Suomalainen, Susanna (2008), "Päästöoikeuksien alkujako EU:n päästökaupassa", Report 2/2008 of the Finnish Ministry of Environment, verfügbar unter (nur finnisch):  
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=80227&lan=fi>

Weinreich D., (2008), "Cornerstones of the German ETS auctioning concept", presentation verfügbar unter  
[http://www.icapcarbonaction.com/docs/auction\\_material/p2\\_4\\_Weinreich.pdf](http://www.icapcarbonaction.com/docs/auction_material/p2_4_Weinreich.pdf)

EU Commission website as of 10 July 2009.

- Benchmarks for free allocation:  
[http://ec.europa.eu/environment/climat/emission/benchmarking\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/climat/emission/benchmarking_en.htm)
- Emission trading system, Auctioning:  
[http://ec.europa.eu/environment/climat/emission/auctioning\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/climat/emission/auctioning_en.htm)

## Ausgewählte Quellen zu anderen Abschnitten der Studie

### Literatur

Capros, P.; Mantzos, L.; Papandreou, V.; Tasios, N. (2008) "Model-based analysis of the 2008 EU policy package on climate change and renewables. Report to the European Commission".

Amann, Markus; Höglund Isaksson, Lena; Winiwarter Wilfried; Tohka, Antti; Wagner, Fabian; Schöpp, Wolfgang; Bertok, Imrich; Heyes, Chris (2008): "Emission scenarios for non-CO2 greenhouse gases in the EU-27", Final report of the International Institute for Applied Systems Analysis.

## **Zeitungsartikel**

Euractiv 12 June 2009: "France lines up carbon tax" available at (as of 16 July 2009):

<http://www.euractiv.com/en/climate-change/france-lines-carbon-tax/article-183135>

## **Gesetzestext und Folgenabschätzung**

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.

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:338:0018:0023:DE:PDF>

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.

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:338:0018:0023:DE:PDF>

RICHTLINIE 2008/101/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 19. November 2008 zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG zwecks Einbeziehung des Luftverkehrs in das System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten in der Gemeinschaft.

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:008:0003:0021:DE:PDF>

RICHTLINIE 2009/29/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 23. April 2009 zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG zwecks Verbesserung und Ausweitung des Gemeinschaftssystems für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten.

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0063:0087:DE:PDF>

Richtlinie 91/689/EWG des Rates vom 12. Dezember 1991 über gefährliche Abfälle.

<http://eur-lex.europa.eu/Notice.do?val=172978%3Acs&lang=de&list=302006%3Acs%2C172978%3Acs%2C&pos=2&page=1&nbl=2&pgs=10&hwords=91%2F689%2FEEC%7E&checktexte=checkbox&visu=>

KOM(2006) 818 endgültig; Zusammenfassung der Folgenabschätzung: Einbeziehung des Luftverkehrs in das EU-Handelssystem für Treibhausgasemissionsrechte (EU-ETS).

[http://ec.europa.eu/environment/climat/pdf/aviation/sec\\_2006\\_1685\\_de.pdf](http://ec.europa.eu/environment/climat/pdf/aviation/sec_2006_1685_de.pdf)

COM(2008) 16 final; Impact Assessment: DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL amending Directive 2003/87/EC so as to improve and extend the EU green-

house gas emission allowance trading system.

[http://ec.europa.eu/environment/climat/emission/pdf/com\\_2008\\_16\\_ia\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/environment/climat/emission/pdf/com_2008_16_ia_en.pdf)

ENTSCHEIDUNG 2000/532/EG DER KOMMISSION vom 3. Mai 2000 zur Ersetzung der Entscheidung 94/3/EG über ein Abfallverzeichnis gemäss Artikel 1 Buchstabe a) der Richtlinie 75/442/EWG des Rates über Abfälle und der Entscheidung 94/904/EG des Rates über ein Verzeichnis gefährlicher Abfälle im Sinne von Artikel 1 Absatz 4 der Richtlinie 91/689/EWG über gefährliche Abfälle

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2000:226:0003:0024:DE:PDF>

ENTSCHEIDUNG 2007/589/EG DER KOMMISSION vom 18. Juli 2007 zur Festlegung von Leitlinien für die Überwachung und Berichterstattung betreffend Treibhausgasemissionen im Sinne der Richtlinie 2003/87/EG des Europäischen Parlaments und des Rates (Monitoring-Leitlinien)

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:229:0001:0085:DE:PDF>