

# **Schweizer Emissionshandelssystem: Wie weiter nach 2012?**

**Analyse mit einem Mehrländer-Gleichgewichtsmodell**

Im Auftrag des Bundesamts für Umwelt

**Schlussbericht**

**8. September 2010**

# Impressum

## Empfohlene Zitierweise

Autor: Ecoplan  
Titel: Schweizer Emissionshandelssystem: Wie weiter nach 2012?  
Untertitel: Analyse mit einem Mehrländer-Gleichgewichtsmodell  
Auftraggeber: Bundesamt für Umwelt  
Ort: Bern  
Jahr: 2010

## Begleitung

Jacqueline Echensperger-Hug (Bafu)  
Yvan Keckeis (Bafu)

## Projektteam Ecoplan

André Müller (Projektleitung)  
Fachliche Unterstützung: Prof. Dr. Christoph Böhringer

Der Bericht gibt die Auffassung der Autoren wieder, die nicht notwendigerweise mit derjenigen des Auftraggebers oder der Begleitorgane übereinstimmen muss.

## Ecoplan

Forschung und Beratung  
in Wirtschaft und Politik

[www.ecoplan.ch](http://www.ecoplan.ch)

Thunstrasse 22  
CH - 3005 Bern  
Tel +41 31 356 61 61  
Fax +41 31 356 61 60  
[bern@ecoplan.ch](mailto:bern@ecoplan.ch)

Postfach  
CH - 6460 Altdorf  
Tel +41 41 870 90 60  
Fax +41 41 872 10 63  
[altdorf@ecoplan.ch](mailto:altdorf@ecoplan.ch)

# Inhaltsübersicht

	<b>Das Wichtigste auf zwei Seiten .....</b>	<b>3</b>
	<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>5</b>
	<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>6</b>
	<b>Glossar .....</b>	<b>7</b>
<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>Die Szenarien .....</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>Auswirkungen MIT und OHNE Verknüpfung EU ETS .....</b>	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>Einfluss der «BAU»-Entwicklung .....</b>	<b>29</b>
<b>5</b>	<b>Einfluss höherer Minderungsziele.....</b>	<b>34</b>
<b>6</b>	<b>Einfluss des Auktionsanteils im ETS .....</b>	<b>38</b>
<b>7</b>	<b>Schlussfolgerungen.....</b>	<b>40</b>
<b>8</b>	<b>Anhang A: Das statische Mehrländergleichgewichtsmodell.....</b>	<b>42</b>
<b>9</b>	<b>Anhang B: Minderungsziele für die verschiedenen Szenarien .....</b>	<b>47</b>
<b>10</b>	<b>Anhang C: Sensitivitätsanalyse .....</b>	<b>59</b>
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>62</b>



## Das Wichtigste auf zwei Seiten

**Fragestellung:** Im Rahmen der Erarbeitung der «Botschaft über die Schweizer Klimapolitik nach 2012» wurden verschiedene Studien zu den Auswirkungen der Post-Kyoto-Politik des Bundesrats erarbeitet. Eine dieser Studien hat sich mit den Auswirkungen verschiedener Szenarien zur Ausgestaltung des Schweizer Emissionshandels auseinandergesetzt. Im Rahmen der vorliegenden Studie soll mit einem alternativen Ansatz folgende Frage geklärt werden: *Wie sind die volkswirtschaftlichen Auswirkungen einer Integration des Schweizer Emissionshandelssystems (CH ETS) in das europäische Emissionshandelssystem (EU ETS) zu beurteilen?*

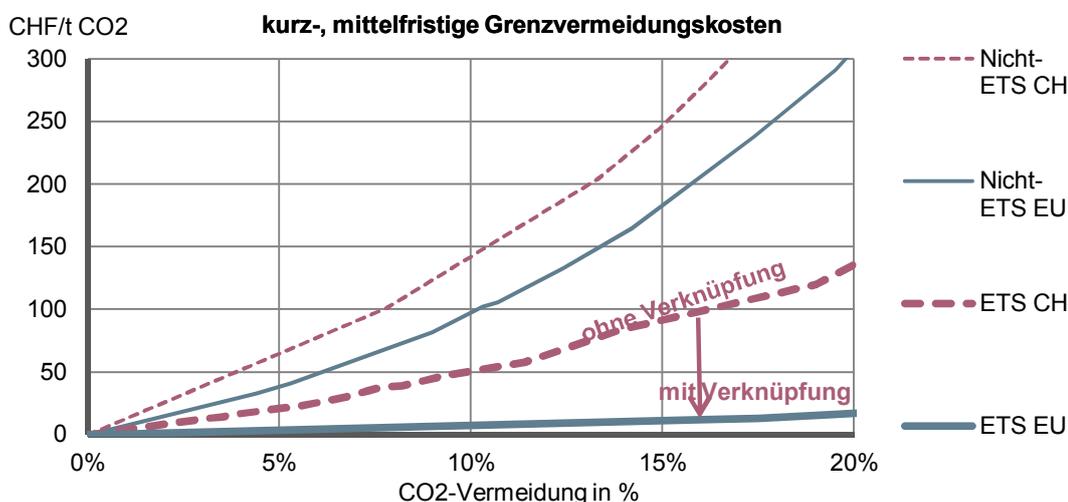
**Methodik:** Die Frage der Auswirkungen einer Verknüpfung des CH ETS mit dem EU ETS werden mit einem *statischen Mehrländergleichgewichtsmodell* analysiert, bei welchem die Schweizer und die ausländischen Preise simultan bestimmt werden. Die ETS-Preise werden also sowohl für das Schweizer ETS als auch für das EU ETS im Modell endogen berechnet. Mit dem Mehrländermodell werden die CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten für die EU und die Schweiz mit derselben Methodik berechnet. Allerdings ist zu beachten, dass die berechneten ETS-Preise von der Annahme eines friktionslosen Zertifikatehandels ausgehen. Die in der Praxis bestehenden Friktionen führen dazu, dass die hier berechneten CO<sub>2</sub>-Preise in der Realität vermutlich höher liegen. Die vorliegenden Resultate können somit vor allem Hinweise auf die relativen Unterschiede in den CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten zwischen der Schweiz und der EU geben. Die wichtigsten Erkenntnisse können wir wie folgt zusammenfassen:

**Anmerkung:** Die Resultate der vorliegenden Studie lassen sich nicht direkt mit der 2009 veröffentlichten Ecoplan-Studie „Volkswirtschaftliche Auswirkungen der Schweizer Post-Kyoto-Politik“ vergleichen, da unterschiedliche Reduktionsziele und Instrumente unterstellt wurden.

### Die EU kann CO<sub>2</sub> kosteneffizienter vermeiden als die Schweiz

Dies gilt ausgeprägt für den ETS-Bereich, bei welchem die EU deutlich günstiger CO<sub>2</sub> vermeiden kann als die Schweiz (vgl. nachfolgende Abbildung). Auch im Nicht-ETS-Bereich kann die EU kosteneffizienter CO<sub>2</sub> vermeiden, allerdings sind hier die relativen Unterschiede in den Grenzvermeidungskosten nicht so gross wie im ETS-Bereich.

**Abbildung 1: Kurz-, mittelfristige Grenzvermeidungskosten CH und EU**



**Verknüpfung mit dem EU ETS senkt die Zertifikatepreise für Schweizer Unternehmen**

Mit der Verknüpfung des CH ETS mit dem EU ETS kann der Zertifikatepreis für Unternehmen in den Schweizer ETS-Sektoren im Jahr 2020 um rund 15 CHF/Tonne CO<sub>2</sub> gesenkt werden. Auf diese Weise würde die Hälfte der Minderungsverpflichtung der energieintensiven Unternehmen im Inland erbracht werden und die andere Hälfte durch Zukauf von Emissionsrechten aus dem EU ETS. Es würden im Jahr 2020 Emissionsrechte im Umfang von rund 0.2 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> und einem Wert von rund 3 Mio. Franken durch die energieintensiven Betriebe der Schweiz im EU ETS eingekauft.

Geht man davon aus, dass ein internationales Klimaabkommen zustande kommt, würde sich die Schere zwischen dem ETS-Preis der Schweiz und der EU von 15 auf bis 60 CHF/Tonne CO<sub>2</sub> öffnen. Der Grund dafür sind die ambitionierteren Minderungsziele bei einem Klimaabkommen und die in der Schweiz im Vergleich zur EU stärker steigenden Grenzvermeidungskosten für die CO<sub>2</sub>-Minderung. Es besteht also für die Unternehmen im CH ETS-Bereich ein Risiko, dass die CO<sub>2</sub>-Preise im CH ETS für das Jahr 2020 deutlich über den Preisen im EU ETS zu liegen kommen.

Die Klimapolitik führt in den ETS-Sektoren nicht zu massiven Struktureffekten. Von einer Verknüpfung des CH ETS mit dem EU ETS würden alle Sektoren profitieren, wenn auch in einem bescheidenen Ausmass.

**Künftiger Zertifikatepreis im EU ETS besser prognostizierbar als im CH ETS**

Der Zertifikatepreis kann nur unter grosser Unsicherheit prognostiziert werden. Je nach unterstellter BAU-Entwicklung resultiert ein CO<sub>2</sub>-Preis im CH ETS zwischen 20 bis 60 CHF/Tonne CO<sub>2</sub>. Im EU ETS ist diese Bandbreite mit 13 bis 20 CHF/Tonne CO<sub>2</sub> deutlich kleiner. Dies bedeutet, dass die CO<sub>2</sub>-Preise im EU ETS besser prognostizierbar sind.

**Verknüpfung bringt grössere Planungssicherheit für Schweizer Unternehmen**

Ein Haupteffekt der Verknüpfung ist also, dass die Schweizer Unternehmen bei einer Verknüpfung mit dem EU ETS weniger Unsicherheiten in Bezug auf den künftigen CO<sub>2</sub>-Preis haben. In diesem Sinne bringt die Verknüpfung des CH ETS mit dem EU ETS mehr Planungssicherheit für Schweizer Unternehmen.

**Verknüpfung verhindert Gefahr von Carbon Leakage zwischen der Schweiz und der EU**

Bei unterschiedlichen CO<sub>2</sub>-Preisen zwischen dem EU ETS und dem CH ETS besteht die Gefahr von Carbon Leakage. Liegt der Schweizer Preis deutlich über dem EU Preis, sind Verlagerungen energieintensiver Betriebe aus der Schweiz in die EU nicht auszuschliessen. Als Gegenmassnahme empfiehlt sich die Verknüpfung des CH ETS mit dem EU ETS oder alternativ eine freihändige Zuteilung von Emissionsrechten für die Unternehmen im ETS.

**ETS-Verknüpfung kann nicht mit Wohlfahrtsargumenten begründet werden**

Obwohl sich die Schweiz und die EU in Bezug auf das Jahr 1990 gleiche CO<sub>2</sub>-Minderungsziele gesetzt haben, kommt dies die Schweiz wohlfahrtsmässig teurer zu stehen als die EU. Die Wohlfahrtsverluste sind aber verkraftbar. Die Verknüpfung mit dem EU ETS bringt der Schweiz aber bis 2020 wohlfahrtsmässig weder Vor- noch Nachteile. Bei einer Fortführung der Klimapolitik über 2020 hinaus, dürfte aber der Nutzen einer ETS-Verknüpfung auch aus Wohlfahrtssicht relevant werden.

## Inhaltsverzeichnis

	<b>Das Wichtigste auf zwei Seiten .....</b>	<b>3</b>
	<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>5</b>
	<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>6</b>
	<b>Glossar .....</b>	<b>7</b>
<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>Die Szenarien .....</b>	<b>10</b>
2.1	«BAU»-Entwicklung ohne weitere Massnahmen.....	10
2.2	Szenarien .....	13
<b>3</b>	<b>Auswirkungen MIT und OHNE Verknüpfung EU ETS .....</b>	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>Einfluss der «BAU»-Entwicklung .....</b>	<b>29</b>
<b>5</b>	<b>Einfluss höherer Minderungsziele.....</b>	<b>34</b>
<b>6</b>	<b>Einfluss des Auktionsanteils im ETS .....</b>	<b>38</b>
<b>7</b>	<b>Schlussfolgerungen.....</b>	<b>40</b>
<b>8</b>	<b>Anhang A: Das statische Mehrländergleichgewichtsmodell.....</b>	<b>42</b>
8.1	Das Modell.....	42
8.2	Daten und Parametrisierung.....	45
<b>9</b>	<b>Anhang B: Minderungsziele für die verschiedenen Szenarien .....</b>	<b>47</b>
<b>10</b>	<b>Anhang C: Sensitivitätsanalyse .....</b>	<b>59</b>
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>62</b>

## Abkürzungsverzeichnis

\$ oder US\$	US Dollar
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BAU	Basisszenario (Business as Usual), Referenzentwicklung
BFE	Bundesamt für Energie
BIP	Bruttoinlandprodukt
CDM	Clean Development Mechanism
CER	Certified Emission Reduction (handelbare Emissionsminderungszertifikate aus CDM-Projekten)
CES	Constant Elasticity of Substitution
CH ETS	CH Emission Trading Scheme
CHF	Schweizer Franken
CHU	Handelbare Emissionsminderungszertifikate des CH ETS
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
CO <sub>2</sub> eq	Kohlendioxid äquivalent (Treibhausgase gemäss Schädlichkeit auf CO <sub>2</sub> umgerechnet)
DL	Dienstleistung
ETS	Emission Trading Scheme für die Schweiz
EUA	EU Allowances (handelbare Emissionsminderungszertifikate des EU ETS)
EU ETS	EU Emission Trading Scheme
EU	Europäische Union
GJ	Gigajoule
GuD	Gas- und Dampf-Kraftwerk
IOT	Input-Output-Tabelle
JI	Joint Implementation
Mio.	Millionen
Mrd.	Milliarden
NOGA	Nomenclature Générale des Activités économiques
SECO	Staatssekretariat für Wirtschaft
t	Tonne
THG	Treibhausgase

## Glossar

Auktion / Versteigerung	Auktion ist neben dem «Grandfathering» (→Grandfathering) die bekannteste Methode, wie Emissionsrechte an Marktteilnehmer zugeteilt werden. Die Emissionsrechte werden den meist Bietenden verkauft. Ein Vorteil der Auktion gegenüber dem Grandfathering liegt im Aufzeigen eines Preissignals schon während der Ausgabe. Dies bringt Planungssicherheit für die Akteure mit sich. Nachteil sind die zusätzlichen Ausgaben für die Auktionsteilnehmer, falls keine Rückverteilung des Auktionsaufkommens vorgesehen ist.
Cap and Trade	«Deckel und Handel» umschreibt die beiden wichtigsten Elemente eines Emissionshandelssystems (→Emissionshandel). Zuerst wird eine Obergrenze festgelegt, und im Umfang der maximal erlaubten Emissionsmenge werden Emissionsrechte zugeteilt. Diese Emissionsrechte sind handelbar und können zwischen den Marktteilnehmern ausgetauscht werden.
CDM - Clean Development Mechanism	Der Clean Development Mechanismus ist einer der drei flexiblen Mechanismen gemäss Kyoto-Protokoll. Durch die Implementierung von Klimaschutzprojekten in Entwicklungsländern (Non-Annex I-Ländern) können die Industrieländer handelbare Emissionsminderungszertifikate (→CER) erlangen, die ihren nationalen Emissionszielen angerechnet werden.
CER - Certified Emission Reductions	Mit der erfolgreichen Realisierung von →CDM-Projekten erlangen Projektbetreiber handelbare Emissionsminderungszertifikate. Der Begriff Certified Emission Reductions wird ausschliesslich für Zertifikate verwendet, die aus CDM-Projekten stammen.
CO <sub>2</sub> eq	Das Kyoto-Protokoll umfasst neben dem CO <sub>2</sub> weitere Treibhausgase: Methan (CH <sub>4</sub> ), Lachgas (N <sub>2</sub> O), teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (HFC), perfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFC) und Schwefelhexafluorid (SF <sub>6</sub> ). Die einzelnen Gase tragen unterschiedlich stark zur globalen Erwärmung bei. Für eine einheitliche Bemessungsgrundlage wird das globale Erwärmungspotenzial der anderen Gase in Relation zur Klimawirksamkeit von Kohlendioxid gestellt und in CO <sub>2</sub> -Äquivalenten (CO <sub>2</sub> eq) ausgedrückt. So gilt für Methan beispielsweise CO <sub>2</sub> eq = 21, d.h. 1 Tonne Methan entspricht 21 Tonnen CO <sub>2</sub> .
Emissionshandel	Beim Aufbau eines Emissionshandelssystems wird zuerst eine Emissionsgrenze für das gesamte System definiert. Anschliessend werden die Emissionsrechte an die Teilnehmer des Emissionshandels verteilt (→Auktion, →Grandfathering). Damit erhalten Emissionen einen Preis. Emittiert ein Unternehmen mehr, als ihm Emissionsrechte zugeteilt wurden, muss es auf dem Markt zusätzliche Emissionsrechte erwerben. Emittiert es weniger, kann es die überzähligen Emissionsrechte verkaufen. Unternehmen, deren Reduktionskosten niedriger sind als der Preis für zusätzliche Emissionsrechte, werden ihre Emissionen im eigenen Unternehmen reduzieren. Firmen mit hohen Reduktionskosten werden zusätzliche Emissionsrechte erwerben. Durch den Emissionshandel wird daher sichergestellt, dass die Emissionsreduktion dort erfolgt, wo dies am kostengünstigsten möglich ist.
Emissionsminderung (häufig auch als Minimierung bezeichnet)	Massnahmen zur Verringerung der anthropogenen Klimaänderung durch eine Reduktion oder Vermeidung von Treibhausgasemissionen. An Stelle von «Emissionsminderungsmaßnahmen» wird auch der Begriff «Mitigationsmassnahmen» verwendet.

---

Grenzvermeidungskosten	Die Grenzvermeidungskosten drücken aus, wie viel die Vermeidung oder Reduktion einer zusätzlichen Tonne CO <sub>2</sub> kostet. Sie unterscheiden sich je nach Massnahme und Weltregion erheblich.
Grandfathering	Das Grandfathering ist die gängigste Möglichkeit, Emissionsrechte zuzuteilen. Grundlage bilden die vergangenen Emissionen eines Unternehmens zu einem bestimmten Zeitpunkt. Häufigster Kritikpunkt ist, dass aktive Unternehmen, die ihre Emissionen zu einem früheren Zeitpunkt reduziert haben, benachteiligt werden. Im Gegensatz zur Auktion wird bei der Verteilung der Emissionsrechte nach dem Grandfathering nicht von Anfang an ein Preissignal aufgezeigt.
Terms of Trade (TOT)	Die Terms of Trade (reales Austauschverhältnis oder häufig auch realer Wechselkurs bezeichnet) entspricht dem Verhältnis aus Exportgüterpreisniveau und Importgüterpreisniveau. Eine griffige Klimapolitik für die Schweiz oder die EU verändert die Export- und Importpreise und damit die Terms of Trade. Dieser Effekt führt – wie bspw. Bernard/Vielle (2009) zeigen – zu positiven Wohlfahrtseffekten für die Staaten mit griffiger Klimapolitik. Dies bedeutet, dass diese Staaten einen Teil ihrer Klimaschutzkosten auf bspw. die Entwicklungsländer überwälzen. In bestimmten Fällen kann dieser Terms-of-Trade-Effekt sogar die Effizienzverluste durch die Einführung der klimapolitischen Massnahmen kompensieren und insgesamt zu einem Wohlfahrtsgewinn führen, vgl. dazu auch Böhringer/Rutherford/Tol (2009).

---

**Quelle:** Das obige Glossar ist auszugsweise dem Klimabericht des UVEK entnommen: UVEK (2007), Klimabericht, Bericht des UVEK über die zukünftige Klimapolitik der Schweiz.

# 1 Einleitung

## Ausgangslage

Im Rahmen der Erarbeitung der «Botschaft über die Schweizer Klimapolitik nach 2012» wurden verschiedene Studien zu den Auswirkungen der Post-Kyoto-Politik des Bundesrats erarbeitet. Eine dieser Studien<sup>1</sup> hat sich mit den Auswirkungen verschiedener Szenarien zur Ausgestaltung des Schweizer Emissionshandels nach 2012 auseinandergesetzt.

## Ziel

Im Rahmen der vorliegenden Studie werden ähnliche Szenarien wie sie in der Studie von Econability/firstclimate (2009) berechnet wurden mit einem alternativen methodischen Ansatz untersucht. Im Vordergrund steht dabei die Frage, wie die volkswirtschaftlichen Auswirkungen einer Integration des Schweizer Emissionshandelssystems (CH ETS) in das europäische Emissionshandelssystem (EU ETS) zu beurteilen sind.

## Methodik

In der Studie Econability/firstclimate (2009) wird ein dynamisches Einländermodell eingesetzt. Beim Einsatz eines Einländermodells werden die Preise des europäischen Emissionshandelssystems (EUA-Preis) exogen vorgegeben und unter diesen exogen vorgegebenen ausländischen Preisen die Auswirkungen für die Schweizer Volkswirtschaft berechnet. Die hier vorliegenden Berechnungen werden mit einem statischen Mehrländergleichgewichtsmodell vorgenommen, mit welchem die Schweizer und die ausländischen Preise simultan bestimmt werden können. Die hier vorliegende Studie führt zu einem zusätzlichen Erkenntnisgewinn in folgenden drei Punkten:

- Die ETS-Preise der EU und der CH werden nicht vorgegeben, sondern endogen berechnet. Die Studie Econability/firstclimate gibt EUA-Preise vor und rechnet dann den CHU-Preis. Nicht bekannt ist aber, wie hoch die tatsächlichen Unterschiede in den Vermeidungskosten sind. Mit einem Mehrländermodell werden die Vermeidungskosten für die EU und die Schweiz mit derselben Methodik berechnet.
- Die Effizienz der Post-Kyoto-Politik wird auch beeinflusst durch die unterschiedlichen CO<sub>2</sub>-Preise von ETS-Bereich und Nicht-ETS-Bereich. Durch die Verknüpfung des CH ETS mit dem EU ETS können sich die relativen Unterschiede der inländischen CO<sub>2</sub>-Preise zwischen ETS-Bereich und Nicht-ETS-Bereich ändern, was u.U. zu Effizienzverlusten führen kann.
- Berücksichtigung der Terms-of-Trade-Effekte.

---

<sup>1</sup> Econability, firstclimate (2009), Studie Schweizer Emissionshandelssystem nach 2012: Auswirkungen für die Wirtschaft.

Für den hier vorliegenden Bericht, wird das von Ecoplan (2008) eingesetzte statische Mehrländergleichgewichtsmodell (Böhringer/Rutherford-Modell) eingesetzt, wobei die Datenbasis aktualisiert wurde: Die internationalen Wirtschafts- und Energiedaten basieren neu auf der Version 7 von GTAP (Global Trade Analysis Projekt).<sup>2</sup>

Für weitere Details zum verwendeten Modell und den Daten wird auf den Anhang A verwiesen.

Anmerkung: Die Resultate der vorliegenden Studie lassen sich nicht direkt mit den Ergebnissen der 2009 veröffentlichten Ecoplan-Studie „Volkswirtschaftliche Auswirkungen der Schweizer Post-Kyoto-Politik“ vergleichen, da unterschiedliche Reduktionsziele und Instrumente unterstellt wurden.

## 2 Die Szenarien

### 2.1 «BAU»-Entwicklung ohne weitere Massnahmen

Die nachfolgende Tabelle zeigt die unterstellte weltwirtschaftliche Entwicklung und die Entwicklung der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen für drei mögliche Fälle: Referenz, tiefes und hohes Wachstum. Es wird ein relativ tiefer Ölpreis von rund 50 US\$/Fass unterstellt.<sup>3</sup>

Bei der **Referenzentwicklung** erwarten wir ein weltwirtschaftliches Wachstum zwischen 2005 bis 2020 von jährlich 2.7%. Berücksichtigt man die tatsächlichen Wachstumsraten zwischen 2005 bis 2009 und die gemäss World Economic Outlook prognostizierte Wachstumsrate von 2010, so müsste mittelfristig ein Weltwirtschaftswachstum von 3.2% pro Jahr erzielt werden (vgl. nachfolgende Grafik). Beim unterstellten Wachstum wird also davon ausgegangen, dass sich die Weltwirtschaft – wie im Moment erwartet – von den Folgen der Finanzkrise erholt und mittelfristig wieder auf einen stabilen Wachstumspfad zurückfindet. Das Wachstum ist allerdings zwischen den Regionen/Ländern ungleich verteilt. Die Entwicklungs- und Schwellenländer sind – angeführt von der chinesischen Wirtschaft - die Treiber für das Weltwirtschaftswachstum und wachsen mit 5.3% jährlich. Die restlichen Industrieländer und die EU wachsen mit durchschnittlich 1.8% bzw. 1.6% pro Jahr. Für die Schweiz wurde ein noch tieferes Wirtschaftswachstum von jährlich 1.5% unterstellt.

Die energetischen CO<sub>2</sub>-Emissionen wachsen nicht ganz so stark wie die Wirtschaft. Ohne weitere Massnahmen wird von einem weltwirtschaftlichen Wachstum der energetischen CO<sub>2</sub>-Emissionen für die Periode 2005 bis 2020 von 1.5% pro Jahr ausgegangen. Im Vergleich

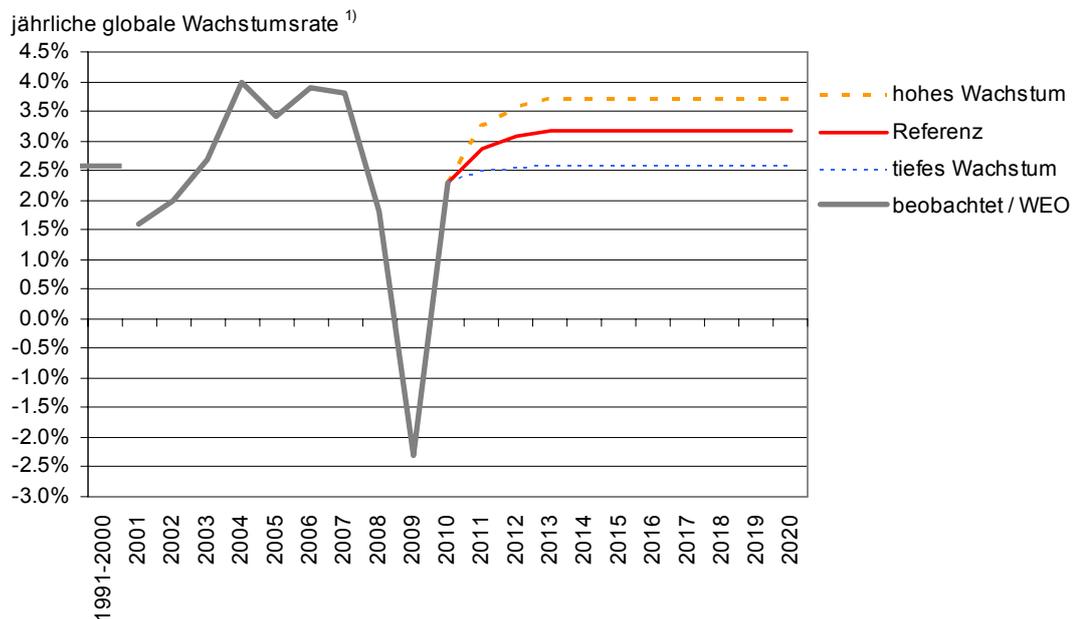
<sup>2</sup> Badri Narayanan G. and Terrie L. Walmsley, Editors (2008).

<sup>3</sup> Dieser tiefe Ölpreis wurde gewählt, damit die hier berechneten Szenarien mit den bereits publizierten Arbeiten (Ecoplan 2009, EPFL 2009, firstclimate/econability 2009) kompatibel sind.

zum Jahr 2005 steigen also die globalen energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen um 24%. Das stärkste Wachstum weisen mit 2.5% pro Jahr die Entwicklungs- und Schwellenländer auf. Für die restlichen Industrieländer und die EU wird bis 2020 – ohne weitere Massnahmen - ein moderates Wachstum der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen von 0.2% bzw. 0.1%/Jahr erwartet. Für die Schweiz wird in der Referenzentwicklung mit einem leichten Rückgang der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen gerechnet. Dabei wird unterstellt, dass in der Schweiz bis 2020 keine mit fossilen Energieträgern betriebenen GuD-Kraftwerke gebaut werden.

Da die zukünftige Entwicklung unsicher ist, haben wir auch ein **tiefere** und **höheres Wachstum** – sowohl beim BIP wie auch bei den energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen – unterstellt. Das tiefere Wachstum geht – im Vergleich zur Referenzentwicklung - von jährlich knapp 0.4% tieferem Wirtschaftswachstum zwischen 2005 bis 2020 aus. Das mittelfristige Wirtschaftswachstum liegt um jährlich rund 0.6% tiefer als in der Referenzentwicklung. Das Wachstum der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen nimmt nicht im selben Ausmass ab: Es geht zwar im Vergleich zur Referenzentwicklung ebenfalls zurück, aber nur 0.2% pro Jahr. Beim hohen Wachstum wurde ein im Vergleich zur Referenzentwicklung knapp 0.4% höheres jährliches Wirtschaftswachstum unterstellt.

**Grafik 2-1: Globales Weltwirtschaftswachstum – drei mögliche Entwicklungen**



<sup>1)</sup> BIP-Wachstumsraten basierend auf realen Wechselkursen  
(die Wachstumsraten auf Basis der Kaufkraft liegen 0.5% bis 1.0% höher).

Quelle: Wachstum 1991 bis 2010: World Bank (2009), World Economic Outlook, October 2009. Wachstum 2011 bis 2020: eigene Annahmen.

Tabelle 2-1: Entwicklung der Weltwirtschaft und CO<sub>2</sub>-Emissionen ohne weitere Massnahmen

	Referenz		Tiefes Wachstum		Hohes Wachstum	
	Veränderung 2005-2020		Veränderung 2005-2020		Veränderung 2005-2020	
	total	pro Jahr	total	pro Jahr	total	pro Jahr
<b>BIP <sup>1)</sup></b>						
CH	24%	1.5%	17%	1.5%	31%	1.5%
EU	27%	1.6%	19%	1.2%	34%	2.0%
Restl. Industrieländer	30%	1.7%	20%	1.2%	39%	2.2%
Entw. Länder	116%	5.3%	103%	4.8%	128%	5.7%
Total Welt	49%	2.7%	41%	2.3%	57%	3.1%
<b>Energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen</b>						
CH	-3%	-0.2%	-5%	-0.3%	2%	0.1%
EU	4%	0.2%	0%	0.0%	7%	0.4%
Restl. Industrieländer	5%	0.3%	1%	0.1%	12%	0.8%
Entw. Länder	44%	2.5%	38%	2.2%	51%	2.8%
Total Welt	25%	1.5%	19%	1.2%	31%	1.8%

<sup>1)</sup> BIP auf Basis von realen Wechselkursen

Quelle: Die unterstellte Entwicklung der vier unterschiedenen Länder/Regionen stützt sich auf folgende Quellen:

#### Referenz:

**CH:** Entspricht den Annahmen der Studie Ecoplan (2009). Die Annahmen zur Entwicklung der Schweizer Bevölkerung basieren auf dem aktuellsten mittleren Szenario (A-00-2009) des Bundesamts für Statistik.<sup>4</sup> Dieses rechnet mit einem Bevölkerungswachstum von 7.5 Mio. Einwohner (Jahr 2005) auf 8.2 (2020). Die Annahmen zur BIP-Entwicklung basieren auf den Wachstumsprognosen des SECO, die bereits der Studie Ecoplan (2009) zugrunde gelegt wurden. Die Entwicklung der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen wurde aus den aktuellen Energieperspektiven 2035 des BFE – unter Korrektur für das höhere Bevölkerungswachstum und BIP – abgeleitet. **EU, restl. Industrieländer und Entwicklungsländer:** Die Entwicklung entspricht dem „low growth case“ kombiniert mit tiefem Ölpreis (ca. 50 US\$ bis 2020) des International Energy Outlooks 2009 (IEO 2009). Der „low growth case“ wurde als Referenzentwicklung gewählt, da wir weltwirtschaftlich mit einer nur langsamen Erholung aus der Finanzkrise rechnen.

#### Hohes und tiefes Wachstum:

**EU, restl. Industrieländer und Entwicklungsländer:** Die Entwicklung im Falle des hohen Wachstums entspricht dem „reference case“ mit tiefem Ölpreis (sog. „low oil price case“) des IEO 2009. Für die Entwicklung des tiefen Wachstums wurde der „low growth case“ des IEO 2009 noch um ein jährliches Wachstum von knapp 0.4% reduziert. **CH:** Die Annahme wurden analog zur EU gewählt. Die Bandbreite für die Schweiz könnte bspw. auch mit einem tieferen oder höheren Bevölkerungswachstum erklärt werden.

**Abweichungen aufgrund der Kalibrierung:** Das Gleichgewichtsmodell wird auf vorgegebene CO<sub>2</sub>-Emissionen kalibriert. Die Kalibrierungsroutine erlaubt aber keine exakte Einhaltung der Vorgaben. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen in den jeweiligen BAU-Pfaden liegen rund 3% über den Vorgaben des Bafu. Die oben dargestellten Werte sind die einkalibrierten Modellwerte.

<sup>4</sup> BFS (2008), www.bfs.admin.ch, Entwicklung gemäss A-00-2009, die detaillierten Zahlen sind im Bericht Ecoplan (2009) zu finden.

## 2.2 Szenarien

### Hauptszenarien: MIT und OHNE Verknüpfung des Schweizer ETS mit dem EU ETS

Im Rahmen dieser Studie konzentrieren wir uns auf die Analyse der Auswirkungen des Emission Trading Schemes (ETS). Insbesondere interessiert die Frage der Auswirkungen einer Verknüpfung des Schweizer ETS mit dem EU ETS (vgl. dazu den folgenden Exkurs 1 am Ende dieses Kapitels). Dazu vergleichen wir die Situation MIT und OHNE Verknüpfung des Schweizer ETS (CH ETS) mit dem EU ETS (vgl. nachfolgende Tabelle 2-2).

### Nebenszenarien: Unsicherheiten und der Einfluss auf die beiden Hauptszenarien

Die Ausgestaltung des EU ETS bis zum Jahr 2020 ist zwar grundsätzlich geregelt<sup>5</sup>, aber die Folgen für verschiedene wichtige Ausgestaltungsmerkmale sind noch unklar. So ist bspw. nicht klar, ob ein Klimaabkommen mit anderen Staaten bis 2020 noch zustande kommt oder wie hoch der Auktionsanteil im ETS tatsächlich sein wird. Weitere Unsicherheiten sind – wie oben erwähnt – die weltwirtschaftliche Entwicklung und die energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen ohne besondere Massnahmen. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Hauptszenarien und die untersuchten Einflüsse verschiedener Unsicherheiten über die künftige Entwicklung im Rahmen von Nebenszenarien.

### Die Minderungsziele im Jahr 2020

Die Minderungsziele für die modellierten Länder(gruppen) im Jahr 2020 im Vergleich zu den CO<sub>2</sub>-Emissionen im Jahr 2005 für das Hauptszenario A können wie folgt zusammengefasst werden (vgl. Tabelle 9-1 und Tabelle 9-2 im Anhang):

- CH: Die Schweiz mindert insgesamt -26.9% im Vergleich zu 2005, davon -17.7% im Inland und -9.3% über Gutschriften von Drittländern im Ausland. Im Gegensatz zur EU mindert die Schweiz im Nicht-ETS-Bereich (Nicht-ETS) mit -28.7% deutlich mehr als im ETS-Bereich mit -17.0%.
- EU: Die EU mindert insgesamt -14.0% im Vergleich zu 2005. Im ETS-Bereich hat sich die EU ein Ziel von -21% i.Vgl. zu 2005 gesteckt, davon -15.5% im Inland und -5.5% über Gutschriften von Drittländern im Ausland. Im Nicht-ETS-Bereich will sie -10.0% mindern, also deutlich weniger als die Schweiz.
- Restliche Industrieländer: Für die restlichen Industrieländer wurde unterstellt, dass diese ohne internationales Klimaabkommen im Inland etwa halb so viel mindert wie die EU, konkret haben wir -7.3% gegenüber 2005 unterstellt. Dies entspricht in etwa den aktuellen Absichtserklärungen der restlichen Industrieländer.
- Entwicklungsländer: Für diese wurde unterstellt, dass sie bis 2020 noch keine CO<sub>2</sub>-Minderungsverpflichtungen eingehen.

---

<sup>5</sup> 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.

Die Schweiz richtet sich bei ihren CO<sub>2</sub>-Minderungszielen an der EU aus. Wenn wir die obigen Zielbeiträge der Schweiz und der EU vergleichen ergeben sich aber erhebliche Unterschiede, die sich wie folgt erklären:

- Die Schweiz und die EU haben sich das Ziel gesteckt, gegenüber dem Jahr 2020 ihre gesamten Treibhausgasemissionen um -20% zu reduzieren. Bei den Treibhausgasen wird zwischen energetischen CO<sub>2</sub>-Emissionen und den restlichen Treibhausgasen (bspw. Methan oder nicht-energetische CO<sub>2</sub>-Emissionen) unterschieden. Es wird damit gerechnet, dass die Schweiz bei den energetischen CO<sub>2</sub>-Emissionen über -24.8% mindern muss, um das Gesamtziel für alle Treibhausgasemissionen von -20% zu erreichen (vgl. nachfolgende Abbildung 2-1). Die EU geht dagegen davon aus, dass sie das Gesamtziel für alle Treibhausgase von -20% erreichen kann, wenn sie bei den energetischen CO<sub>2</sub>-Emissionen gegenüber 1990 bis zum Jahr 2020 um -20.6% mindert. Die Schweiz muss also zur Zielerreichung bei den hier modellierten energetischen CO<sub>2</sub>-Emissionen stärker mindern als die EU, um dasselbe Gesamtziel für alle Treibhausgasemissionen zu erreichen.
- Bezieht man die Zielsetzung für das Jahr 2020 auf das Jahr 2005, so ergibt sich ein grosser Unterschied zwischen den Zielen der Schweiz und der EU (vgl. nachfolgende Abbildung 2-1): Die EU muss zur Zielerreichung im Jahr 2020 im Vergleich zu 2005 nur 14.6% mindern, die Schweiz hingegen -26.9%. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass die energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen zwischen 1990 und 2005 in der Schweiz zugenommen und in der EU abgenommen haben.
- In Bezug auf die volkswirtschaftlichen Effekte der CO<sub>2</sub>-Emissionsminderung ist allerdings nicht das Minderungsziel im Vergleich zum Jahr 2005 relevant, sondern zu den tatsächlich erwarteten CO<sub>2</sub>-Emissionen ohne weitere politische Massnahmen (BAU-Entwicklung). Hier gleichen sich die Zielsetzungen der Schweiz und der EU wieder an, weil für die Schweiz damit gerechnet wird, dass die energetischen CO<sub>2</sub>-Emissionen ohne weitere politische Massnahmen bis zum Jahr 2020 trotzdem leicht sinken, hingegen rechnet die EU damit, dass ihre energetischen CO<sub>2</sub>-Emissionen ohne weitere Massnahmen bis 2020 noch leicht zunehmen: Die Schweiz hätte im Vergleich zu BAU 2020 ein Minderungsziel von -24.4%, die EU ein solches von -17.5%.

**Abbildung 2-1: Ziele der Schweiz und der EU (nur energetische CO<sub>2</sub>-Emissionen)**

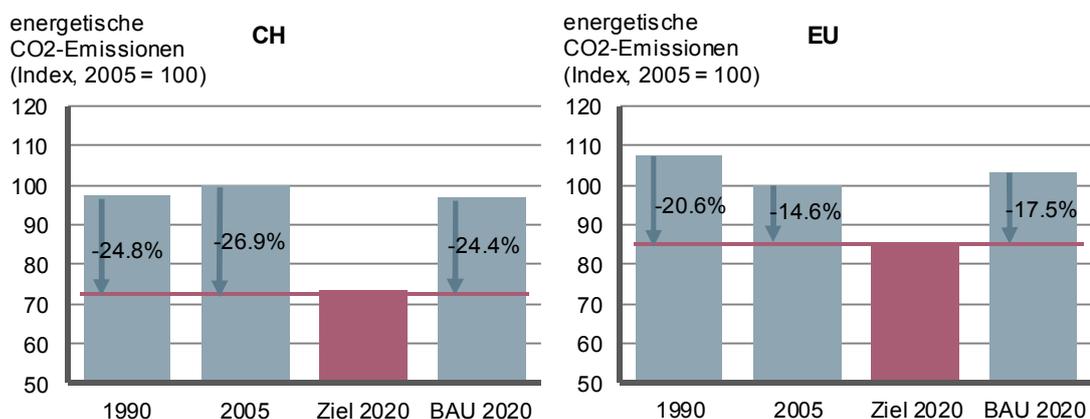


Tabelle 2-2: Haupt- und Nebenszenarien

	Szenarien	
	OHNE Verknüpfung	MIT Verknüpfung
<b>Haupt Szenarien A0 (jeweils OHNE und MIT Verknüpfung): Kapitel 3</b>		
«BAU»-Entwicklung	gemäss Referenzentwicklung	
Klimaabkommen	<b>ohne</b> Klimaabkommen	
CH-Minderungsziel	-20% i. Vgl. zu 1990 (davon min. die Hälfte im Inland)	
CH ETS	<b>OHNE</b> Verknüpfung EU-ETS, <b>Ziel</b> für CH-ETS: -13% i. Vgl. zu 2008/12 (davon min. 60% im Inland) <b>Auktionsanteil:</b> 70%	<b>MIT</b> Verknüpfung EU-ETS (Übernahme der EU-ETS-Regelung)
EU-Minderungsziel	-20% i. Vgl. zu 1990, entspricht -14.6% i.Vgl. zu 2005	
EU ETS	<b>Ziel</b> für EU-ETS: -21% i. Vgl. zu 2005 (davon min. 60% im Inland), davon kann -5.5% durch Gutschriften aus Drittländer erbracht werden. <b>Auktionsanteil:</b> 100% im Stromsektoren 70% in anderen Sektoren	
Restliche Industrieländer	Annahme: -7.3% i.Vgl. zu 2005 (entspricht 50% des EU-Minderungsziel, dafür alles im Inland)	
Entwicklungsländer	keine Zielvorgaben	
<b>Nebenszenarien (jeweils OHNE und MIT Verknüpfung)</b>		
<b>Einfluss des Wirtschaftswachstums: Kapitel 4</b>		
«BAU»-Entwicklung	<b>A1:</b> tiefes Wirtschaftswachstum <b>A2:</b> hohes Wirtschaftswachstum	
<b>Einfluss höherer Minderungsziele bei einem Klimaabkommen: Kapitel 5</b>		
Klimaabkommen kommt zustande	<b>B:</b> mit Klimaabkommen CH-Minderungsziel: -30% i.Vgl. zu 1990 EU-Minderungsziel: -30% i.Vgl. zu 1990 Restliche Industrieländer: gleiches Inlandziel wie EU (der Anteil von zukaufbaren Gutschriften aus dem Ausland wird entsprechend erhöht)	
Keine Anrechnung von Gutschriften aus Drittländern	<b>C:</b> kein Handel mit CER	
<b>Einfluss kleinerer Auktionsanteil im ETS: Kapitel 6</b>		
Kleinerer Auktionsanteil im ETS (höhere freihändige Vergabe)	<b>D:</b> Auktionsanteil 100% im Stromsektor 30% in anderen Sektoren	

### Exkurs 1: Das Emission Trading Scheme der EU (EU ETS)<sup>6</sup>

#### Entstehungsgeschichte, heutiger Stand

Wichtigster Bestandteil der EU-Strategie zur *kosteneffektiven Senkung der Treibhausgasemissionen* ist das von der Europäischen Union entwickelte EU-Emissionshandelssystem (EU ETS). Es wurde 2005 eingeführt und ist das erste *internationale „Cap-and-trade“-System* für den Handel mit Emissionsrechten für Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und andere Treibhausgase auf Ebene der Unternehmen. Dieses gesetzlich verbindliche System *basiert auf den Mechanismen des Kyoto-Protokolls*: dem internationalen Emissionshandel, dem Mechanismus für umweltverträgliche Entwicklung (Clean Development Mechanism - CDM) und der gemeinsamen Umsetzung (Joint Implementation - JI).

- Geografisch hat sich sein Geltungsbereich im Zuge der EU-Erweiterung auf 27 Mitgliedstaaten erweitert; seit Anfang 2008 nehmen auch die EWR-Staaten Island, Liechtenstein und Norwegen an dem System teil.
- In den Industriebranchen deckt das EU ETS zurzeit rund 11 000 Energieerzeugungs- und Produktionsanlagen mit hohem Energieverbrauch ab.

#### Verbessertes System ab 2013

2013 tritt ein überarbeitetes EU-Emissionshandelssystem in Kraft, das in seiner Funktionsweise erweitert und verbessert wurde. Die in dieser Studie vorgestellten Berechnungen beziehen sich auf dieses reformierte, verbesserte EU ETS:

- Einbezug weiterer Branchen (im Unterschied zum CH ETS ist die Teilnahme der bezeichneten Branchen obligatorisch, es besteht nur in beschränktem Rahmen ein Opt-in), womit das EU ETS neu 43% (aktueller Stand: 40%) der gesamten Treibhausgasemissionen der EU abdeckt.
- Der Ersatz des gegenwärtigen Systems nationaler Grenzwerte für Emissionsminderungszertifikate durch eine einheitliche Obergrenze für die gesamte EU.
- Eine lineare jährliche Senkung der Zertifikatsobergrenzen um 1,74 % bis 2020 und darüber hinaus. Damit wird 2020 die Anzahl der Emissionsminderungszertifikate 21 % unter dem Niveau von 2005 liegen. Die Vorankündigung dieser linearen Reduktion ermöglicht den Marktteilnehmern eine langfristige Ausrichtung und Planungssicherheit hinsichtlich ihrer Investitionen zur Emissionssenkung.
- Ein schrittweiser Übergang zur vollständigen Versteigerung der Zertifikate anstelle des gegenwärtigen Systems der kostenfreien Zuteilung. Ab 2013 sollen mindestens 50 % der Zertifikate auf Versteigerungen erworben. Das Ziel ist es, bis 2027 alle Zertifikate zu versteigern. Ausnahmen können für bestimmte energieintensive Branchen erfolgen, sollte deren internationale Wettbewerbsfähigkeit zwangsläufig in Gefahr geraten, wenn sie alle Zertifikate kaufen müssen. Durch die Versteigerung können in der EU bis 2020 jährlich insgesamt 30 bis 50 Milliarden Euro erzielt werden.

#### Verknüpfung des EU ETS mit anderen Emissionshandelssystemen ist vorgespurt

Das EU ETS steht für eine Vernetzung mit anderen kompatiblen und verbindlichen „Cap-and-trade“-Systemen zur Verfügung, deren ökologische Integrität gewährleistet ist. Ziel der EU ist es, bis 2015

<sup>6</sup> vgl. dazu:

Europäische Gemeinschaften (2009), EU-Massnahmen gegen den Klimawandel. Das Emissionshandelssystem der EU. Ausgabe 2009.

Europäische Gemeinschaften (2009), 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.

Europäische Union (2008), Memo/08/35, Fragen und Antworten zu dem Vorschlag der Kommission für eine Überarbeitung des EU-Emissionshandelssystems.

einen CO<sub>2</sub>-Emissionsmarkt der Mitgliedsländer der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) zu schaffen, in den dann ab ca. 2020 die Volkswirtschaften der großen Schwellenländer einbezogen werden. Dahingehend positive Entwicklungen sind die „Cap-and-Trade“-Systeme der Schweiz, Neuseelands und zehn nordöstlicher US-Bundesstaaten, die Pläne zur Einrichtung solcher Systeme in Japan, Australien und Kalifornien sowie die mögliche Einführung eines bundesweiten Systems in den USA.

### 3 Auswirkungen MIT und OHNE Verknüpfung EU ETS

#### Ausgangslage

Sowohl die Schweiz wie auch die EU haben heute ein in sich geschlossenes Emissionshandelssystem: Das CH ETS und das EU ETS. „Geschlossen“ bedeutet, dass Schweizer Unternehmen weder Gutschriften aus der EU transferieren, noch eigene Emissionsrechte in die EU verkaufen können.

#### Absicht des Bundesrats

Im Dezember 2009 hat der Bundesrat das Verhandlungsmandat zum Anschluss an den EU-Handel mit CO<sub>2</sub>-Emissionsminderungszertifikaten erteilt. Ziel ist die gegenseitige Anerkennung der Emissionsgutschriften in einem bilateralen Abkommen, welches spätestens per 2013 in Kraft treten soll.

#### Berechnung der Auswirkungen auf die Wirtschaft

Welche Auswirkungen eine Verknüpfung des CH ETS mit dem EU ETS hätte, wird nachfolgend aufgezeigt, indem die Situation im Jahre 2020 MIT und OHNE Verknüpfung miteinander verglichen wird. Die Situation im Jahre 2020 MIT und OHNE Verknüpfung wurde mit einem Mehrländergleichgewichtsmodell simuliert. Damit die Resultate aus diesem Mehrländergleichgewichtsmodell richtig interpretiert werden, müssen wir vorgängig Folgendes festhalten:

- Das eingesetzte Mehrländermodell erfasst nur die wichtigsten, zentralen Ausgestaltungsmerkmale des CH ETS und des EU ETS. Beispielsweise werden die Opt-in-Möglichkeiten, die sich im CH ETS und dem EU ETS unterscheiden, mit dem Modell nicht erfasst.
- Die modellberechneten Auswirkungen werden in CHF und Dezimalprozenten dargestellt. Dies bedeutet nicht etwa, dass die Auswirkungen auf den Franken genau bzw. auf die Kommastriche genau berechnet werden können. Es bestehen Unsicherheiten – insbesondere in Bezug auf das absolute Niveau der rapportierten Resultate.
- Das Modell hat für jede Ländergruppe dieselbe Produktions- und Konsumstruktur mit den gleichen grundsätzlichen Reaktionsmöglichkeiten auf geänderte Preise. Die Unterschiede in den Resultaten ergeben sich somit aufgrund der unterschiedlichen Produktionsfunktion der einzelnen Ländergruppen. Produziert bspw. ein Land in einem bestimmten Sektor schon vergleichsweise energie- bzw. CO<sub>2</sub>-extensiv, so sind in diesem Land für diesen Sektor die Kosten für die Vermeidung einer zusätzlichen Tonne CO<sub>2</sub> höher als im selben Sektor des anderen Landes.
- Die im Modell unterstellten Reaktionsmöglichkeiten sind kurz- bis mittelfristiger Natur. Längerfristig ist das Vermeidungspotenzial bei gleichen Vermeidungskosten deutlich höher. Dies ist auf den erst mittel- bis längerfristig wirksamen Strukturwandel zurückzuführen, auf die relativ langen Sanierungszyklen des Gebäudebestands und nicht zuletzt auf die künftig zur Verfügung stehenden neuen Technologien zurückzuführen.
- Es wird von einem friktionslosen ETS-Markt ohne Transaktionskosten ausgegangen.

Die nachfolgende Tabelle 3-1 zeigt die Resultate der Modellberechnung für die Situation im Jahr 2020 MIT und OHNE Verknüpfung des CH ETS mit dem EU ETS.

**Tabelle 3-1: Auswirkungen mit/ohne Verknüpfung im Hauptszenario A0**

		Hauptszenario A0	
		OHNE Verknüpfung	MIT Verknüpfung
<b>CO<sub>2</sub>-Minderung 2020 i.Vgl. zu «BAU»</b>			
<b>CH</b>	<b>ETS</b>	<b>-6.7%</b>	<b>-3.4%</b>
	Non-ETS		-16.2%
<b>EU</b>	<b>ETS</b>		<b>-19.4%</b>
	Non-ETS		-9.0%
Restliche Industrieländer (alle Sektoren)			-11.4%
<b>ETS-Preis / Grenzvermeidungskosten im Non-ETS [CHF, 2009]</b>			
<b>CH</b>	<b>ETS-Preis</b>	<b>30</b>	<b>16</b>
	Non-ETS: Grenzvermeidungskosten		283
<b>EU</b>	<b>ETS-Preis</b>		<b>16</b>
	Non-ETS: Grenzvermeidungskosten		82
Restliche Industrieländer: Grenzvermeidungskosten			11
<b>BIP-Effekte i.Vgl. zu «BAU»</b>			
<b>CH</b>		<b>-0.88%</b>	<b>-0.88%</b>
<b>EU</b>			<b>-0.34%</b>
Restliche Industrieländer			-0.12%
<b>Wohlfahrtseffekte i.Vgl. zu «BAU»</b>			
<b>CH</b>		<b>-0.22%</b>	<b>-0.22%</b>
<b>EU</b>			<b>-0.05%</b>
Restliche Industrieländer			-0.07%
<b>Strukturelle Effekte der ETS-Sektoren i.Vgl. zu «BAU» (Veränderung des Outputniveaus)</b>			
<b>CH</b>			
Chemie		-0.4%	-0.3%
Eisen&Stahl		-0.2%	-0.1%
Nicht-Eisen-Metalle		-0.7%	-0.7%
Nicht metallische Mineralien		0.0%	0.2%
Papier		-1.2%	-0.9%
<b>EU</b>			
Chemie		-0.3%	-0.3%
Eisen&Stahl		-0.6%	-0.6%
Nicht-Eisen-Metalle		-0.9%	-0.9%
Nicht metallische Mineralien		-0.3%	-0.3%
Papier		-0.2%	-0.2%

### **EU muss im ETS im Jahr 2020 deutlich mehr CO<sub>2</sub> mindern als die Schweiz...**

Die Schweiz und die EU haben sich im ETS in Bezug auf das Ausgangsjahr 2005 ähnliche Totalziele gesteckt.<sup>7</sup> Trotz ähnlicher Ziele muss die EU im ETS im Jahr 2020 gegenüber ihrer „Business-as-Usual“-Entwicklung (BAU) mit -19.4% deutlich mehr heimisch mindern als die Schweiz mit -6.7%. Dies ist darauf zurückzuführen, dass in der EU die CO<sub>2</sub>-Emissionen der ETS-Sektoren bei unbeeinflusster Entwicklung, also der BAU-Entwicklung, zunehmen und in der Schweiz abnehmen.

### **...trotzdem sind die Zertifikatepreise im EU ETS niedriger als im CH ETS**

Für den CH ETS errechnen wir einen Preis von 30 CHF/Tonne CO<sub>2</sub>, für EU ETS einen solchen von 16 CHF/Tonne CO<sub>2</sub>. Mit einem Preis von 30 CHF/Tonne CO<sub>2</sub> werden also in der Schweiz nur gerade -6.7% der ETS-CO<sub>2</sub>-Emissionen gemindert, in der EU können zu einem niedrigeren Preis von 16 CHF/Tonne CO<sub>2</sub> dagegen -19.4% vermindert werden. Im EU ETS kann somit CO<sub>2</sub> deutlich kosteneffizienter vermieden werden als im CH ETS.

### **Verknüpfung mit dem EU ETS senkt die Zertifikatepreise für Schweizer Unternehmen**

Mit der Verknüpfung des CH ETS mit dem EU ETS kann der Zertifikatepreis für Unternehmen in den Schweizer ETS-Sektoren von 30 auf 16 CHF/Tonne CO<sub>2</sub> gesenkt werden. Der Preis im EU ETS bleibt von der Verknüpfung mit dem CH ETS unberührt, da das Schweizer CH ETS das EU ETS in Bezug auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen um nur gerade 0.3% erweitert – also keinen spürbaren Einfluss auf das EU ETS ausüben kann.

Zu beachten ist, dass bei einer Verknüpfung mit dem EU ETS – aufgrund des tieferen Zertifikatepreises – die heimische CO<sub>2</sub>-Minderung bei den ETS-Sektoren nur noch -3.4% beträgt. Bei einem isolierten CH ETS würde die tatsächlich im Inland erbrachte CO<sub>2</sub>-Minderung 6.7% betragen. Dies bedeutet, dass ungefähr die Hälfte der Minderungsverpflichtung im Inland erbracht wird und die andere Hälfte durch Zukauf von Emissionsrechten aus dem EU ETS. Es würden also im Jahr 2020 Emissionsrechte im Umfang von rund 0.2 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> und einem Wert von rund 3 Mio. Franken durch die energieintensiven Betriebe der Schweiz im EU ETS eingekauft.

### **Die Schweiz muss im Nicht-ETS im Jahr 2020 deutlich mehr CO<sub>2</sub> mindern als die EU**

Die Schweiz und die EU haben sich im Nicht-ETS in Bezug auf das Ausgangsjahr 1990 gleiche Ziele gesteckt (Unterschiede ergeben sich auch hier vor allem aufgrund unterschiedlicher Nutzung der Drittländeranteile). Trotz ähnlicher Ziele muss die Schweiz im Nicht-ETS-Bereich im Jahr 2020 gegenüber ihrer „Business as Usual“-Entwicklung (BAU) mit -16.2% deutlich mehr heimisch mindern als die EU mit -9.0%.

---

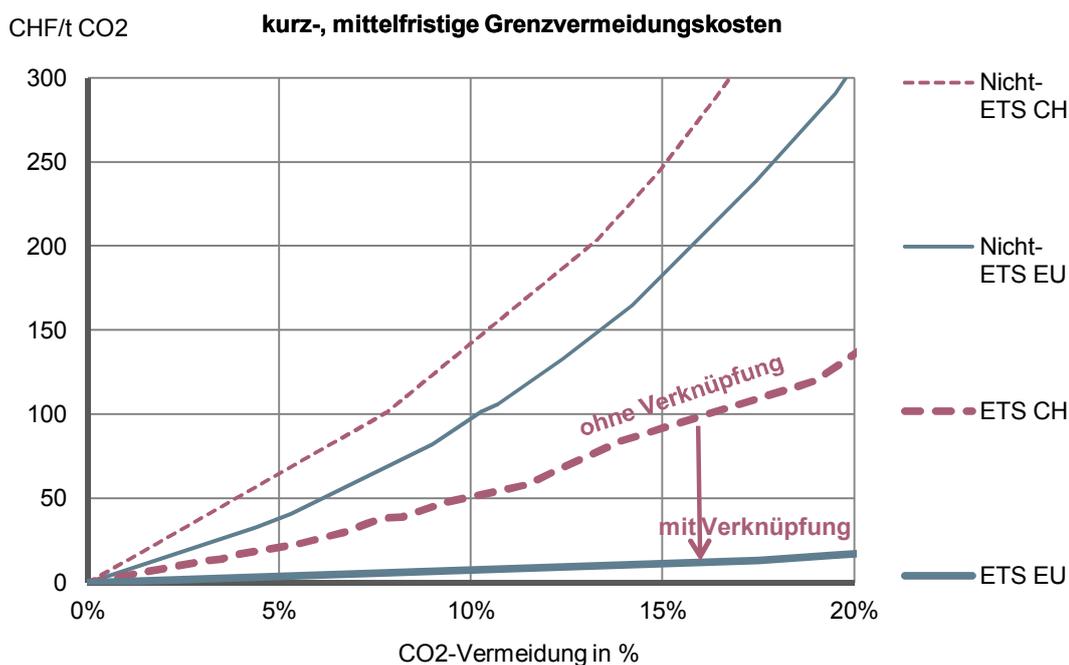
<sup>7</sup> Unterschiede ergeben sich vor allem aufgrund unterschiedlicher Nutzung der Drittländeranteile und in der Aufteilung der Minderungsverpflichtung zwischen ETS- und Nicht-ETS-Bereich, dies als Folge des geringeren CO<sub>2</sub>-Emissionsanteil der Schweizer ETS-Sektoren im Vergleich zur EU.

### Deutlich höhere Grenzvermeidungskosten im Nicht-ETS-Bereich für die Schweiz

Für den Schweizer Nicht-ETS-Bereich errechnen wir Grenzvermeidungskosten von 283 CHF/Tonne CO<sub>2</sub>, für den Nicht-ETS-Bereich der EU ergeben sich Grenzvermeidungskosten von 82 CHF/Tonne CO<sub>2</sub>. Die ETS-Verknüpfung hat auf die Grenzvermeidungskosten im Nicht-ETS-Bereich keinen nennenswerten Einfluss.

**Fazit:** Die EU kann CO<sub>2</sub> kosteneffizienter vermeiden als die Schweiz. Dies gilt ausgeprägt für den ETS-Bereich, bei welchem die EU deutlich günstiger CO<sub>2</sub> vermeiden kann als die Schweiz. Bei einer Verknüpfung des CH ETS mit dem EU ETS könnten die Schweizer Unternehmen, welche dem ETS unterstellt sind, von einem tieferen Zertifikatepreis profitieren (vgl. nachfolgende Abbildung). Auch im Nicht-ETS-Bereich kann die EU kosteneffizienter CO<sub>2</sub> vermeiden, allerdings sind hier die relativen Unterschiede in den Grenzvermeidungskosten nicht so gross wie im ETS-Bereich.

Abbildung 3-1: Kurz-, mittelfristige Grenzvermeidungskosten CH und EU



### BIP-Verluste für die Schweiz sind moderat, aber höher als für die EU

Das BIP dient als Indikator für die Wirtschaftsleistung, ist aber nicht gleichzusetzen mit der Wohlfahrt (auf die im Folgenden eingegangen wird). Insbesondere ist das BIP abhängig vom benutzten Deflator (hier wird für die einzelnen Länder der jeweilige Konsumdeflator benutzt). Wie die Tabelle 3-1 zeigt, sind die BIP-Verluste für die Schweiz mit -0.88% im Jahr 2020 relativ moderat, aber nicht vernachlässigbar: Der BIP-Verlust entspricht der Hälfte eines

durchschnittlichen jährlichen Wachstums zwischen 2005 und 2020. Die BIP-Effekte für die EU und die restlichen Industrieländer liegen mit -0.34% und -0.12% doch deutlich unter den schweizerischen BIP-Verlusten.<sup>8</sup>

Zu erwähnen ist, dass eine Verknüpfung des CH ETS mit dem EU ETS keine nennenswerten positiven oder negativen Effekte auf das BIP hat.

### **Wohlfahrtsverluste für die Schweiz sind gering, aber höher als für die EU**

Die Wohlfahrtsverluste zur Erreichung der unterstellten klimapolitischen Minderungsziele sind für die Schweiz mit -0.22% gering und verkraftbar. Zu erwähnen ist aber, dass die Wohlfahrtsverluste in der Schweiz doch spürbar höher sind als in der EU. Die höheren Zusatzkosten für die Schweiz lassen sich einerseits erklären aufgrund der im Vergleich zur EU höheren Kosten für die Vermeidung von CO<sub>2</sub> im ETS-Bereich und im Nicht-ETS-Bereich. Andererseits sind aber auch die Zusatzkosten durch die Segmentierung des Emissionsmarktes in einen ETS-Bereich und einen Nicht-ETS-Bereich in der Schweiz grösser als in der EU (vgl. folgenden Exkurs 2 «Zusatzkosten durch die Segmentierung des Emissionsmarktes»).

### **Verknüpfung zeigt keine Wohlfahrtsgewinne oder –verluste**

Aus einer volkswirtschaftlichen Perspektive sind für die Schweiz durch eine Verknüpfung mit dem EU ETS keine merklichen Wohlfahrtsgewinne oder –verluste zu erwarten. Eine Verknüpfung kann also aus einer isolierten Betrachtung, welche sich einzig auf die berechnete Wohlfahrt im Jahr 2020 bezieht, nicht zwingend begründet werden. Bei einer Fortführung der Klimapolitik über das Jahr 2020 hinaus, werden die volkswirtschaftlichen Gewinne einer Verknüpfung des CH ETS mit dem EU ETS aber bedeutend werden.

### **Keine massiven Struktureffekte**

Sowohl im EU ETS und im CH ETS sind – auch aufgrund der moderaten Zertifikatepreise – zumindest bis 2020 keine massiven Veränderungen im Outputniveau festzustellen. Die meisten ETS-Sektoren müssen mit leichten Einbussen bis maximal -1.2% rechnen. Die Veränderungen im Outputniveau der ETS-Sektoren sind für die Schweiz und die EU in einer ähnlichen Grössenordnung. Unterschiede ergeben sich aber zwischen den Sektoren: Der grösste „Verlierer“ der ETS-Sektoren in der Schweiz ist die Papierindustrie, während es bei den ETS-Sektoren in der EU die Nicht-Eisen-Metalle sind.

Es muss an dieser Stelle aber auch darauf hingewiesen werden, dass die Darstellung auf Sektorebene verdeckt, dass es innerhalb eines Sektors teilweise eine erhebliche Produkt-

---

<sup>8</sup> Anmerkung: In den folgenden Ausführungen wird auf die BIP-Auswirkungen nicht mehr näher eingegangen und jeweils allein auf die Wohlfahrtseffekte abgestellt.

differenzierung gibt und Unternehmen mit hohen und geringen CO<sub>2</sub>-Emissionen im selben Sektor summiert werden. Diese Effekte werden mit dem hier zum Einsatz kommenden Modell nur teilweise erfasst. Die Auswirkungen dieser beiden nicht erfassten Effekte können qualitativ wie folgt zusammengefasst werden:

- *Produktdifferenzierung*: Die im Modell abgebildeten Wirtschaftssektoren sind relativ hoch aggregiert. Innerhalb eines Sektors werden unterschiedlichste Güter hergestellt, für die ein einzelner Markt besteht. Haben sich die Unternehmungen eines Landes bspw. auf die Herstellung von sehr energieintensiven Gütern innerhalb eines Sektors spezialisiert, so weist der ganze Sektor eine hohe Energieintensität auf. Die im Vergleich zum Ausland hohe Energieintensität ist aber nicht auf eine ineffiziente Technologie zurückzuführen, sondern auf die Spezialisierung auf energieintensive Güter innerhalb des Sektors. Die Modellresultate würden in diesem Falle die strukturellen Effekte überzeichnen. Im umgekehrten Falle würden die Modellresultate die strukturellen Effekte unterschätzen. Diesem Effekt wird teilweise Rechnung getragen, indem eine beschränkte Substitution zwischen heimischer Produktion und Importen im Modell berücksichtigt ist.
- *Unternehmen mit hohen und geringen CO<sub>2</sub>-Emissionen im selben Sektor*: Gehen wir davon aus, dass ein Sektor aus zwei gleich grossen Unternehmen besteht: Einem in Bezug auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen hocheffizienten Unternehmen und einem Unternehmen, das noch „Dreckschleudern“ in Betrieb hat. Der Sektor als Ganzes wäre dann bspw. im internationalen Mittelfeld anzutreffen und die im Modell errechneten Struktureffekte wären relativ gering. Tatsächlich würde aber die Erhöhung des ETS-Preises dazu führen, dass das ineffiziente Unternehmen schliessen würde. Der Erstrundeneffekt würde also einen massiven Struktureffekt aufzeigen – nämlich einen Rückgang der Produktion um die Hälfte. Das hier angewendete Modell erfasst diese Effekte nur teilweise. Vor allem bei einem kleinen Land mit relativ hohen Grenzvermeidungskosten wie die Schweiz unterschätzen die Modellresultate die Vorteile der Verknüpfung des CH ETS mit dem EU ETS.

### **Verknüpfung dämpft die Struktureffekte in den Schweizer ETS-Sektoren leicht**

Die Tabelle 3-1 zeigt, dass die Struktureffekte im Falle MIT Verknüpfung des CH ETS mit dem EU ETS leicht geringer ausfallen als OHNE Verknüpfung. Allerdings sind die Unterschiede bis ins Jahr 2020 nicht erheblich.

### **Nur leichte Abnahme bei den Exporten**

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Veränderung der Exporte und Importe im Vergleich zur BAU-Entwicklung im Jahr 2020 für die Schweizer ETS-Sektoren – jeweils OHNE und MIT Verknüpfung. Die Modellberechnungen zeigen, dass insbesondere die CO<sub>2</sub>-intensive Papierindustrie mit einer leichten Abnahme der Exporte (-2.3%) rechnen muss. In diesem Sektor muss auch mit einer zunehmenden Importkonkurrenz gerechnet werden.

### **Verknüpfung bringt eine leichte Verminderung negativer Aussenhandelseffekte**

OHNE Verknüpfung nehmen die Exporte bei allen Schweizer ETS-Sektoren leicht stärker ab als die Importe. MIT Verknüpfung nehmen zwar die Exporte immer noch stärker ab als die Importe, aber die Schere zwischen der Export- und Importentwicklung ist geringer.

Wieso nehmen auch in der Situation MIT Verknüpfung die Schweizer Exporte stärker ab als die Importe – obwohl die CO<sub>2</sub>-Preise im ETS-Bereich in diesem Falle für die Schweiz und die EU dieselben sind? Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass in der Schweiz die Preise für die von den energieintensiven ETS-Sektoren benötigten Vorleistungen stärker steigen als in der EU. Dies als Folge der höheren Vermeidungskosten der Schweiz im Nicht-ETS-Bereich, bei welchem die ETS-Sektoren einen Teil ihrer Vorleistungen beziehen.

**Tabelle 3-2: Aussenhandelseffekte im Jahre 2020 der Schweizer ETS-Sektoren MIT und OHNE Verknüpfung (Szenario A0)**

	OHNE Verknüpfung		MIT Verknüpfung	
<b>Aussenhandelseffekte der Schweizer ETS-Sektoren i.Vgl. zu «BAU»</b>				
<b>CH-Exporte</b>				
Chemie	-0.4%		-0.3%	
Eisen&Stahl	-0.3%		-0.1%	
Nicht-Eisen-Metalle	-0.7%		-0.7%	
Nicht metallische Mineralien	-0.1%		0.5%	
Papier	-2.3%		-1.7%	
<b>CH-Importe</b>				
Chemie	-0.4%		-0.4%	
Eisen&Stahl	-0.4%		-0.5%	
Nicht-Eisen-Metalle	-0.3%		-0.3%	
Nicht metallische Mineralien	-0.5%		-0.7%	
Papier	0.3%		0.2%	

**Fazit:** Obwohl sich die Schweiz und die EU in Bezug auf das Jahr 1990 gleiche CO<sub>2</sub>-Minderungsziele gesetzt haben, kommt dies die Schweiz wohlfahrtsmässig teurer zu stehen als die EU. Die Wohlfahrtsverluste sind aber gering. Die Verknüpfung mit dem EU ETS bringt der Schweiz wohlfahrtsmässig weder Vor- noch Nachteile. Die Struktureffekte für die ETS-Sektoren bleiben bis zum Jahr 2020 moderat. Die Verknüpfung mit dem EU ETS verringert die Struktureffekte – allerdings nur in einem sehr geringen Ausmass.

**Exkurs 2: Zusatzkosten durch die Segmentierung des Emissionsmarktes****Was sind segmentierte Emissionsmärkte?<sup>9</sup>**

Für den EU ETS-Bereich, welcher rund 43% der EU-weiten Treibhausgasemissionen verursacht, werden CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktionsziele vorgegeben. Für den Nicht-ETS-Bereich werden auch CO<sub>2</sub>-Reduktionsziele vorgegeben, welche durch andere Massnahmen wie Regulierungen, Subventionen und Abgaben erreicht werden sollen. Der EU ETS-Bereich und der Nicht-ETS-Bereich haben unterschiedliche Grenzvermeidungskosten. Solange sichergestellt ist, dass die beiden Märkte miteinander verbunden sind, spielt es aus wohlfahrtstheoretischer Sicht grundsätzlich keine Rolle, wie das gesamte Reduktionsziel auf die beiden Bereiche aufgeteilt wird. Da das EU-Regelwerk aber keine direkte Verbindung zwischen dem EU ETS und den Emittenten ausserhalb des Emissionshandelssystems vorsieht, können diese unterschiedlichen Grenzvermeidungskosten nicht ausgeglichen werden. Der EU ETS-Bereich und der Nicht-ETS-Bereich sind segmentierte Märkte, auf denen zwei verschiedene Preise für dasselbe „Gut“ bezahlt werden muss.

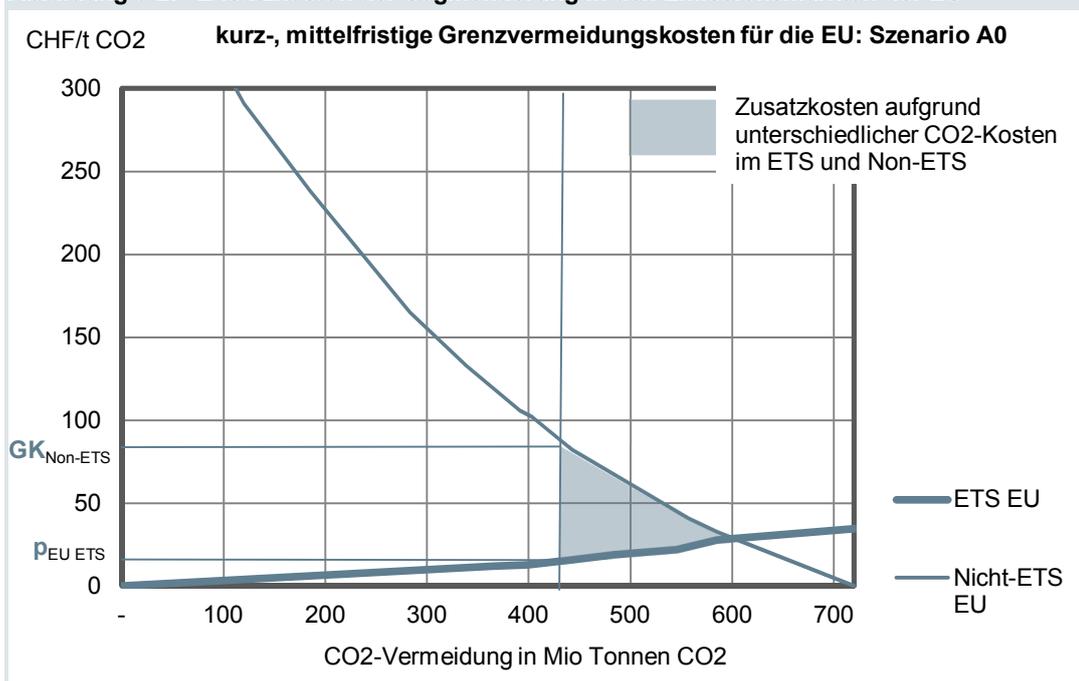
**Segmentierte Märkte in der EU**

Die nachfolgende Abbildung illustriert die Problematik der segmentierten Märkte am Beispiel der EU-Märkte. Die Abbildung 3-2 ist wie folgt zu lesen: Gemäss Zielsetzung müsste die EU im Jahr insgesamt 720 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> gegenüber der Business-as-usual-Entwicklung reduzieren. Die Vermeidungskostenkurve des ETS-Bereichs steigt von links langsam an. Tragen wir nun die Vermeidungskostenkurve des Nicht-ETS-Bereichs von rechts – also beginnend bei 720 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> – ab, so zeigt der Schnittpunkt der beiden Kurven an, welche Reduktionsziele für den EU ETS-Bereich und den EU-Nicht-ETS-Bereich vorgegeben werden müssten, damit bei segmentierten Märkten dieselben CO<sub>2</sub>-Grenzvermeidungskosten erreicht werden können. Der ETS-Bereich müsste also rund 600 Mio. Tonnen reduzieren und der Nicht-ETS-Bereich rund 120 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>. Der resultierende Einheitspreis für die CO<sub>2</sub>-Vermeidung wäre bei rund 30 CHF/t CO<sub>2</sub>.

Gemäss unseren Modellrechnungen wurden die Ziele in der EU nicht so auf den ETS-Bereich und den Nicht-ETS-Bereich aufgeteilt, dass aus wohlfahrtstheoretischer Sicht möglichst wenig Kosten entstehen. Die EU-Ziele fordern vom ETS-Bereich eine Reduktion von 440 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> und vom Nicht-ETS-Bereich eine Reduktion von 280 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>. Die Grenzkosten der CO<sub>2</sub>-Vermeidung sind bei dieser Zielsetzung nicht identisch: Beim ETS-Bereich liegen die CO<sub>2</sub>-Grenzvermeidungskosten bei rund 16 CHF/Tonne CO<sub>2</sub> und beim Nicht-ETS-Bereich bei 82 CHF/Tonne CO<sub>2</sub>. Die grau schraffierte Fläche zeigt nun die Zusatzkosten der segmentierten Märkte.<sup>10</sup>

<sup>9</sup> Basierend auf den Ausführungen von Böhringer (2010), 1990 bis 2010: Eine Bestandesaufnahme von zwei Jahrzehnten Europäischer Klimapolitik.

<sup>10</sup> Zu erwähnen ist, dass diese Darstellung nur dann gilt, wenn Terms-of-Trade-Effekte und Carbon-Leakage-Aspekte vernachlässigt werden. Auch soll an dieser Stelle nicht näher auf die Gründe für die Segmentierung der Märkte eingegangen werden (bspw. kann für ein Land zur Erreichung unilateraler Klimaschutzziele aufgrund der internationalen Wechselwirkungen eine Segmentierung, welche zu unterschiedlichen CO<sub>2</sub>-Preisen in den Sektoren führt, durchaus Sinn machen. Für die Begründung der Marktsegmentierung wird aber häufig auf die Problematik des Carbon-Leakage verwiesen.

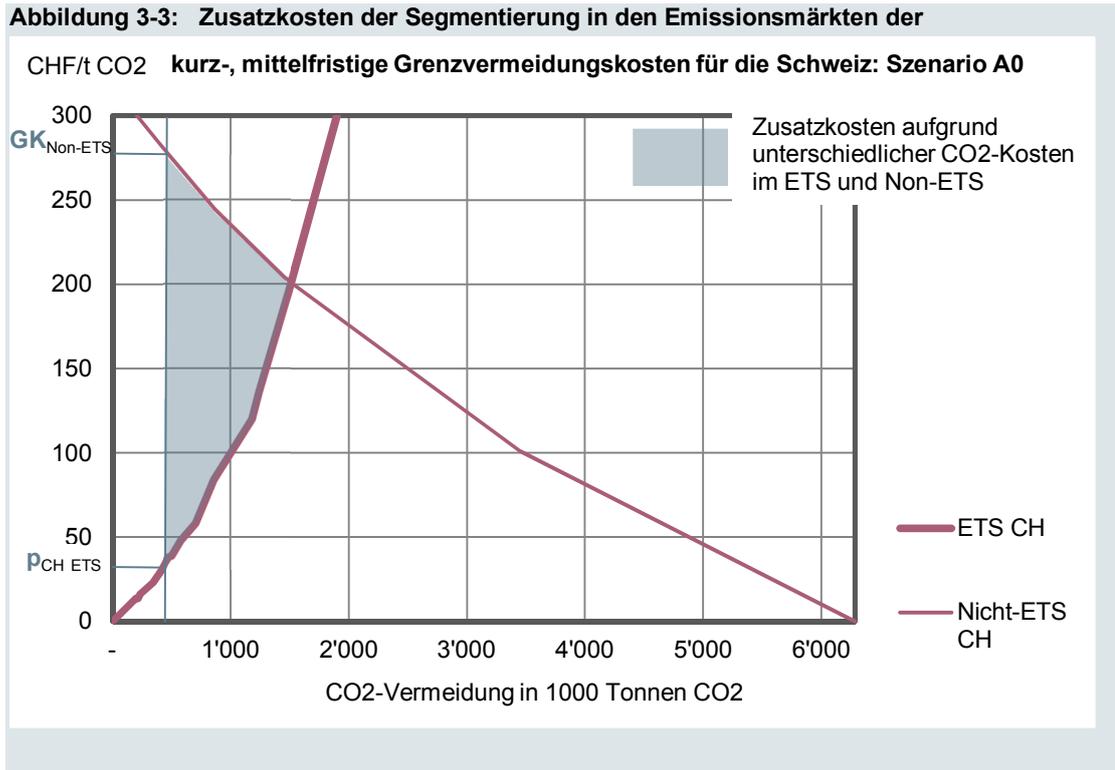
**Abbildung 3-2: Zusatzkosten der Segmentierung in den Emissionsmärkten der EU****Segmentierte Märkte in der Schweiz**

Die nachfolgende Abbildung 3-3 illustriert die Problematik der segmentierten Märkte am Beispiel der Schweiz: Gemäss Zielsetzung müsste die Schweiz in dem von uns unterstellten Szenario A0 insgesamt 6.3 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> reduzieren. Die Vermeidungskostenkurve des ETS-Bereichs steigt wiederum – wie oben erklärt - von links langsam an und die Vermeidungskostenkurve des Nicht-ETS-Bereichs wird von rechts beginnend gezeichnet. Der Schnittpunkt der beiden Kurven zeigt an, welche Reduktionsziele für den CH ETS-Bereich und den CH-Nicht-ETS-Bereich vorgegeben werden müssten, damit bei segmentierten Märkten dieselben CO<sub>2</sub>-Grenzvermeidungskosten erreicht werden können. Der ETS-Bereich müsste also rund 1.5 Mio. Tonnen reduzieren und der Nicht-ETS-Bereich rund 4.7 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>. Der resultierende Einheitspreis für die CO<sub>2</sub>-Vermeidung wäre bei rund 200 CHF/t CO<sub>2</sub>.

Gemäss unseren Modellrechnungen wurden die Ziele in der Schweiz – wie auch in der EU - nicht so auf den ETS-Bereich und den Nicht-ETS-Bereich aufgeteilt, dass aus wohlfahrtstheoretischer Sicht möglichst wenig Kosten entstehen. Die Schweizer Ziele fordern vom ETS-Bereich eine Reduktion von 0.4 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> und vom Nicht-ETS-Bereich eine Reduktion von 5.9 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>. Die Grenzkosten der CO<sub>2</sub>-Vermeidung sind bei dieser Zielsetzung nicht identisch: Beim ETS-Bereich liegen die CO<sub>2</sub>-Grenzvermeidungskosten bei rund 30 CHF/Tonne CO<sub>2</sub> und beim Nicht-ETS-Bereich bei 283 CHF/Tonne CO<sub>2</sub>. Die grau schraffierte Fläche zeigt nun die Zusatzkosten der segmentierten Märkte.<sup>11</sup>

Ein Vergleich der Zusatzkosten der Segmentierung in der EU und der Schweiz zeigen, dass die Gefahr von hohen Zusatzkosten der Segmentierung durch nicht optimale Verteilung der Ziele auf ETS- und Nicht-ETS-Bereich in der Schweiz deutlich höher ist als in der EU.

<sup>11</sup> Zu erwähnen ist, dass diese Darstellung nur dann gilt, wenn Terms-of-Trade-Effekte und Carbon-Leakage-Aspekte vernachlässigt werden. Auch soll an dieser Stelle nicht näher auf die Gründe für die Segmentierung der Märkte eingegangen werden (bspw. kann für ein Land zur Erreichung unilateraler Klimaschutzziele aufgrund der internationalen Wechselwirkungen eine Segmentierung, welche zu unterschiedlichen CO<sub>2</sub>-Preisen in den Sektoren führt, durchaus Sinn machen. Für die Begründung der Marktsegmentierung wird aber häufig auf die Problematik des Carbon-Leakage verwiesen.



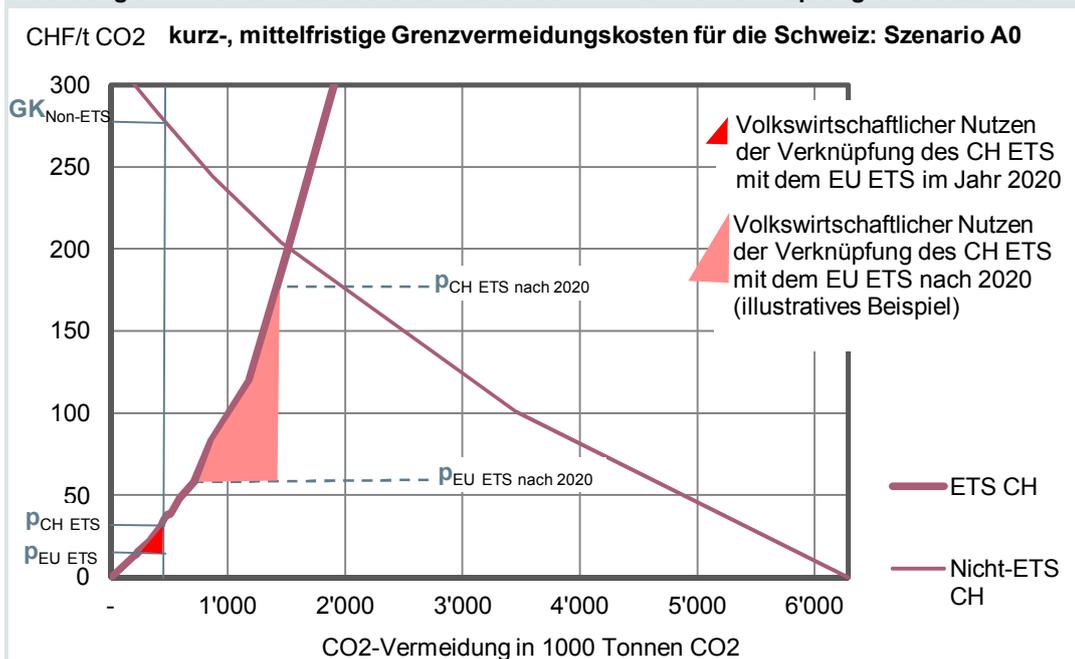
### Exkurs 3: Volkswirtschaftlicher Nutzen der CH-EU ETS-Verknüpfung für die Schweiz

Mit Hilfe der im vorgängigen Exkurs 2 hergeleiteten Darstellung der Vermeidungskostenkurven können auch die volkswirtschaftlichen Nutzen der Verknüpfung des CH ETS mit dem EU ETS dargestellt werden. Die nachfolgende Abbildung 3-4 illustriert diesen volkswirtschaftlichen Nutzen mit dem rot eingezeichneten Dreieck, das der Differenz zwischen dem Preis im CH ETS und dem EU ETS unter der Grenzvermeidungskostenkurve des CH ETS entspricht.

Die Illustration zeigt, dass von der Verknüpfung des CH ETS mit dem EU ETS bis ins Jahr 2020 keine grossen volkswirtschaftlichen Nutzen erwartet werden können. Die Abbildung zeigt aber auch, dass bei weiteren CO<sub>2</sub>-Reduktionsanforderungen (bspw. nach dem Jahr 2020) die Grenzvermeidungskosten im CH ETS relativ stärker ansteigen als diejenigen im EU ETS. Gehen wir davon aus, dass der Preis im EU ETS auch bei künftig strengeren Reduktionszielen nicht massiv ansteigt (vgl. dazu Abbildung 3-2) so werden die volkswirtschaftlichen Gewinne einer Verknüpfung des CH ETS mit dem EU ETS deutlich zunehmen.

Zusammenfassend können wir festhalten, dass der volkswirtschaftliche Nutzen einer Verknüpfung des CH ETS mit dem EU ETS bis 2020 relativ bescheiden ausfällt, bei einer Fortführung der Klimapolitik über 2020 hinaus aber bedeutend werden kann.

**Abbildung 3-4: Volkswirtschaftlicher Nutzen der CH-EU ETS-Verknüpfung für die Schweiz**



## 4 Einfluss der «BAU»-Entwicklung

Im vorgängigen Kapitel 3 haben wir die volkswirtschaftlichen Auswirkungen der Klimapolitik unter der Annahme analysiert, dass sich die Wirtschaft der einzelnen Länder trendmässig entwickelt. Naturgemäss besteht eine grosse Unsicherheit über die künftige Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung. Ein hohes Bevölkerungs- oder Wirtschaftswachstum führt unbeeinträchtigt zu mehr CO<sub>2</sub>-Emissionen. Da die Emissionsziele im Vergleich zum Jahr 1990 bzw. 2005 definiert sind, sind bei höherem Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum die CO<sub>2</sub>-Minderungsanstrengungen zu verstärken. Im Kapitel 2.1 haben wir alternative BAU-Entwicklungen bei tiefem und hohem Wachstum unterstellt (vgl.

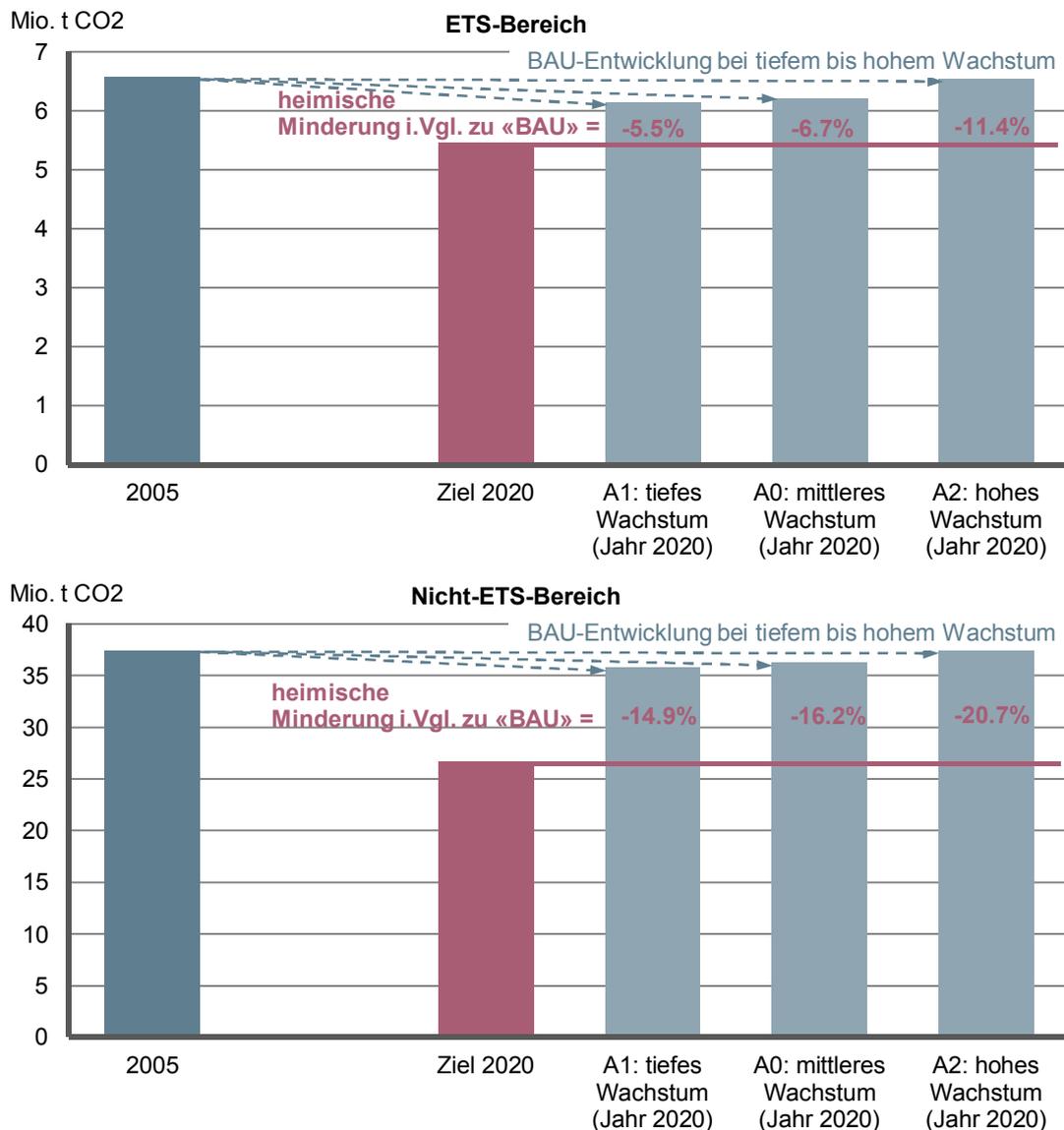
CH	1990	2005	BAU 2020	Ziel 2020			Drittländer-	heimische Minderung		
	[Mio. t CO <sub>2</sub> ]	[i.Vgl. zu 2005]	[i.Vgl. zu BAU]	anteil [Mio. t CO <sub>2</sub> ]	[Mio. t CO <sub>2</sub> ]	[i.Vgl. zu 2005]	[i.Vgl. zu BAU]			
CH ETS		6.6	6.2	5.5	-17.0%	-12.0%	0.3	0.8	-12.0%	-12.7%
CH Rest		37.4	36.3	26.7	-28.7%	-26.5%	3.7	7.0	-18.7%	-19.2%
CH Total	42.8	44.0	42.5	32.2	-26.9%	-24.4%	4.1	7.8	-17.7%	-18.3%

EU	1990	2005	BAU 2020	Ziel 2020			Drittländer-	heimische Minderung		
	[Mio. t CO <sub>2</sub> ]	[i.Vgl. zu 2005]	[i.Vgl. zu BAU]	anteil [Mio. t CO <sub>2</sub> ]	[Mio. t CO <sub>2</sub> ]	[i.Vgl. zu 2005]	[i.Vgl. zu BAU]			
EU ETS		2177	2283	1720	-21.0%	-24.7%	120	337	-15.5%	-14.8%
EU Rest		3000	3076	2700	-10.0%	-12.2%	99	201	-6.7%	-6.5%
EU Total	5565	5177	5359	4420	-14.6%	-17.5%	219	538	-10.4%	-10.0%

Tabelle 9-2). Die nachfolgende Abbildung zeigt am Beispiel der Schweiz, wie stark die heimischen CO<sub>2</sub>-Emissionen gegenüber verschiedenen BAU-Entwicklungen zu mindern wären (die detaillierten Zielvorgaben sind der Tabelle 9-3 bis Tabelle 9-5 zu entnehmen).

**Abbildung 4-1: BAU-Entwicklung bei tiefem bis hohem Wachstum und die heimische CO<sub>2</sub>-Minderung bei den vorgegebenen Zielen 2020**



Die Tabelle 4-2 vergleicht die Auswirkungen der unterstellten Klimapolitik unter der Annahme eines tiefen, mittleren und hohen Bevölkerungs- bzw. Wirtschaftswachstum. Das mittlere Wachstum entspricht dabei dem in Kapitel 3 ausgeführten Szenario A0.

### Künftiger Zertifikatepreis im EU ETS besser prognostizierbar als im CH ETS

Je nach unterstellter BAU-Entwicklung resultiert ein CO<sub>2</sub>-Preis im CH ETS zwischen 23 bis 59 CHF/Tonne CO<sub>2</sub>. Im EU ETS ist diese Bandbreite mit 13 bis 19 CHF/Tonne CO<sub>2</sub> deutlich kleiner. Dies bedeutet, dass die CO<sub>2</sub>-Preise im EU ETS deutlich besser prognostizierbar sind.

Bei den hier berechneten CO<sub>2</sub>-Preisen wird unterstellt, dass der Zertifikatehandel frictionslos erfolgt. Diese Annahme dürfte bei einem grossen Markt mit vielen Akteuren, wie dies das EU ETS ist, eher zutreffen als beim kleinen CH ETS Markt. Der ETS Markt in der Schweiz be-

steht zwar auf dem Papier, aber bis jetzt hat es noch kaum Transaktionen gegeben. Dies ganz im Gegensatz zum EU ETS: Hier wurden vier Börsen (ECX, Bluenext, Nordpool, EEX) installiert und es gibt einen funktionierenden OTC-Handel. Das tägliche Handelsvolumen beträgt 15-20 Mio. t CO<sub>2</sub> (davon 50% OTC), was dem 50-fachen der gesamten Minderungsverpflichtung im CH ETS entspricht. Es darf also angenommen werden, dass die Unsicherheiten über den künftigen Preis im CH ETS durch die Marktunvollkommenheiten im CH ETS noch viel grösser ist als die Modellrechnung mit einer Bandbreite von 23 bis 59 CHF/Tonne CO<sub>2</sub> aufzeigt.

### **Verknüpfung bringt grössere Planungssicherheit für Schweizer Unternehmen**

Ein Haupteffekt der Verknüpfung ist also, dass die Schweizer Unternehmen bei einer Verknüpfung mit dem EU ETS weniger Unsicherheiten in Bezug auf den künftigen CO<sub>2</sub>-Preis haben. In diesem Sinne bringt die Verknüpfung des CH ETS mit dem EU ETS mehr Planungssicherheit für Schweizer Unternehmen.

### **Verknüpfung verhindert Gefahr von Carbon Leakage zwischen der Schweiz und der EU**

Bei unterschiedlichen CO<sub>2</sub>-Preisen zwischen dem EU ETS und dem CH ETS besteht die Gefahr von Carbon Leakage. Liegt der Schweizer Preis deutlich über dem EU Preis, sind Verlagerungen energieintensiver Betriebe aus der Schweiz in die EU nicht auszuschliessen.

Die Modellrechnungen können hier nur Hinweise geben und unterschätzen die Gefahr von Carbon Leakage, da das Modell keine Produktdifferenzierung innerhalb der einzelnen Wirtschaftssektoren erlaubt. Trotzdem geben die Modellrechnungen zumindest Hinweise darauf, dass diesbezüglich eine gewisse Gefahr besteht. Wie die Tabelle 4-1 zeigt, ist gemäss Modellrechnung zumindest für die Papierindustrie ein Carbon Leakage feststellbar: Die Exporte gehen (im Szenario A2, also bei hohem BAU-Wachstum) in der Papierindustrie um -4% zurück, im Gegenzug steigen die Importe um 0.4%.

**Tabelle 4-1: Aussenhandelseffekte im Jahre 2020 der Schweizer ETS-Sektoren MIT und OHNE Verknüpfung (Szenario A2 – hohes Wachstum)**

	OHNE Verknüpfung		MIT Verknüpfung	
<b>Aussenhandelseffekte der Schweizer ETS-Sektoren i.Vgl. zu «BAU»</b>				
<b>CH-Exporte</b>				
Chemie	-0.7%		-0.4%	
Eisen&Stahl	-1.0%		-0.3%	
Nicht-Eisen-Metalle	-1.0%		-1.1%	
Nicht metallische Mineralien	-1.0%		0.8%	
Papier	-4.0%		-2.1%	
<b>CH-Importe</b>				
Chemie	-0.6%		-0.5%	
Eisen&Stahl	-0.4%		-0.6%	
Nicht-Eisen-Metalle	-0.4%		-0.4%	
Nicht metallische Mineralien	-0.3%		-0.9%	
Papier	0.4%		0.1%	

### Schweizer Wohlfahrtsverluste verdoppeln sich bei hohem BAU-Wachstum

Bei einem höheren Bevölkerungs- oder Wirtschaftswachstum muss auch im Nicht-IETS-Bereich mit deutlich höheren CO<sub>2</sub>-Grenzvermeidungskosten gerechnet werden: Sie steigen für die Schweiz auf über 400 CHF/Tonne CO<sub>2</sub>, dies bei einer heimischen Minderung von über 20% bis 2020. Die hohen Vermeidungskosten lassen sich erklären durch die relativ hohe heimische Minderung, die in relativ kurzer Zeit umgesetzt werden muss. Würde man mehr Zeit einräumen für die Umsetzung der Ziele, so könnten diese mit tieferen Vermeidungskosten verwirklicht werden. Die hohen CO<sub>2</sub>-Grenzvermeidungskosten von über 400 CHF/Tonne CO<sub>2</sub> sind denn auch verantwortlich dafür, dass sich die Wohlfahrtsverluste bei hohem BAU-Wachstum von -0.22% auf -0.41% fast verdoppeln. Bei tieferem BAU-Wachstum ist mit Wohlfahrtsverlusten von -0.19% zu rechnen.

Tabelle 4-2: Einfluss des Wirtschaftswachstums: Szenarien A1 (tiefes Wachstum), A0 (mittleres Wachstum) und A2 (hohes Wachstum)

		A1 (tiefes Wachstum)		Hauptszenario A0 (mittleres Wachstum)		A2 (hohes Wachstum)	
		OHNE Verknüpfung	MIT Verknüpfung	OHNE Verknüpfung	MIT Verknüpfung	OHNE Verknüpfung	MIT Verknüpfung
<b>CO<sub>2</sub>-Minderung 2020 i.Vgl. zu «BAU»</b>							
CH	ETS	-5.5%	-3.1%	-6.7%	-3.4%	-11.4%	-3.5%
	Non-ETS		-14.9%		-16.2%		-20.7%
EU	ETS		-17.5%		-19.4%		-21.2%
	Non-ETS		-5.3%		-9.0%		-12.4%
Restliche Industrieländer (alle Sektoren)			-8.1%		-11.4%		-17.2%
<b>ETS-Preis / Grenzvermeidungskosten im Non-ETS [CHF, 2009]</b>							
CH	ETS-Preis	23	13	30	16	59	19
	Non-ETS: Grenzvermeidungskosten		244		283		428
EU	ETS-Preis		13		16		19
	Non-ETS: Grenzvermeidungskosten		41		82		133
Restliche Industrieländer: Grenzvermeidungskosten			7		11		21
<b>BIP-Effekte i.Vgl. zu «BAU»</b>							
CH		-0.79%	-0.79%	-0.88%	-0.88%	-1.33%	-1.33%
EU			-0.18%		-0.34%		-0.52%
Restliche Industrieländer			-0.08%		-0.12%		-0.22%
<b>Wohlfahrtseffekte i.Vgl. zu «BAU»</b>							
CH		-0.18%	-0.18%	-0.22%	-0.22%	-0.41%	-0.41%
EU			-0.01%		-0.05%		-0.10%
Restliche Industrieländer			-0.04%		-0.07%		-0.12%
<b>Strukturelle Effekte der ETS-Sektoren i.Vgl. zu «BAU» (Veränderung des Outputniveaus)</b>							
<b>CH</b>							
Chemie		-0.3%	-0.3%	-0.4%	-0.3%	-0.6%	-0.4%
Eisen&Stahl		-0.2%	-0.2%	-0.2%	-0.1%	-0.5%	-0.3%
Nicht-Eisen-Metalle		-0.6%	-0.6%	-0.7%	-0.7%	-1.0%	-1.0%
Nicht metallische Mineralien		0.0%	0.1%	0.0%	0.2%	-0.1%	0.2%
Papier		-1.1%	-0.8%	-1.2%	-0.9%	-2.1%	-1.2%
<b>EU</b>							
Chemie		-0.2%	-0.2%	-0.3%	-0.3%	-0.3%	-0.3%
Eisen&Stahl		-0.4%	-0.4%	-0.6%	-0.6%	-0.5%	-0.5%
Nicht-Eisen-Metalle		-0.7%	-0.7%	-0.9%	-0.9%	-1.0%	-1.0%
Nicht metallische Mineralien		-0.2%	-0.2%	-0.3%	-0.3%	-0.4%	-0.4%
Papier		-0.1%	-0.1%	-0.2%	-0.2%	-0.2%	-0.2%

## 5 Einfluss höherer Minderungsziele

In diesem Kapitel wollen wir kurz darlegen, mit welchen volkswirtschaftlichen Auswirkungen bei höheren CO<sub>2</sub>-Minderungszielen zu rechnen ist. Für die Schweizer Volkswirtschaft ist insbesondere die Zielsetzung bzgl. der heimischen CO<sub>2</sub>-Minderung relevant. Eine ambitioniertere heimische Minderung bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen würde sich – mit Zielhorizont 2020 – in folgenden Fällen einstellen:

- Beim Zustandekommen eines internationalen Klimaabkommens
- Sofern auf die Möglichkeit, sich Gutschriften aus Drittländern gutzuschreiben, verzichtet wird (keine Teilnahme der Schweiz am CER-Handel)

### Höhere Minderungsziele beim Zustandekommen eines internat. Klimaabkommens

Beim Zustandekommen eines internationalen Klimaabkommens würde die Schweiz – analog zur EU – ihre CO<sub>2</sub>-Minderungsverpflichtung von -20% auf -30% i.Vgl. zum Jahr 1990 erhöhen (vgl. dazu die detaillierten Zielvorgaben gemäss Tabelle 9-6 bis Tabelle 9-9).

Wie die Tabelle 5-1 zeigt, müsste der CH ETS-Bereich beim Zustandekommen eines internationalen Klimaabkommens und OHNE Verknüpfung mit dem EU ETS je nach unterstelltem BAU-Wachstum zwischen -8.2% bis -13.9% mindern. Dies würde zu CO<sub>2</sub>-Preisen im CH ETS von 39 bis 84 CHF/t CO<sub>2</sub> führen. Dagegen würden im EU ETS die CO<sub>2</sub>-Preise mit 19 bis 26 CHF/t CO<sub>2</sub> moderat bleiben.

Fazit: Es besteht also für die Unternehmen im CH ETS-Bereich nicht nur erst nach 2020 ein Risiko, dass die CO<sub>2</sub>-Preise im CH ETS deutlich über den Preisen im EU ETS zu liegen kommen. Im Falle des Zustandekommens eines internationalen Klimaabkommens und bei einem hohen Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum in der Schweiz ergeben die Modellberechnungen einen um 60 CHF/t CO<sub>2</sub> höheren CO<sub>2</sub>-Preis im CH ETS

Durch die Verknüpfung des CH ETS mit dem EU ETS könnte bei einzelnen Sektoren die strukturellen Effekte abgeschwächt werden. Dies gilt vor allem für die am stärksten betroffene Papierindustrie, bei der die strukturellen Effekte in etwa halbiert werden könnten. Zu erwähnen ist, dass die Änderungen des realen Wechselkurses (Terms-of-Trade) der gesamten Klimaschutzpolitik hauptverantwortlich sind, dass die Struktureffekte nicht massiver ausfallen.

Beim Zustandekommen eines internationalen Klimaabkommens wäre aber nicht nur der ETS-Bereich, sondern auch der Nicht-ETS-Bereich gefordert. Die Modelle ergeben für den Zeitpunkt 2020 Grenzvermeidungskosten im Nicht-ETS-Bereich Grenzvermeidungskosten von über 400 CHF/t CO<sub>2</sub>. Wie schon erwähnt, liegen diese Kosten relativ hoch, da für die Umsetzung der heimischen Minderungsziele von deutlich über -20% gegenüber BAU nur eine relativ kurze Zeit zur Verfügung steht. Die Umsetzung der Minderungsziele wäre für die Schweiz aus instrumenteller Sicht eine grosse Herausforderung.

Beim Zustandekommen eines internationalen Klimaabkommens berechnen wir einen maximalen BIP-Rückgang von -2% und eine Wohlfahrtseinbusse von maximal -0.74%. Die Struktureffekte bleiben relativ moderat, dies aufgrund der sich ändernden realen Wechselkurse (Terms-of-Trade), durch welche ein Teil der heimischen Kosten des Klimaschutzes auf die Handelspartner abgewälzt werden kann.

### **Höhere Minderungsziele ohne CER-Handel**

In diesem Szenario berechnen wir, mit welchen volkswirtschaftlichen Auswirkungen zu rechnen wäre, wenn die Schweiz, die EU und die restlichen Industrieländer auf die Anrechnung von Gutschriften aus Drittländern verzichtet. Das vorgegebene CO<sub>2</sub>-Reduktionsziel müsste dann allein mit Hilfe heimischer Massnahmen umgesetzt werden (vgl. dazu die detaillierten Zielvorgaben gemäss Tabelle 9-10 bis Tabelle 9-13).

Ein solcher Verzicht auf den CER-Handel würde in der Schweiz dazu führen, dass im CH ETS-Bereich eine CO<sub>2</sub>-Reduktion im Vergleich zu BAU von -19% bis -24% realisiert werden müsste. Dies hätte einen CO<sub>2</sub>-Preis im CH ETS von 120 bis 196 CHF/t CO<sub>2</sub> zur Folge. In der EU ergäben sich doch deutlich tiefere CO<sub>2</sub>-Preise im EU ETS von 35 bis 44 CHF/t CO<sub>2</sub>.

Durch die Verknüpfung des CH ETS mit dem EU ETS könnte bei einzelnen Sektoren die strukturellen Effekte abgeschwächt werden. Auch hier muss noch einmal erwähnt werden, dass die Änderungen des realen Wechselkurses (Terms-of-Trade) der gesamten Klimaschutzpolitik hauptverantwortlich sind, dass die Struktureffekte nicht massiver ausfallen.

Im Schweizer Nicht-ETS-Bereich wäre bei einem Verzicht auf die Teilnahme am CER-Handel eine heimische CO<sub>2</sub>-Reduktion bis ins Jahr 2020 von -37.% bis -41.8% gegenüber der BAU-Entwicklung gefordert. Dies würde zu Grenzvermeidungskosten im Nicht-ETS-Bereich von über 1000 CHF/t CO<sub>2</sub> führen.

Anmerkung: Das hier verwendete Modell kann solch massive, kurzfristige CO<sub>2</sub>-Reduktionen nicht mehr adäquat erfassen. Es ist anzunehmen, dass in einem solch drastischen Szenario sogenannte „Back-Stop-Technologien“ zum Einsatz kommen, welche die maximalen Grenzkosten auf einem Niveau deutlich unter 1000 CHF/t CO<sub>2</sub> halten werden. Solche „Back-Stop-Technologien“ sind im von uns verwendeten Modell nicht berücksichtigt.

Tabelle 5-1: Einfluss höherer Minderungsziele bei einem Klimaabkommen: Szenarien B1 (tiefes Wachstum), B0 (mittleres Wachstum) und B2 (hohes Wachstum)

		B1 (tiefes Wachstum)		B0 (mittleres Wachstum)		B2 (hohes Wachstum)	
		OHNE Verknüpfung	MIT Verknüpfung	OHNE Verknüpfung	MIT Verknüpfung	OHNE Verknüpfung	MIT Verknüpfung
<b>CO2-Minderung 2020 i.Vgl. zu «BAU»</b>							
CH	ETS	-8.2%	-3.8%	-9.4%	-4.0%	-13.9%	-3.9%
	Non-ETS		-20.5%		-21.7%		-26.0%
EU	ETS		-22.1%		-23.9%		-25.6%
	Non-ETS		-10.7%		-14.2%		-17.4%
Restliche Industrieländer (alle Sektoren)			-14.4%		-17.5%		-22.9%
<b>ETS-Preis / Grenzvermeidungskosten im Non-ETS [CHF, 2009]</b>							
CH	ETS-Preis	39	19	48	22	84	26
	Non-ETS: Grenzvermeidungskosten		418		468		650
EU	ETS-Preis		19		22		26
	Non-ETS: Grenzvermeidungskosten		106		165		238
Restliche Industrieländer: Grenzvermeidungskosten			16		22		38
<b>BIP-Effekte i.Vgl. zu «BAU»</b>							
CH		-1.36%	-1.36%	-1.46%	-1.46%	-2.01%	-2.01%
EU			-0.45%		-0.67%		-0.92%
Restliche Industrieländer			-0.18%		-0.23%		-0.39%
<b>Wohlfahrtseffekte i.Vgl. zu «BAU»</b>							
CH		-0.41%	-0.41%	-0.47%	-0.47%	-0.74%	-0.74%
EU			-0.08%		-0.16%		-0.25%
Restliche Industrieländer			-0.10%		-0.14%		-0.23%
<b>Strukturelle Effekte der ETS-Sektoren i.Vgl. zu «BAU» (Veränderung des Outputniveaus)</b>							
<b>CH</b>							
Chemie		-0.5%	-0.4%	-0.6%	-0.5%	-0.9%	-0.5%
Eisen&Stahl		-0.4%	-0.3%	-0.4%	-0.2%	-0.7%	-0.4%
Nicht-Eisen-Metalle		-1.0%	-1.0%	-1.0%	-1.1%	-1.3%	-1.4%
Nicht metallische Mineralien		0.0%	0.2%	0.1%	0.3%	-0.1%	0.4%
Papier		-1.8%	-1.3%	-1.9%	-1.3%	-3.0%	-1.6%
<b>EU</b>							
Chemie		-0.3%	-0.3%	-0.4%	-0.4%	-0.4%	-0.4%
Eisen&Stahl		-0.6%	-0.6%	-0.8%	-0.8%	-0.7%	-0.7%
Nicht-Eisen-Metalle		-1.0%	-1.0%	-1.3%	-1.3%	-1.3%	-1.3%
Nicht metallische Mineralien		-0.4%	-0.4%	-0.5%	-0.5%	-0.6%	-0.6%
Papier		-0.2%	-0.2%	-0.3%	-0.3%	-0.4%	-0.4%

Tabelle 5-2: Einfluss höherer Minderungsziele ohne CER-Handel: Szenarien C1 (tiefes Wachstum), C0 (mittleres Wachstum) und C2 (hohes Wachstum)

		C1 (tiefes Wachstum)		C0 (mittleres Wachstum)		C2 (hohes Wachstum)	
		OHNE Verknüpfung	MIT Verknüpfung	OHNE Verknüpfung	MIT Verknüpfung	OHNE Verknüpfung	MIT Verknüpfung
<b>CO2-Minderung 2020 i.Vgl. zu «BAU»</b>							
<b>CH</b>	<b>ETS</b>	<b>-19.0%</b>	<b>-7.3%</b>	<b>-20.0%</b>	<b>-7.6%</b>	<b>-24.0%</b>	<b>-7.7%</b>
	Non-ETS		-37.5%		-38.4%		-41.8%
<b>EU</b>	<b>ETS</b>	<b>-32.0%</b>		<b>-33.6%</b>		<b>-35.1%</b>	
	Non-ETS		-19.5%		-22.6%		-25.5%
Restliche Industrieländer (alle Sektoren)			-14.4%		-17.5%		-22.9%
<b>ETS-Preis / Grenzvermeidungskosten im Non-ETS [CHF, 2009]</b>							
<b>CH</b>	<b>ETS-Preis</b>	<b>120</b>	<b>35</b>	<b>136</b>	<b>39</b>	<b>196</b>	<b>44</b>
	Non-ETS: Grenzvermeidungskosten		1'422		1'524		1'888
<b>EU</b>	<b>ETS-Preis</b>	<b>35</b>		<b>39</b>		<b>44</b>	
	Non-ETS: Grenzvermeidungskosten		291		395		515
Restliche Industrieländer: Grenzvermeidungskosten			16		22		38
<b>BIP-Effekte i.Vgl. zu «BAU»</b>							
<b>CH</b>		<b>-1.93%</b>	<b>-1.93%</b>	<b>-2.03%</b>	<b>-2.03%</b>	<b>-2.66%</b>	<b>-2.66%</b>
<b>EU</b>			-0.34%		-0.54%		-0.77%
Restliche Industrieländer			-0.09%		-0.13%		-0.23%
<b>Wohlfahrtseffekte i.Vgl. zu «BAU»</b>							
<b>CH</b>		<b>-1.82%</b>	<b>-1.82%</b>	<b>-1.90%</b>	<b>-1.89%</b>	<b>-2.46%</b>	<b>-2.44%</b>
<b>EU</b>			-0.42%		-0.60%		-0.79%
Restliche Industrieländer			-0.16%		-0.20%		-0.29%
<b>Strukturelle Effekte der ETS-Sektoren i.Vgl. zu «BAU» (Veränderung des Outputniveaus)</b>							
<b>CH</b>							
Chemie		-1.1%	-0.9%	-1.2%	-1.0%	-1.5%	-1.1%
Eisen&Stahl		-1.3%	-1.2%	-1.3%	-1.1%	-1.8%	-1.4%
Nicht-Eisen-Metalle		-2.5%	-2.6%	-2.6%	-2.7%	-3.2%	-3.2%
Nicht metallische Mineralien		-0.3%	-0.1%	-0.3%	0.0%	-0.5%	0.0%
Papier		-2.3%	-1.6%	-2.5%	-1.7%	-3.6%	-2.0%
<b>EU</b>							
Chemie		-0.5%	-0.5%	-0.6%	-0.6%	-0.6%	-0.6%
Eisen&Stahl		-0.9%	-0.9%	-1.1%	-1.1%	-1.2%	-1.2%
Nicht-Eisen-Metalle		-1.4%	-1.4%	-1.7%	-1.7%	-1.8%	-1.8%
Nicht metallische Mineralien		-0.5%	-0.5%	-0.6%	-0.6%	-0.7%	-0.7%
Papier		-0.2%	-0.2%	-0.3%	-0.3%	-0.4%	-0.4%

## 6 Einfluss des Auktionsanteils im ETS

Das Ziel des EU ETS ist es künftig möglichst alle Emissionsrechte zu versteigern, zu auktionieren. Um die Gefahr des Carbon-Leakage zu verringern wird die EU in den sogenannten Sektoren „at risk of carbon leakage“ auch in Zukunft Emissionsrechte kostenlos zur Verfügung stellen. Solche „At-Risk-Sektoren“ müssen durch zusätzliche CO<sub>2</sub>-Kosten von mindestens 5% je Euro Bruttowertschöpfung und eine Handelsintensität von mindestens 10% charakterisiert sein.<sup>12</sup>

Im Hauptszenario A0 (vgl. Ausführungen im Kapitel 3) haben wir unterstellt, dass in den ETS-Sektoren im Jahr 2020 zu 70% auktioniert wird also nur 30% der Emissionsrechte freihändig vergeben werden.<sup>13</sup> Wir gehen bei unseren Modellberechnungen davon aus, die in der Praxis umgesetzte Zuteilungsregel tatsächlich einen Einfluss auf den Standortentscheid haben wird und Carbon-Leakage zumindest abschwächen kann (im Modell haben wir eine dynamische Zuteilungsregel unterstellt)<sup>14</sup>.

Können die strukturellen Veränderungen abgemindert werden, wenn weniger als 70% der gesamten Emissionsrechte auktioniert werden? Dazu haben wir ein zweites Szenario gerechnet, bei dem an Stelle der im Hauptszenario gewählten 30% neu 70% freihändig zugeteilt würden. Die nachfolgende Tabelle 6-1 zeigt den Vergleich zweier Szenarien, das eine mit einer freihändigen Zuteilung von 30% aller Emissionsrechte (links) und das andere mit 70% freihändiger Zuteilung (rechts). Zusätzlich wird jeweils noch die Situation MIT und OHNE Verknüpfung dargestellt.

Die Erhöhung des Anteils freihändiger Zuteilung führt dazu, dass – wie erwartet - in den Schweizer ETS Sektoren die Sektoroutputs weniger stark zurückgehen. Allerdings sind die Effekte nicht sehr gross. Die Erhöhung des Anteils freihändiger Zuteilung von 30% auf 70% vermindert die strukturellen Effekte in etwa demselben Ausmass wie die Verknüpfung des CH ETS mit dem EU ETS.

---

<sup>12</sup> Falls eines der beiden Merkmale die 30%-Schwelle überschreitet, gelten die Anforderungen an das Carbon-Leakage ebenfalls als erfüllt.

<sup>13</sup> Der Stromsektor erhält –wie in den EU-Regelungen vorgesehen – keine freihändigen Zuteilungen von Emissionsrechten.

<sup>14</sup> Die modellmässige Erfassung der freien Zuteilung kann auf zwei Arten erfolgen: (1) „**statische**“ **Zuteilung**: Die freie Zuteilung der Emissionsrechte wird festgelegt auf Basis der vergangenen Emissionen und ist nicht abhängig von den künftigen Firmenentscheidungen. Diese Zuteilung läuft auf einen Pauschaltransfer von Emissionsknappheitsrenten an das betreffende Unternehmen hinaus, ohne das ökonomische Kalkül der Anlagenverlagerung oder einer Anlagenschliessung zu verändern. Diese Zuteilung entspricht bspw. einem Grandfathering-System, das keine (Teil-)Stilllegungsregel kennt: Die Firma kann also in einem solchen Fall ihre erhaltenen Emissionsrechte auch dann am Markt platzieren, wenn sie ihre Produktion still legt. (2) „**dynamische**“ **Zuteilung**: Eine dynamische Zuteilung setzt am Emission- bzw. Produktionsvolumen an und wirkt dann implizit wie eine Produktionssubvention und kann tatsächlich das Carbon-Leakage abschwächen. Für weitere Ausführungen sei auf Böhringer Christoph, Lange Andreas (2008) verwiesen.

Fazit: Will die Schweiz ihre strukturellen Effekte der Klimaschutzpolitik in den ETS-Sektoren minimieren, so kann dies über einen hohen Anteil an freihändig vergebenen Emissionsrechten oder durch eine Verknüpfung mit dem EU ETS erfolgen.

**Tabelle 6-1: Auswirkungen mit/ohne Verknüpfung im Hauptszenario A0**

		70% auktioniert / 30% freihändig		30% auktioniert / 70% freihändig	
		OHNE Verknüpfung	MIT Verknüpfung	OHNE Verknüpfung	MIT Verknüpfung
<b>CH</b>					
Chemie	-0.40%	-0.31%	-0.36%	-0.32%	
Eisen&Stahl	-0.21%	-0.13%	-0.31%	-0.27%	
Nicht-Eisen-Metalle	-0.71%	-0.72%	-0.77%	-0.78%	
Nicht metallische Mineralien	0.05%	0.16%	0.09%	0.12%	
Papier	-1.23%	-0.90%	-0.91%	-0.74%	
<b>EU</b>					
Chemie	-0.28%	-0.29%	-0.22%	-0.22%	
Eisen&Stahl	-0.57%	-0.57%	-0.38%	-0.39%	
Nicht-Eisen-Metalle	-0.93%	-0.93%	-0.80%	-0.80%	
Nicht metallische Mineralien	-0.33%	-0.33%	-0.24%	-0.24%	
Papier	-0.18%	-0.18%	-0.16%	-0.16%	

## 7 Schlussfolgerungen

Die wichtigsten Erkenntnisse aus dieser Studie können wir wie folgt zusammenfassen:

### **Die EU kann CO<sub>2</sub> kosteneffizienter vermeiden als die Schweiz**

Dies gilt ausgeprägt für den ETS-Bereich, bei welchem die EU deutlich günstiger CO<sub>2</sub> vermeiden kann als die Schweiz. Auch im Nicht-ETS-Bereich kann die EU kosteneffizienter CO<sub>2</sub> vermeiden, allerdings sind hier die relativen Unterschiede in den Grenzvermeidungskosten nicht so gross wie im ETS-Bereich.

### **Verknüpfung mit dem EU ETS senkt die Zertifikatepreise für Schweizer Unternehmen**

Mit der Verknüpfung des CH ETS mit dem EU ETS kann der Zertifikatepreis für Unternehmen in den Schweizer ETS-Sektoren im Jahr 2020 um rund 15 CHF/Tonne CO<sub>2</sub> gesenkt werden. Mit der Verknüpfung würde die Hälfte der Minderungsverpflichtung der energieintensiven Unternehmen im Inland erbracht werden und die andere Hälfte durch Zukauf von Emissionsrechten aus dem EU ETS. Es würden im Jahr 2020 Emissionsrechte im Umfang von rund 0.2 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> und einem Wert von rund 3 Mio. Franken durch die energieintensiven Betriebe der Schweiz im EU ETS eingekauft.

Geht man davon aus, dass ein internationales Klimaabkommen zustande kommt, würde sich die Schere zwischen dem ETS-Preis der Schweiz und der EU von 15 auf bis 60 CHF/t CO<sub>2</sub> öffnen. Der Grund dafür sind die ambitionierteren Minderungsziele bei einem Klimaabkommen und die in der Schweiz im Vergleich zur EU stärker steigenden Grenzvermeidungskosten für die CO<sub>2</sub>-Minderung. Es besteht also für die Unternehmen im CH ETS-Bereich ein Risiko, dass die CO<sub>2</sub>-Preise im CH ETS für das Jahr 2020 deutlich über den Preisen im EU ETS zu liegen kommen.

Die Klimapolitik führt in den ETS-Sektoren nicht zu massiven Struktureffekten. Von einer Verknüpfung des CH ETS mit dem EU ETS würden alle Sektoren profitieren, wenn auch in einem bescheidenen Ausmass.

### **Künftiger Zertifikatepreis im EU ETS besser prognostizierbar als im CH ETS**

Der Zertifikatepreis kann nur unter grosser Unsicherheit prognostiziert werden. Je nach unterstellter BAU-Entwicklung resultiert ein CO<sub>2</sub>-Preis im CH ETS zwischen 20 bis 60 CHF/Tonne CO<sub>2</sub>. Im EU ETS ist diese Bandbreite mit 13 bis 20 CHF/Tonne CO<sub>2</sub> deutlich kleiner. Dies bedeutet, dass die CO<sub>2</sub>-Preise im EU ETS besser prognostizierbar sind.

### **Verknüpfung bringt grössere Planungssicherheit für Schweizer Unternehmen**

Ein Haupteffekt der Verknüpfung ist also, dass die Schweizer Unternehmen bei einer Verknüpfung mit dem EU ETS weniger Unsicherheiten in Bezug auf den künftigen CO<sub>2</sub>-Preis haben. In diesem Sinne bringt die Verknüpfung des CH ETS mit dem EU ETS mehr Planungssicherheit für Schweizer Unternehmen.

### **Verknüpfung verhindert Gefahr von Carbon Leakage zwischen der Schweiz und der EU**

Bei unterschiedlichen CO<sub>2</sub>-Preisen zwischen dem EU ETS und dem CH ETS besteht die Gefahr von Carbon Leakage. Liegt der Schweizer Preis deutlich über dem EU Preis, sind Verlagerungen energieintensiver Betriebe aus der Schweiz in die EU nicht auszuschliessen.

Als Gegenmassnahme empfiehlt sich die Verknüpfung des CH ETS mit dem EU ETS oder alternativ eine freihändige Zuteilung von Emissionsrechte für die Unternehmen im ETS.

**ETS-Verknüpfung kann nicht mit Wohlfahrtsargumenten begründet werden**

Obwohl sich die Schweiz und die EU in Bezug auf das Jahr 1990 gleiche CO<sub>2</sub>-Minderungsziele gesetzt haben, kommt dies die Schweiz wohlfahrtsmässig teurer zu stehen als die EU. Die Wohlfahrtsverluste sind aber verkraftbar. Die Verknüpfung mit dem EU ETS bringt der Schweiz aber bis 2020 wohlfahrtsmässig weder Vor- noch Nachteile. Bei einer Fortführung der Klimapolitik über 2020 hinaus, dürfte aber der Nutzen einer ETS-Verknüpfung auch aus Wohlfahrtssicht relevant werden.

## 8 Anhang A: Das statische Mehrländergleichgewichtsmodell

Nachfolgend wird im Kapitel 8.1 das Modell mit seinem methodischen Ansatz vorgestellt. Das Kapitel 8.2 fasst die Datengrundlagen und Parametrisierung des Modells zusammen. Das hier angewandte Modell ist in Böhringer/Rutherford (2008)<sup>15</sup> detailliert erklärt. Die nachfolgenden Ausführungen stützen sich auf das Kapitel 3 von Böhringer/Rutherford (2008).

### 8.1 Das Modell

#### Methodischer Ansatz und allgemeine Modellstruktur

Die quantitative Analyse der wirtschaftlichen und emissionsseitigen Auswirkungen von Klimapolitiken erfolgt mit einem komparativ statischen Mehrländermodell der Weltwirtschaft.<sup>16</sup> Wirtschaftstheoretische Grundlage des Modells ist die Allgemeine Gleichgewichtstheorie. Modelle vom Typ des Allgemeinen Gleichgewichts sind in der angewandten Wirtschaftsforschung bei der Analyse handels-, finanz- und umweltpolitischer Fragestellungen weit verbreitet. Auf der Grundlage mikroökonomisch fundierter Verhaltensannahmen sind sie in hohem Masse dazu geeignet, die Allokationseffekte veränderter Rahmenbedingungen für die Gesamtwirtschaft aufzuzeigen. Hierzu zählen die Auswirkungen auf sektorale Produktionsstrukturen, Konsum und Investitionen, Aussenhandel, Beschäftigung oder funktionale Einkommensverteilung. Ein geschlossener analytischer Ansatz gewährleistet methodische Konsistenz bei der Berücksichtigung von Wechselwirkungen auf nationalen und internationalen Märkten. Die Differenzierung nach Regionen und Industriesektoren sowie verschiedenen Haushaltstypen erlaubt eine disaggregierte Untersuchung der wirtschaftlichen Auswirkungen von Politikmassnahmen.

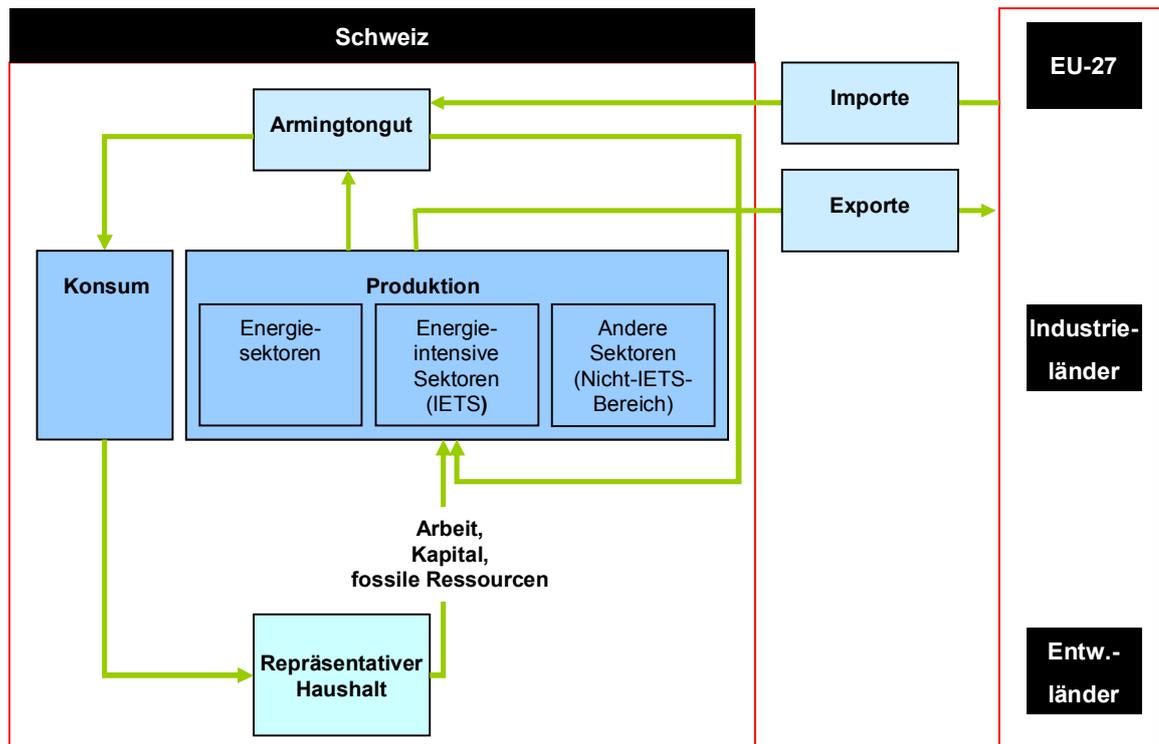
Zur Analyse nationaler und internationaler Klimapolitik und ihre Rückwirkungen auf die Schweizer Wirtschaft ist die Analyse in einem Mehrländer-, Mehrsektorenkontext notwendig. Auch der für den grössten Teil der Treibhausgas-Emissionen verantwortliche Energiemarkt ist detailliert abzubilden. Im hier verwendeten Modell werden nur die energetischen CO<sub>2</sub>-Emissionen berücksichtigt. Die nachfolgende Grafik zeigt schematisch die Modellstruktur.

---

<sup>15</sup> Böhringer Christoph, Rutherford Thomas F. (2008), The Cost of Compliance: A CGE Assessment of Canada's Policy Options under the Kyoto Protocol.

<sup>16</sup> Die mathematische Struktur des Modells ist im Anhang von Böhringer/Rutherford (2008) ausgeführt.

Grafik 8-1: Modellstruktur (schematisch, Pfeile zeigen Güterfluss)

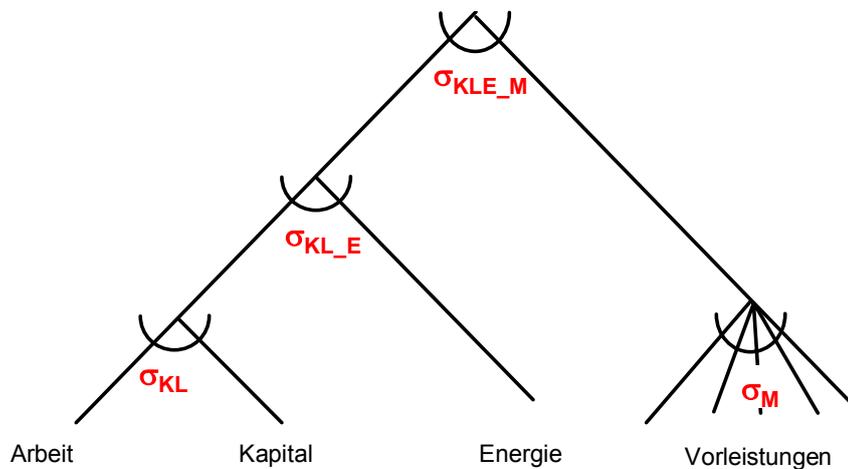


Pro Region gibt es mindestens einen repräsentativen Haushalt, der ausgestattet wird mit Arbeit, Kapital und fossilen Ressourcen. Der Faktor Arbeit ist zwischen den Wirtschaftssektoren mobil, aber immobil zwischen den einzelnen Ländern/Regionen. Der repräsentative Haushalt maximiert seinen Nutzen aus dem Konsum, welcher sich nachfragemässig mittels konstanter Substitutionselastizität<sup>17</sup> zusammensetzt aus Energie- und Nicht-Energie-Güter. Die Produktion wird beschrieben mit einer genesteten separablen CES-Funktion (siehe nachfolgende Grafik 8-2): Die Wertschöpfung ergibt sich aus einem CES-Aggregat aus Kapital und Arbeit. Für die Nicht-Energie-Güter werden die Substitutionsmöglichkeiten der verschiedenen Energiegüter ebenfalls mit einer CES-Funktion beschrieben (in der Grafik nicht dargestellt).<sup>18</sup>

<sup>17</sup> CES-Funktion, CES = Constant Elasticity of Substitution.

<sup>18</sup> Eine spezielle Produktionsfunktion wurde für die Produktion der fossilen Ressourcen gewählt: Hier werden alle Inputs in fixen Proportionen eingesetzt und sind auf dem obersten Nest mit dem fossilen Ressourcen mit konstanter Elastizität substituierbar. Diese Substitutionselastizität wurde auf empirisch geschätzte Ölangebotselastizitäten kalibriert.

**Grafik 8-2: Genestete Produktionsfunktion (vereinfachte Darstellung, beschränkt auf die KLEM-Spezifikation)<sup>19</sup>**



Die CO<sub>2</sub>-Emissionen sind in fixen Proportionen (Leontief) gelinkt mit dem Verbrauch fossiler Energieträger, wobei die unterschiedliche CO<sub>2</sub>-Intensität der verschiedenen Energieträger berücksichtigt wird. Die wesentlichen Kanäle zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen sind: Fuel-Switching (also Wechsel von einem CO<sub>2</sub>-intensiven Energieträger zu einem weniger CO<sub>2</sub>-intensiven Energieträger) und natürlich Energieeinsparung bzw. verbesserte Energieeffizienz im Verbrauch, dies betrifft sowohl den Endverbrauch bei den Haushalten als auch die Energievorleistungen in der Produktion. Die Einnahmen aus den klimapolitischen Massnahmen – bspw. aus einer Klimalenkungsabgabe – werden für die Schweiz gemäss dem vorgegebenen Rückverteilungsschlüssel auf die Haushalte verteilt. Für die anderen Länder werden die Einnahmen „lump sum“ an die Haushalte rückverteilt.

Der Aussenhandel wird mit dem sogenannten Armingtonansatz modelliert (Armington 1969). Heimisch produzierte und importierte Güter sind dabei unvollständige Substitute.

Weiter wird unterstellt, dass sich die Ausgaben der öffentlichen Hand nicht verändern, also fix sind. Da es sich beim angewendeten Modell um ein statisches Modell handelt, sind auch die Investitionsanteile fix vorgegeben.

### Internationaler Emissionshandel

Zur marktkonformen effizienten Umsetzung von CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktionszielen sind im Kyoto-Protokoll für multilaterale Klimaschutzpolitiken so genannte flexible Mechanismen vorgesehen: Neben dem EU ETS sind auch projektbasierte Emissionsminderungen über Joint Implementation (JI) mit Industrie- und Transformationsländern bzw. den Clean Development Mechanism (CDM) mit Entwicklungsländern möglich. Projektbasierte Emissionsminderungen werden dem Investor als handelbare Zertifikate gutgeschrieben. Dabei können erhebliche

<sup>19</sup> KLEM – Kapital, Arbeit, Energie, Vorleistungen.

Transaktionskosten – z.B. durch langwierige Akkreditierungs- oder Monitoringverfahren – entstehen. Transaktionskosten werden keine unterstellt.

### **Im Modell implementierte Massnahmen**

Neben dem CH ETS und dem EU ETS wurde ein Markt für die CDM, regionenspezifische Märkte zur kosteneffizienten THG-Minderung im Bereich, der nicht dem IETS unterliegt, im Modell implementiert.

Das CH ETS und das EU ETS unterscheiden sich in Bezug auf ihre im Modell implementierten Marktmechanismen nicht. Vereinfachend wurden für das CH ETS ganze Sektoren dem ETS unterstellt, die Opt-in-Möglichkeiten, die sich im CH ETS und dem EU ETS unterscheiden, wurden somit mit dem Modell nicht erfasst. Die gewählten ETS-Sektoren (siehe nachfolgender Abschnitt) sind im CH ETS und dem EU ETS grundsätzlich dieselben, ausser dass der Elektrizitätssektor im CH ETS keine Rolle spielt. Weiter ergeben sich Unterschiede in den Drittländeranteilen (vgl. bspw. Tabelle 9-2).

## **8.2 Daten und Parametrisierung**

Die ökonomischen und energetischen Grundlagendaten stammen aus der GTAP7-Datenbank.<sup>20</sup> Die Substitutionsmöglichkeiten zwischen Arbeit, Kapital, Energie und Vorleistungen werden durch die KLEM-Elastizitäten beschrieben. Diese stammen aus der aktuellsten zur Verfügung stehenden empirischen Untersuchung von Okagawa/Ban (2008). Diese KLEM-Elastizitäten wurden auf Basis von Paneldaten aus den Jahren 1995 bis 2004 geschätzt.

### **Sektorale und regionale Disaggregation**

Die nachfolgende Tabelle 8-1 zeigt die sektorale und regionale Disaggregation. Insgesamt werden mit der Schweiz 4 Regionen bzw. Länder unterschieden. Als Produktionsfaktoren dienen Arbeit, Kapital und fossile Ressourcen. Die 12 Produktionssektoren teilen sich auf 5 Energiesektoren, 6 ETS-Sektoren (auf die Darstellung der Luftfahrt werden wir bei den Resultaten verzichten, da für die modellmässige Erfassung der richtigen Reaktion im Luftfahrtmarkt spezifische Modellergänzungen nötig wären) sowie 1 Nicht-IETS-Sektor.

---

<sup>20</sup> Für detaillierte Ausführungen zu GTAP7 vgl. Badri Narayanan G. and Terrie L. Walmsley, Editors (2008).

**Tabelle 8-1: Sektoren und Regionen im Gleichgewichtsmodell (verwendete Aggregation)**

<b>Produktionssektoren</b>	<b>Länder und Regionen</b>
<i>Energiesektoren</i>	Schweiz
Rohöl	EU-27 – Europäische Union
Raffinerie	Sonstige Industrieländer (inkl. Transitionsländer)
Erdgas	Entwicklungsländer (inkl. Schwellenländer)
Kohle	
Elektrizität	
<i>ETS Sektoren</i>	
Raffinerie	<b>Produktionsfaktoren</b>
Elektrizität	Arbeit
Eisen und Stahl	Kapital
Chemie	Fossile Ressourcen
Papier, Druck	
Nicht-Eisen-Mineralien	
Nicht-Eisen-Metalle	
Luffahrt	
<i>Nicht-ETS-Sektoren</i>	
Transport	
Übrige Nicht-ETS-Sektoren	

## 9 Anhang B: Minderungsziele für die verschiedenen Szenarien

**Tabelle 9-1: Energiebedingte Emissionen 1990, 2005, BAU 2020, Ziel 2020 und Minderungsziele 2020 i.Vgl. zu 2005 und BAU 2020: Szenario A**

CH	1990 [Mio. t CO <sub>2</sub> ]	2005 [Mio. t CO <sub>2</sub> ]	BAU 2020 [Mio. t CO <sub>2</sub> ]	Ziel 2020			Drittländer- anteil [Mio. t CO <sub>2</sub> ]	heimische Minderung		
				[Mio. t CO <sub>2</sub> ]	[i.Vgl. zu 2005]	[i.Vgl. zu BAU]		[Mio. t CO <sub>2</sub> ]	[i.Vgl. zu 2005]	[i.Vgl. zu BAU]
CH ETS		6.6	6.2	5.5	-17.0%	-12.0%	0.3	0.8	-12.0%	-12.7%
CH Rest		37.4	36.3	26.7	-28.7%	-26.5%	3.7	7.0	-18.7%	-19.2%
CH Total	42.8	44.0	42.5	32.2	-26.9%	-24.4%	4.1	7.8	-17.7%	-18.3%

EU	1990 [Mio. t CO <sub>2</sub> ]	2005 [Mio. t CO <sub>2</sub> ]	BAU 2020 [Mio. t CO <sub>2</sub> ]	Ziel 2020			Drittländer- anteil [Mio. t CO <sub>2</sub> ]	heimische Minderung		
				[Mio. t CO <sub>2</sub> ]	[i.Vgl. zu 2005]	[i.Vgl. zu BAU]		[Mio. t CO <sub>2</sub> ]	[i.Vgl. zu 2005]	[i.Vgl. zu BAU]
EU ETS		2177	2283	1720	-21.0%	-24.7%	120	337	-15.5%	-14.8%
EU Rest		3000	3076	2700	-10.0%	-12.2%	99	201	-6.7%	-6.5%
EU Total	5565	5177	5359	4420	-14.6%	-17.5%	219	538	-10.4%	-10.0%

**Tabelle 9-2: Minderungsziele für das Jahr 2020 i.Vgl. zu 2005: Szenario A**  
(Minderungsziele ohne Klimaabkommen)

		Szenario A	
		OHNE Verknüpfung	MIT Verknüpfung
<b>Minderungsziele im Jahr 2020 i. Vgl. zu 2005</b>			
<b>TOTAL</b>		<b>-26.9%</b>	<b>-26.9%</b>
- heimisch		-17.7%	-17.7%
- Drittländer		-9.3%	-9.3%
<b>Nicht ETS-Bereich</b>		<b>-28.7%</b>	<b>-28.7%</b>
<b>CH</b>	- heimisch	-18.7%	-18.7%
	- Drittländer	-10.0%	-10.0%
<b>CH ETS</b>		<b>-17.0%</b>	
	- heimisch	-12.0%	<b>EU ETS (inkl. CH)</b> -21.0%
	- Drittländer	-5.0%	- heimisch -15.5%
			- Drittländer -5.5%
<b>EU ETS</b>		<b>-21.0%</b>	
	- heimisch	-15.5%	
	- Drittländer	-5.5%	
<b>Nicht ETS-Bereich</b>		<b>-10.0%</b>	<b>-10.0%</b>
<b>EU-27</b>	- heimisch	-6.7%	-6.7%
	- Drittländer	-3.3%	-3.3%
<b>TOTAL</b>		<b>-14.6%</b>	<b>-14.6%</b>
- heimisch		-10.4%	-10.4%
- Drittländer		-4.2%	-4.2%
Restl. Industrieländer	<b>TOTAL (alles heimisch)</b>	-7.3%	-7.3%
Entwick- lungsländer	<b>TOTAL</b>	keine	keine

Tabelle 9-3: Minderungsziele für das Jahr 2020 i.Vgl. zu «BAU-Referenz»: Szenario A0

		Szenario A0	
		OHNE Verknüpfung	MIT Verknüpfung
<b>Minderungsziele im Jahr 2020 i. Vgl. zum «BAU - Referenz»</b>			
CH	<b>TOTAL</b>	<b>-24.4%</b>	<b>-24.4%</b>
	- heimisch	-14.8%	-14.8%
	- Drittländer	-9.6%	-9.6%
	<b>Nicht ETS-Bereich</b>	<b>-26.5%</b>	<b>-26.5%</b>
	- heimisch	-16.2%	-16.2%
	- Drittländer	-10.3%	-10.3%
	<b>CH ETS</b>	<b>-12.0%</b>	
	- heimisch	-6.7%	<b>EU ETS (inkl. CH)</b> -24.7%
	- Drittländer	-5.3%	- heimisch -19.4%
			- Drittländer -5.2%
EU-27	<b>EU ETS</b>	<b>-24.7%</b>	
	- heimisch	-19.4%	
	- Drittländer	-5.2%	
	<b>Nicht ETS-Bereich</b>	<b>-12.2%</b>	<b>-12.2%</b>
	- heimisch	-9.0%	-9.0%
	- Drittländer	-3.2%	-3.2%
	<b>TOTAL</b>	<b>-17.5%</b>	<b>-17.5%</b>
	- heimisch	-13.4%	-13.4%
- Drittländer	-4.1%	-4.1%	
Restl. Industrieländer	<b>TOTAL (alles heimisch)</b>	-11.4%	-11.4%
Entwick- lungsländer	<b>TOTAL</b>	keine	keine

Tabelle 9-4: Minderungsziele für das Jahr 2020 i.Vgl. zu «BAU-tiefes Wachstum»: Szenario A1

		Szenario A1	
		OHNE Verknüpfung	MIT Verknüpfung
<b>Minderungsziele im Jahr 2020 i. Vgl. zum «BAU - tiefes Wachstum»</b>			
CH	<b>TOTAL</b>	<b>-23.2%</b>	<b>-23.2%</b>
	- heimisch	-13.5%	-13.5%
	- Drittländer	-9.7%	-9.7%
	<b>Nicht ETS-Bereich</b>	<b>-25.4%</b>	<b>-25.4%</b>
	- heimisch	-14.9%	-14.9%
	- Drittländer	-10.5%	-10.5%
	<b>CH ETS</b>	<b>-10.9%</b>	
	- heimisch	-5.5%	<b>EU ETS (inkl. CH)</b> -22.8%
	- Drittländer	-5.4%	- heimisch -17.4%
			- Drittländer -5.4%
EU-27	<b>EU ETS</b>	<b>-22.8%</b>	
	- heimisch	-17.4%	
	- Drittländer	-5.4%	
	<b>Nicht ETS-Bereich</b>	<b>-8.6%</b>	<b>-8.6%</b>
	- heimisch	-5.3%	-5.3%
	- Drittländer	-3.4%	-3.4%
	<b>TOTAL</b>	<b>-14.7%</b>	<b>-14.7%</b>
	- heimisch	-10.5%	-10.5%
- Drittländer	-4.2%	-4.2%	
Restl. Industrieländer	<b>TOTAL (alles heimisch)</b>	-8.1%	-8.1%
Entwick- lungsländer	<b>TOTAL</b>	keine	keine

**Tabelle 9-5: Minderungsziele für das Jahr 2020 i.Vgl. zu «BAU-hohes Wachstum»:  
Szenario A2**

		Szenario A2	
		OHNE Verknüpfung	MIT Verknüpfung
<b>Minderungsziele im Jahr 2020 i. Vgl. zum «BAU - hohes Wachstum»</b>			
CH	<b>TOTAL</b>	<b>-28.4%</b>	<b>-28.4%</b>
	- heimisch	-19.3%	-19.3%
	- Drittländer	-9.1%	-9.1%
	<b>Nicht ETS-Bereich</b>	<b>-30.4%</b>	<b>-30.4%</b>
	- heimisch	-20.7%	-20.7%
	- Drittländer	-9.7%	-9.7%
	<b>CH ETS</b>	<b>-16.4%</b>	
	- heimisch	-11.4%	<b>EU ETS (inkl. CH)</b> -26.3%
	- Drittländer	-5.0%	- heimisch -21.2%
			- Drittländer -5.1%
EU-27	<b>EU ETS</b>	<b>-26.3%</b>	
	- heimisch	-21.2%	
	- Drittländer	-5.1%	
	<b>Nicht ETS-Bereich</b>	<b>-15.5%</b>	<b>-15.5%</b>
	- heimisch	-12.4%	-12.4%
	- Drittländer	-3.1%	-3.1%
	<b>TOTAL</b>	<b>-20.1%</b>	<b>-20.1%</b>
	- heimisch	-16.1%	-16.1%
- Drittländer	-4.0%	-4.0%	
Restl. Industrieländer	<b>TOTAL (alles heimisch)</b>	-17.2%	-17.2%
Entwick- lungsländer	<b>TOTAL</b>	keine	keine

**Tabelle 9-6: Minderungsziele für das Jahr 2020 i.Vgl. zu 2005: Szenario B**  
(höhere Minderungsziele aufgrund internationalem Klimaabkommen)

		Szenario B	
		OHNE Verknüpfung	MIT Verknüpfung
<b>Minderungsziele im Jahr 2020 i. Vgl. zu 2005</b>			
CH	<b>TOTAL</b>	<b>-37.9%</b>	<b>-37.9%</b>
	- heimisch	-22.6%	-22.6%
	- Drittländer	-15.3%	-15.3%
	<b>Nicht ETS-Bereich</b>	<b>-40.2%</b>	<b>-40.2%</b>
	- heimisch	-24.0%	-24.0%
	- Drittländer	-16.2%	-16.2%
	<b>CH ETS</b>	<b>-24.5%</b>	
	- heimisch	-14.5%	<b>EU ETS (inkl. CH)</b> -30.4%
	- Drittländer	-10.0%	- heimisch -20.2%
			- Drittländer -10.2%
EU-27	<b>EU ETS</b>	<b>-30.4%</b>	
	- heimisch	-20.2%	
	- Drittländer	-10.2%	
	<b>Nicht ETS-Bereich</b>	<b>-20.7%</b>	<b>-20.7%</b>
	- heimisch	-12.0%	-12.0%
	- Drittländer	-8.6%	-8.6%
	<b>TOTAL</b>	<b>-24.8%</b>	<b>-24.8%</b>
	- heimisch	-15.5%	-15.5%
- Drittländer	-9.3%	-9.3%	
Restl. Industrieländer	<b>TOTAL (alles heimisch)</b>	-13.7%	-13.7%
Entwicklungsländer	<b>TOTAL</b>	keine	keine

**Tabelle 9-7: Minderungsziele für das Jahr 2020 i.Vgl. zu «BAU-Referenz»: Szenario B0**  
(höhere Minderungsziele aufgrund internationalem Klimaabkommen)

		Szenario B0	
		OHNE Verknüpfung	MIT Verknüpfung
<b>Minderungsziele im Jahr 2020 i. Vgl. zum «BAU - Referenz»</b>			
CH	<b>TOTAL</b>	<b>-35.7%</b>	<b>-35.7%</b>
	- heimisch	-19.9%	-19.9%
	- Drittländer	-15.8%	-15.8%
	<b>Nicht ETS-Bereich</b>	<b>-38.4%</b>	<b>-38.4%</b>
	- heimisch	-21.7%	-21.7%
	- Drittländer	-16.7%	-16.7%
	<b>CH ETS</b>	<b>-20.0%</b>	
	- heimisch	-9.4%	<b>EU ETS (inkl. CH)</b>
EU-27	- Drittländer	-10.6%	- heimisch -23.9%
	<b>EU ETS</b>	<b>-33.6%</b>	- Drittländer -9.7%
	- heimisch	-23.9%	
	- Drittländer	-9.7%	
	<b>Nicht ETS-Bereich</b>	<b>-22.6%</b>	<b>-22.6%</b>
	- heimisch	-14.2%	-14.2%
	- Drittländer	-8.4%	-8.4%
	<b>TOTAL</b>	<b>-27.3%</b>	<b>-27.3%</b>
Restl. Industrieländer	- heimisch	-18.3%	-18.3%
	- Drittländer	-9.0%	-9.0%
	<b>TOTAL (alles heimisch)</b>	<b>-17.5%</b>	<b>-17.5%</b>
Entwick- lungsländer	<b>TOTAL</b>	keine	keine

**Tabelle 9-8: Minderungsziele für das Jahr 2020 i.Vgl. zu «BAU tiefes Wachstum»: Szenario B1**  
(höhere Minderungsziele aufgrund internationalem Klimaabkommen)

		Szenario B1	
		OHNE Verknüpfung	MIT Verknüpfung
<b>Minderungsziele im Jahr 2020 i. Vgl. zum «BAU - tiefes Wachstum»</b>			
CH	<b>TOTAL</b>	<b>-34.8%</b>	<b>-34.8%</b>
	- heimisch	-18.7%	-18.7%
	- Drittländer	-16.0%	-16.0%
	<b>Nicht ETS-Bereich</b>	<b>-37.5%</b>	<b>-37.5%</b>
	- heimisch	-20.5%	-20.5%
	- Drittländer	-16.9%	-16.9%
	<b>CH ETS</b>	<b>-19.0%</b>	
	- heimisch	-8.2%	<b>EU ETS (inkl. CH)</b> -31.9%
	- Drittländer	-10.8%	- heimisch -22.0%
			- Drittländer -10.0%
EU-27	<b>EU ETS</b>	<b>-31.9%</b>	
	- heimisch	-22.0%	
	- Drittländer	-10.0%	
	<b>Nicht ETS-Bereich</b>	<b>-19.5%</b>	<b>-19.5%</b>
	- heimisch	-10.7%	-10.7%
	- Drittländer	-8.8%	-8.8%
	<b>TOTAL</b>	<b>-24.8%</b>	<b>-24.8%</b>
	- heimisch	-15.5%	-15.5%
- Drittländer	-9.3%	-9.3%	
Restl. Industrieländer	<b>TOTAL (alles heimisch)</b>	-14.4%	-14.4%
Entwick- lungsländer	<b>TOTAL</b>	keine	keine

**Tabelle 9-9: Minderungsziele für das Jahr 2020 i.Vgl. zu «BAU hohes Wachstum»: Szenario B2**  
(höhere Minderungsziele aufgrund internationalem Klimaabkommen)

		Szenario B2	
		OHNE Verknüpfung	MIT Verknüpfung
<b>Minderungsziele im Jahr 2020 i. Vgl. zum «BAU - hohes Wachstum»</b>			
CH	<b>TOTAL</b>	<b>-39.2%</b>	<b>-39.2%</b>
	- heimisch	-24.2%	-24.2%
	- Drittländer	-15.0%	-15.0%
	<b>Nicht ETS-Bereich</b>	<b>-41.7%</b>	<b>-41.7%</b>
	- heimisch	-25.9%	-25.9%
	- Drittländer	-15.8%	-15.8%
	<b>CH ETS</b>	<b>-24.0%</b>	
	- heimisch	-13.9%	<b>EU ETS (inkl. CH)</b> -35.1%
	- Drittländer	-10.1%	- heimisch -25.6%
			- Drittländer -9.5%
EU-27	<b>EU ETS</b>	<b>-35.1%</b>	
	- heimisch	-25.6%	
	- Drittländer	-9.5%	
	<b>Nicht ETS-Bereich</b>	<b>-25.5%</b>	<b>-25.5%</b>
	- heimisch	-17.4%	-17.4%
	- Drittländer	-8.1%	-8.1%
	<b>TOTAL</b>	<b>-29.5%</b>	<b>-29.5%</b>
	- heimisch	-20.8%	-20.8%
- Drittländer	-8.7%	-8.7%	
Restl. Industrieländer	<b>TOTAL (alles heimisch)</b>	-22.9%	-22.9%
Entwicklungs-länder	<b>TOTAL</b>	keine	keine

**Tabelle 9-10: Minderungsziele für das Jahr 2020 i.Vgl. zu 2005: Szenario C**  
(höhere einheimische Minderungsziele, kein CER-Handel)

		Szenario C	
		OHNE Verknüpfung	MIT Verknüpfung
<b>Minderungsziele im Jahr 2020 i. Vgl. zu 2005</b>			
CH	<b>TOTAL</b>	<b>-26.9%</b>	<b>-26.9%</b>
	- heimisch	-14.3%	-14.3%
	- Drittländer	-12.7%	-12.7%
	<b>Nicht ETS-Bereich</b>	<b>-28.7%</b>	<b>-28.7%</b>
	- heimisch	-15.0%	-15.0%
	- Drittländer	-13.7%	-13.7%
	<b>CH ETS</b>	<b>-17.0%</b>	
	- heimisch	-10.1%	<b>EU ETS (inkl. CH)</b> -21.0%
	- Drittländer	-6.8%	- heimisch -13.5%
			- Drittländer -7.5%
EU-27	<b>EU ETS</b>	<b>-21.0%</b>	
	- heimisch	-13.5%	
	- Drittländer	-7.5%	
	<b>Nicht ETS-Bereich</b>	<b>-10.0%</b>	<b>-10.0%</b>
	- heimisch	-5.5%	-5.5%
	- Drittländer	-4.5%	-4.5%
	<b>TOTAL</b>	<b>-14.6%</b>	<b>-14.6%</b>
Restl. Industrieländer	<b>TOTAL (alles heimisch)</b>	-7.3%	-7.3%
Entwicklungs-länder	<b>TOTAL</b>	keine	keine

**Tabelle 9-11: Minderungsziele für das Jahr 2020 i.Vgl. zu «BAU Referenz»: Szenario C0**  
(höhere einheimische Minderungsziele, kein CER-Handel)

		Szenario C0	
		OHNE Verknüpfung	MIT Verknüpfung
<b>Minderungsziele im Jahr 2020 i. Vgl. zum «BAU - Referenz»</b>			
CH	<b>TOTAL</b>	<b>-24.4%</b>	<b>-24.4%</b>
	- heimisch	-11.3%	-11.3%
	- Drittländer	-13.1%	-13.1%
	<b>Nicht ETS-Bereich</b>	<b>-26.5%</b>	<b>-26.5%</b>
	- heimisch	-12.4%	-12.4%
	- Drittländer	-14.1%	-14.1%
	<b>CH ETS</b>	<b>-12.0%</b>	
	- heimisch	-4.8%	<b>EU ETS (inkl. CH)</b> -24.7%
	- Drittländer	-7.3%	- heimisch -17.5%
			- Drittländer -7.2%
EU-27	<b>EU ETS</b>	<b>-24.7%</b>	
	- heimisch	-17.5%	
	- Drittländer	-7.2%	
	<b>Nicht ETS-Bereich</b>	<b>-12.2%</b>	<b>-12.2%</b>
	- heimisch	-7.8%	-7.8%
	- Drittländer	-4.4%	-4.4%
	<b>TOTAL</b>	<b>-17.5%</b>	<b>-17.5%</b>
	- heimisch	-11.9%	-11.9%
- Drittländer	-5.6%	-5.6%	
Restl. Industrieländer	<b>TOTAL (alles heimisch)</b>	-11.4%	-11.4%
Entwicklungs-länder	<b>TOTAL</b>	keine	keine

**Tabelle 9-12: Minderungsziele für das Jahr 2020 i.Vgl. zu «BAU tiefes Wachstum»: Szenario C1**  
(höhere einheimische Minderungsziele, kein CER-Handel)

		Szenario C1	
		OHNE Verknüpfung	MIT Verknüpfung
<b>Minderungsziele im Jahr 2020 i. Vgl. zum «BAU - tiefes Wachstum»</b>			
CH	<b>TOTAL</b>	<b>-23.2%</b>	<b>-23.2%</b>
	- heimisch	-10.0%	-10.0%
	- Drittländer	-13.3%	-13.3%
	<b>Nicht ETS-Bereich</b>	<b>-25.4%</b>	<b>-25.4%</b>
	- heimisch	-11.1%	-11.1%
	- Drittländer	-14.3%	-14.3%
	<b>CH ETS</b>	<b>-10.9%</b>	
	- heimisch	-3.5%	<b>EU ETS (inkl. CH)</b> -22.8%
	- Drittländer	-7.3%	- heimisch -15.4%
EU-27	<b>EU ETS</b>	<b>-22.8%</b>	- Drittländer -7.4%
	- heimisch	-15.4%	
	- Drittländer	-7.4%	
	<b>Nicht ETS-Bereich</b>	<b>-8.6%</b>	<b>-8.6%</b>
	- heimisch	-4.0%	-4.0%
	- Drittländer	-4.6%	-4.6%
	<b>TOTAL</b>	<b>-14.7%</b>	<b>-14.7%</b>
	- heimisch	-8.9%	-8.9%
	- Drittländer	-5.8%	-5.8%
Restl. Industrieländer	<b>TOTAL (alles heimisch)</b>	-8.1%	-8.1%
Entwick- lungsländer	<b>TOTAL</b>	keine	keine

**Tabelle 9-13: Minderungsziele für das Jahr 2020 i.Vgl. zu «BAU hohes Wachstum»: Szenario C2**  
(höhere einheimische Minderungsziele, kein CER-Handel)

		Szenario C2	
		OHNE Verknüpfung	MIT Verknüpfung
<b>Minderungsziele im Jahr 2020 i. Vgl. zum «BAU - hohes Wachstum»</b>			
CH	<b>TOTAL</b>	<b>-28.4%</b>	<b>-28.4%</b>
	- heimisch	-16.0%	-16.0%
	- Drittländer	-12.4%	-12.4%
	<b>Nicht ETS-Bereich</b>	<b>-30.4%</b>	<b>-30.4%</b>
	- heimisch	-17.1%	-17.1%
	- Drittländer	-13.3%	-13.3%
	<b>CH ETS</b>	<b>-16.4%</b>	
	- heimisch	-9.5%	<b>EU ETS (inkl. CH)</b> -26.3%
	- Drittländer	-6.9%	- heimisch -19.3%
			- Drittländer -7.0%
EU-27	<b>EU ETS</b>	<b>-26.3%</b>	
	- heimisch	-19.3%	
	- Drittländer	-7.0%	
	<b>Nicht ETS-Bereich</b>	<b>-15.5%</b>	<b>-15.5%</b>
	- heimisch	-11.2%	-11.2%
	- Drittländer	-4.2%	-4.2%
	<b>TOTAL</b>	<b>-20.1%</b>	<b>-20.1%</b>
	- heimisch	-14.7%	-14.7%
- Drittländer	-5.4%	-5.4%	
Restl. Industrieländer	<b>TOTAL (alles heimisch)</b>	-17.2%	-17.2%
Entwick- lungsländer	<b>TOTAL</b>	keine	keine

## 10 Anhang C: Sensitivitätsanalyse

Im Rahmen der vorliegenden Sensitivitätsanalyse untersuchen wir den Einfluss veränderter Elastizitäten, welche im Gleichgewichtsmodell unterstellt wurden. Nicht untersucht wird der Einfluss der Modellstruktur (bspw. Nestung) und die Wahl des Basisszenarios «BAU» auf die Resultate, da eine solche Analyse mit grösserem Aufwand verbunden wäre. Der Einfluss unterschiedlicher «BAU»-Entwicklungen ist in Kapitel 4 dargestellt.

### Elastizitäten bestimmen Modellreaktionen

Das Zusammenspiel zwischen Preisen, Angebot und Nachfrage bestimmt in Gleichgewichtsmodellen die Wirkungen und Resultate. Elastizitäten geben an, wie stark Angebots- und Nachfragemengen auf eine Preisänderung reagieren. Im hier verwendeten Modell gibt es eine Vielzahl verschiedener Elastizitäten. Wir haben die Sensitivität für jene Elastizitäten geprüft, von denen man annehmen kann, dass sie für die vorliegenden Fragestellungen besonders wichtig sind. Es sind dies die wichtigsten energiebezogenen Substitutionselastizitäten<sup>21</sup>. Wir haben für die Armington- und die Energienachfrageelastizitäten (KLEM – Kapital-Arbeit-Energie-Vorleistungen, Kapital-Brennstoff-Elastizität und Treibstoff-Elastizität) zwei Sensitivitäten gerechnet, einmal mit halbiertem Wert und einmal mit einer Erhöhung der Elastizität um 50% für die Armingtonelastizitäten. Für die KLEM-Elastizitäten haben wir kurz- bis mittelfristige Elastizitäten unterstellt, d.h. hier haben wir nur untersucht, wie sich die Resultate verändern, wenn höhere, längerfristig geltende KLEM-Elastizitäten von +50% bzw. +100% angenommen würden. Die nachfolgende Tabelle 10-1 zeigt die Resultate der Sensitivitätsanalyse für das Hauptszenario A0.

### Armingtonelastizitäten – bei realistischer Bandbreite der Elastizitäten wenig Einfluss

Bei der Analyse der Armingtonelastizitäten haben wir jeweils die Substitutionselastizität zwischen den Importen und der heimischen Produktion<sup>22</sup> verschiedener Länder um die Hälfte reduziert und um 50% erhöht. Aus der Sensitivitätsanalyse für die Armingtonelastizitäten (Grenzvermeidungskosten für CO<sub>2</sub>, BIP und Wohlfahrt) ergeben sich für die Schweiz folgende Bandbreiten:

- CH ETS-Preis: von 27 bis 32 CHF/t CO<sub>2</sub>
- Grenzvermeidungskosten im Nicht-ETS-Bereich: von 247 bis 351 CHF/t CO<sub>2</sub>

---

<sup>21</sup> Substitutionselastizitäten haben eine zentrale Funktion in Gleichgewichtsmodellen, in denen die Reaktionen vorwiegend preisgetrieben sind. Sie geben an, um wie viel Prozent sich das Verhältnis der Nachfragemengen zweier Güter ändert, wenn sich das (umgekehrte) Preisverhältnis um ein Prozent ändert. Die Substitutionselastizität zwischen Kapital/Arbeit und Energie gibt also an, um wie viel Prozent die Kapital/Arbeit im Verhältnis zur nachgefragten Energiemenge steigt, wenn Energie gegenüber Kapital/Arbeit um ein Prozent teurer wird.

<sup>22</sup> Vgl. Armington (1969).

- BIP-Effekte: von -0.83% bis -0.94%
- Wohlfahrtseffekte: von -0.05% bis -0.29%

Die Wohlfahrt reagiert relativ am stärksten auf die Veränderung der Armingtonelastizität: Bei geringer Armingtonelastizitäten können die Importe nur schlechte durch heimisch Produktion (und umgekehrt) ersetzt werden. Das heisst, die Schweiz kann ihre Klimaschutzkosten in diesem Falle in vermehrten Mass auf die Handelspartnerländer überwälzen. Leidtragende wären unter dieser Annahme die Entwicklungsländer.

### **Energienachfrageelastizität – grosser Einfluss auf die Höhe der Grenzvermeidungskosten im Nicht-ETS-Bereich**

Je elastischer die Energienachfrage auf Preiserhöhungen bzw. Abgaben reagiert, desto niedriger sind die Grenzvermeidungskosten bei vorgegebenen Klimazielen. Dementsprechend führen deutlich höhere Elastizitäten zu tieferen ETS-Preisen bzw. Grenzvermeidungskosten und tiefere Elastizitäten (unelastischere Nachfrage) zu höheren ETS-Preisen bzw. Grenzvermeidungskosten. Die Bandbreite der Grenzvermeidungskosten im Nicht-ETS-Bereich liegt bei 185 bis 283 CHF/t CO<sub>2</sub> für das Szenario A0.

### **Energienachfrageelastizität – kleiner Einfluss auf den ETS-Preis**

Eine elastischere Energienachfrage hat wenig Einfluss auf den ETS-Preis. Dies aus zwei Gründen: Dass der Preis nicht stark fällt, ist darauf zurückzuführen, dass die ETS-Sektoren 40% bis 50% ihrer CO<sub>2</sub>-Minderung über den CDM-Markt erfüllen können. Das heisst, der ETS-Preis wird sich schon relativ schnell auf dem CER-Preis einfinden und danach bis zur Ausschöpfung der zugestandenen CDM-Mengen verharren. Erst wenn die CDM-Limite ausgeschöpft ist, wird der Preis weiter steigen.

### **Energienachfrageelastizität – Folgen für BIP und Wohlfahrt**

Änderungen in den Energienachfrageelastizitäten haben auch einen Einfluss auf BIP und Wohlfahrt. Mit steigenden KLEM-Elastizitäten sinken die BIP-Verluste marginal. Hingegen steigen die Wohlfahrtsverluste. Dies lässt sich dadurch erklären, dass bei steigenden Elastizitäten die Überwälzung der heimischen Klimakosten über die Veränderung der realen Wechselkurse eingeschränkt wird – die heimischen Wohlfahrtsverluste also steigen.

**Tabelle 10-1: Sensitivitätsanalyse: Veränderte Annahmen zu den Armingtonelastizitäten und den KLEM-Elastizitäten**

Verknüpfung...	Hauptszenario A0		Armingtonelastizitäten -50%		Armingtonelastizitäten +50%		KLEM-Elastizitäten +50%		KLEM-Elastizitäten +100%	
	OHNE	MIT	OHNE	MIT	OHNE	MIT	OHNE	MIT	OHNE	MIT
<b>CO2-Minderung 2020 i.Vgl. zu «BAU»</b>										
CH ETS	-6.7%	-3.4%	für alle gelten dieselben Minderungsziele (vgl. Spalte links)							
Non-ETS	-16.2%									
EU ETS	-19.4%									
Non-ETS	-9.0%									
Restliche Industrieländer (alle Sektoren)	-11.4%									
<b>ETS-Preis / Grenzvermeidungskosten im Non-ETS [CHF, 2009]</b>										
CH ETS-Preis	30	16	27	16	32	15	27	14	25	13
Non-ETS: Grenzvermeidungskosten	283		351		247		222		185	
EU ETS-Preis	16		16		15		14		13	
Non-ETS: Grenzvermeidungskosten	82		87		79		70		63	
Restliche Industrieländer: Grenzvermeidungskosten	11		12		11		11		11	
<b>BIP-Effekte i.Vgl. zu «BAU»</b>										
CH	-0.88%	-0.88%	-0.94%	-0.94%	-0.83%	-0.83%	-0.76%	-0.76%	-0.69%	-0.69%
EU	-0.34%		-0.32%		-0.34%		-0.32%		-0.31%	
Restliche Industrieländer	-0.12%		-0.13%		-0.12%		-0.11%		-0.10%	
<b>Wohlfahrtseffekte i.Vgl. zu «BAU»</b>										
CH	-0.22%	-0.22%	-0.05%	-0.05%	-0.29%	-0.29%	-0.30%	-0.30%	-0.35%	-0.35%
EU	-0.05%		0.00%		-0.07%		-0.11%		-0.15%	
Restliche Industrieländer	-0.07%		-0.07%		-0.07%		-0.07%		-0.07%	
<b>Strukturelle Effekte der ETS-Sektoren i.Vgl. zu «BAU» (Veränderung des Outputniveaus)</b>										
<b>CH</b>										
Chemie	-0.4%	-0.3%	-0.8%	-0.7%	-0.2%	0.0%	-0.7%	-0.6%	-0.9%	-0.8%
Eisen&Stahl	-0.2%	-0.1%	-0.5%	-0.4%	0.1%	0.3%	-0.2%	-0.1%	-0.2%	-0.1%
Nicht-Eisen-Metalle	-0.7%	-0.7%	-1.2%	-1.2%	-0.2%	-0.2%	-0.8%	-0.8%	-0.8%	-0.8%
Nicht metallische Mineralien	0.0%	0.2%	-0.1%	0.0%	0.1%	0.4%	0.0%	0.1%	-0.1%	0.1%
Papier	-1.2%	-0.9%	-0.9%	-0.7%	-2.2%	-1.4%	-1.2%	-0.8%	-1.1%	-0.7%
<b>EU</b>										
Chemie	-0.3%	-0.3%	-0.3%	-0.3%	-0.3%	-0.3%	-0.4%	-0.4%	-0.5%	-0.5%
Eisen&Stahl	-0.6%	-0.6%	-0.5%	-0.5%	-0.9%	-0.9%	-0.7%	-0.7%	-0.7%	-0.7%
Nicht-Eisen-Metalle	-0.9%	-0.9%	-0.8%	-0.8%	-1.2%	-1.2%	-1.1%	-1.1%	-1.1%	-1.1%
Nicht metallische Mineralien	-0.3%	-0.3%	-0.3%	-0.3%	-0.4%	-0.4%	-0.4%	-0.4%	-0.5%	-0.5%
Papier	-0.2%	-0.2%	-0.2%	-0.2%	-0.2%	-0.2%	-0.2%	-0.2%	-0.3%	-0.3%

## Literaturverzeichnis

Armington P.S. (1969)

A Theory of Demand for Producers Distinguished by Place of Production. IMF Staff Papers. 1969, 16, 159-178.

Badri Narayanan G. and Terrie L. Walmsley, Editors (2008)

Global Trade, Assistance, and Production: The GTAP 7 Data Base, Center for Global Trade Analysis, Purdue University.

Bernard, A., Vielle, M. (2009)

Assessment of European Union transition scenarios with a special focus on the issue of carbon leakage. Energy Economics 31, S274–S284.

BFS (2008)

www.bfs.admin.ch, Entwicklung gemäss A-00-2009.

Böhringer Christoph, Rutherford Thomas F. (2008)

The Cost of Compliance: A CGE Assessment of Canada's Policy Options under the Kyoto Protocol. Version April 2008. Oldenburg und Zürich.

Böhringer Christoph, Rutherford Thomas F., Tol Richard S.J. (2009)

The EU 20/20/2020 targets: An overview of the EMF22 assessment. Energy Economics 31, S268–S273.

Böhringer Christoph (2010)

1990 bis 2010: Eine Bestandesaufnahme von zwei Jahrzehnten Europäischer Klimapolitik. In: Perspektiven der Wirtschaftspolitik 2010 11.

Böhringer Christoph, Lange Andreas (2008)

On the Design of Optimal Grandfathering Schemes for Emission Allowances. ZEW Discussion Paper No. 03-08.

Ecoplan (2008)

Volkswirtschaftliche Auswirkungen von CO<sub>2</sub>-Abgaben und Emissionshandel für das Jahr 2020. Analyse der volkswirtschaftlichen Auswirkungen mit Hilfe eines allgemeinen Mehrländer-Gleichgewichtsmodell. Studie im Auftrag des Bafu. Bern.

Ecoplan (2009)

Volkswirtschaftliche Auswirkungen der Schweizer Post-Kyoto-Politik. Analyse mit einem dynamischen Gleichgewichtsmodell für die Schweiz. Studie im Auftrag des Bafu. Bern.

Europäische Gemeinschaften (2009)

EU-Massnahmen gegen den Klimawandel. Das Emissionshandelssystem der EU. Ausgabe 2009.

Europäische Gemeinschaften (2009)

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.

Europäische Union (2008)

Memo/08/35, Fragen und Antworten zu dem Vorschlag der Kommission für eine Überarbeitung des EU-Emissionshandelssystems.

First Climate/Econability (2009)

Studie Schweizer Emissionshandelssystem nach 2012: Auswirkungen für die Wirtschaft, im Auftrage des BAFU/SECO.

Okagawa A. und Ban K. (2008)

Estimation of substitution elasticities for CGE models. Discussion Paper 08-16.

Sceia André, Thalmann Philippe, Vielle Marc, EPFL (2009)

Assessment of the economic impacts of the revision of the Swiss CO<sub>2</sub> law with a hybrid model. Studie im Auftrag des Bafu. Lausanne.

UVEK (2007)

Klimabericht, Bericht des UVEK über die zukünftige Klimapolitik der Schweiz.

World Bank (2009)

World Economic Outlook, October 2009