

# **Volkswirtschaftliche Auswirkungen der Schweizer Post-Kyoto-Politik**

**Analyse mit einem dynamischen Gleichgewichtsmodell für die Schweiz**

im Auftrag des Bundesamts für Umwelt

**19. August 2009**

**Schlussbericht**

# Impressum

## Empfohlene Zitierweise

Autor: Ecoplan  
Titel: Volkswirtschaftliche Auswirkungen der Schweizer Post-Kyoto-Politik  
Untertitel: Analyse mit einem Gleichgewichtsmodell für die Schweiz  
Auftraggeber: BAFU - Bundesamt für Umwelt  
Ort: Bern  
Jahr: 2009  
Bezug: BAFU

## Begleitgruppe

Andrea Burkhardt, BAFU, Projektleitung  
Jacqueline Hug, BAFU  
Thomas Bucheli, BAFU  
Lukas Gutzwiller, BFE  
Thomas Roth, SECO  
Michael Schuler, EFV

## Projektteam Ecoplan

André Müller (Projektleiter)  
Renger van Nieuwkoop (Modellierung)

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)

## Korrigenda

Ecoplan hat im Auftrag des Bafu im Jahre 2009 die hier vorliegende Studie zu den volkswirtschaftlichen Auswirkungen der Schweizer Post-Kyoto-Politik erarbeitet. Die Erkenntnisse dieser Studie sind in die bundesrätliche Botschaft zur Revision des CO<sub>2</sub>-Gesetzes vom 26. August 2009 eingeflossen.

Im Rahmen von Arbeiten für die Simulation von weiteren Szenarien, hat Ecoplan im Januar 2010 einen Fehler in der Parametrisierung entdeckt (eine Substitutionselastizität bei den Treibstoffen wurde falsch angesetzt). Ecoplan hat umgehend das Bafu informiert und stellt mit der vorliegenden Korrigenda die Resultate richtig.

- **Die Resultate für die beiden Hauptszenarien «BR -20%» und «BR -30%» verändern sich kaum. Die Aussagen zu diesen Szenarien behalten ihre Gültigkeit.** Sowohl bei CO<sub>2</sub>-Abgabehöhe, wie BIP- und Wohlfahrtseffekte wirkt sich der Parametrisierungsfehler für diese Szenarien nicht nennenswert aus.
- **Der Parametrisierungsfehler wirkt sich aber auf das Szenario «Klimainitiative» aus:** Die CO<sub>2</sub>-Abgabe ist deutlich höher und auch die Wohlfahrtseffekte sind negativer, wie die nachfolgende tabellarische Zusammenstellung zeigt. Die Auswirkungen auf die einzelnen Haushaltgruppen sind ebenfalls negativer als in Grafik 4-6 gezeigt: Für die erwerbstätigen Haushalte und die ärmsten Rentnerhaushalte ca. -0.35% negativer als in Grafik 4-6 gezeigt (für die reicheren Rentnerhaushalte ändert sich in Grafik 4-6 nichts Wesentliches). Bei den Auswirkungen auf die Branchen weisen insbesondere die relativ energieintensiven Nicht-ETS-Sektoren grössere Umsatzeinbussen auf: zusätzliche -3% bis -6% für die Metall-, Maschinen-, Apparateindustrie, die restlichen Industriesektoren und das Transportgewerbe.

Rahmenentwicklung gemäss «BAU» (Klima ohne Erwärmung, Ölpreis 55 US\$/Fass)			
	FALSCH: Bericht 2009		RICHTIG: Korrigenda
	Szenario «Klimainitiative»		Szenario «Klimainitiative»
<b>Abgabehöhe / ETS-Preis (Tabelle 3 in der Kurzfassung)</b>			
ETS	44		46
CO <sub>2</sub> -Abgabe [CHF/t CO <sub>2</sub> ]	245		325
<b>Auswirkungen auf das BIP (Tabelle 4 in der Kurzfassung)</b>			
BIP-Niveau-Effekt i.Vgl. zu «BAU» im Jahr 2020	-2.04%		-2.35%
Zusätzlicher BIP-Niveau-Effekt ab 2010 i.Vgl. zu «BAU» im Jahr 2020	-1.75%		-2.08%
Veränderung der jährlichen BIP-Wachstumsrate ab 2010 bis 2020	-0.18%		-0.21%
<b>Auswirkungen auf die Wohlfahrt (Tabelle 5 in der Kurzfassung)</b>			
Wohlfahrts-Niveaueffekt	-0.83%		-1.17%

**Korrigierte Werte für das Szenario «Klimainitiative» bei alternativer «BAU»-Entwicklung:**

Beim «BAU» mit unterstellter *Klimaerwärmung* ergibt sich eine korrigierte CO<sub>2</sub>-Abgabe von 302 CHF/t CO<sub>2</sub> (anstelle der 227 CHF/t CO<sub>2</sub> in Tabelle 4-1). Die BIP- und Wohlfahrtseffekte fallen aufgrund der höheren Abgabe negativer aus, vgl. nachfolgende Tabelle.

Rahmenentwicklung gemäss «BAU» (Klima mit Erwärmung, Ölpreis 55 US\$/Fass)			
	FALSCH: Bericht 2009		RICHTIG: Korrigenda
	Szenario «Klimainitiative»		Szenario «Klimainitiative»
Abgabehöhe / ETS-Preis (Tabelle 4-1)			
ETS	43		45
CO <sub>2</sub> -Abgabe [CHF/t CO <sub>2</sub> ]	227		302
Auswirkungen auf das BIP (Tabelle 4-2)			
BIP-Niveau-Effekt i.Vgl. zu «BAU» im Jahr 2020	-1.93%		-2.23%
Zusätzlicher BIP-Niveau-Effekt ab 2010 i.Vgl. zu «BAU» im Jahr 2020	-1.66%		-1.98%
Veränderung der jährlichen BIP-Wachstumsrate ab 2010 bis 2020	-0.17%		-0.20%
Auswirkungen auf die Wohlfahrt (Tabelle 4-4)			
Wohlfahrts-Niveaueffekt	-0.75%		-1.10%

Beim «BAU» mit einem *höheren Ölpreis* von 100 US\$/Fass ergibt sich eine korrigierte CO<sub>2</sub>-Abgabe von 212 CHF/t CO<sub>2</sub> (anstelle der 162 CHF/t CO<sub>2</sub> in Tabelle 4-1). Beim ETS-Preis ändert sich nichts Wesentliches.

Rahmenentwicklung gemäss «BAU» (Ölpreis steigt auf 100 US\$/Fass)			
	FALSCH: Bericht 2009		RICHTIG: Korrigenda
	Szenario «Klimainitiative»		Szenario «Klimainitiative»
Abgabehöhe / ETS-Preis (Tabelle 4-1)			
ETS	40		43
CO <sub>2</sub> -Abgabe [CHF/t CO <sub>2</sub> ]	162		212

Ecoplan entschuldigt sich für diesen Fehler.

Bern, Februar 2010

# Inhaltsverzeichnis

	<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>1</b>
	<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>3</b>
	<b>Glossar</b> .....	<b>4</b>
	<b>Kurzfassung</b> .....	<b>7</b>
<b>1</b>	<b>Einleitung und Fragestellung</b> .....	<b>17</b>
<b>2</b>	<b>Szenarien der Schweizer Post-Kyoto-Politik</b> .....	<b>20</b>
2.1	Basisszenario «BAU» .....	20
2.2	Alternative Annahmen: Klima mit Erwärmung, Ölpreis höher.....	23
2.3	Szenarien «BR -20%», «BR -30%», «Klimainitiative» .....	24
2.4	Die Szenarien im Überblick.....	29
<b>3</b>	<b>Das Gleichgewichtsmodell im Überblick</b> .....	<b>30</b>
3.1	Das Modell .....	30
3.2	Daten und Parametrisierung .....	34
3.3	Gesamtwirtschaftliche Grenzvermeidungskosten des Modells .....	36
<b>4</b>	<b>Auswirkungen der klimapolitischen Szenarien</b> .....	<b>38</b>
4.1	Abgabehöhe und ETS-Preise .....	38
4.2	Auswirkungen auf die Wirtschaft.....	44
4.2.1	BIP.....	44
4.2.2	Aussenhandelseffekte für die Schweiz .....	47
4.2.3	Struktureffekte .....	52
4.2.4	Löhne und Beschäftigung .....	54
4.2.5	Auswirkungen auf die öffentliche Hand.....	54
4.3	Wohlfahrt und Verteilungswirkung .....	57
4.3.1	Wohlfahrtswirkung.....	57
4.3.2	Verteilungswirkung.....	59
4.3.3	Sekundärnutzen klimapolitischer Massnahmen.....	66
<b>5</b>	<b>Sensitivitätsanalyse</b> .....	<b>72</b>
<b>6</b>	<b>Schlussfolgerungen</b> .....	<b>76</b>
<b>7</b>	<b>Anhang A – Modellparametrisierung und Resultattabellen</b> .....	<b>81</b>

---

7.1	Daten und Parametrisierung .....	81
7.2	Herleitung des Basisszenarios «BAU» .....	82
7.3	Ziele der Szenarien «BR -20%», «BR -30%», «Klimainitiative» .....	94
7.4	Detailresultate .....	96
7.5	Externe Kosten - Sekundärnutzen .....	97
7.6	Umrechnungsfaktoren .....	99
7.7	Energieeinsparung der klimapolitischen Szenarien .....	99
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>101</b>

## Abkürzungsverzeichnis

\$ oder US\$	US Dollar
AHV	Alters- und Hinterlassenenversicherung
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 Emissionszertifikate aus CDM-Projekten)
CES	Constant Elasticity of Substitution
CHF	Schweizer Franken
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 Emissionszertifikate des EU-ETS)
EU-ETS	EU Emission Trading Scheme
EU	Europäische Union
GJ	Gigajoule
GuD	Gas- und Dampf-Kraftwerk
HGT	Heizgradtage
IOT	Input-Output-Tabelle
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
JI	Joint Implementation
KKW	Kernkraftwerk
Mio.	Millionen
Mrd.	Milliarden
NOGA	NOmenclature Générale des Activités économiques
SECO	Staatssekretariat für Wirtschaft
t	Tonne
THG	Treibhausgase
TJ	Terajoule
VÄ	Vollzeitäquivalent

## 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 Emissionszertifikate (→CER) erlangen, die ihren nationalen Emissionszielen angerechnet werden.
CER - Certified Emission Reductions	Mit der erfolgreichen Realisierung von →CDM-Projekten erlangen Projektbetreiber handelbare Emissionszertifikate. 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 Minderung 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.
Klimalenkungsabgabe (CO <sub>2</sub> -Abgabe)	Im Gegensatz zu einer Steuer verfolgt der Staat mit der Erhebung einer Lenkungsabgabe nicht das Ziel, zusätzliche Einnahmen zu generieren. Mit der Erhebung einer Lenkungsabgabe wird der Preis eines unerwünschten Verhaltens verteuert. Damit schafft der Staat für die Abgabepflichtigen einen Anreiz, dieses unerwünschte Verhalten einzustellen oder zu verringern.

---

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



## Kurzfassung

Das CO<sub>2</sub>-Gesetz, die gesetzliche Grundlage für die Schweizer Klimapolitik, muss auf Ende 2012 abgelöst werden. Die Zielsetzungen für die Zeit nach 2012 und die dafür notwendigen Instrumente sind in einem nationalen Gesetz zu regeln (Post-Kyoto-Politik). Der Bundesrat hat an seiner Sitzung vom 20. Februar 2008 zur weiteren Klimapolitik die Gesetzeserarbeitung für die Zeit nach 2012 in die Wege geleitet. Die Schweiz soll sich dabei an den Reduktionszielen der EU orientieren. Diese will bis 2020 ihre Treibhausgase um mindestens 20% verringern. Wenn ein internationales Abkommen zustande kommt, will die EU gar eine Reduktionsverpflichtung von -30% eingehen. Der Bundesrat hat in einer Vernehmlassung zur Revision des CO<sub>2</sub>-Gesetzes verschiedene Instrumente zur Diskussion gestellt. Der Bundesrat hat am 6.5.2009 die Eckpunkte der CO<sub>2</sub>-Gesetzesrevision festgehalten und wird dem Parlament nach den Sommerferien 2009 eine Botschaft zur Revision des CO<sub>2</sub>-Gesetzes vorlegen.

### Fragestellung

Im Rahmen der vorliegenden Studie sollen die volkswirtschaftlichen Auswirkungen des vom Bundesrat dem Parlament vorgelegten Post-Kyoto-Massnahmenpakets und einer weiteren Variante, die an die Klimainitiative angelehnt ist, abgeschätzt werden. Folgende Fragen stehen im Vordergrund:

- Wie hoch müsste die CO<sub>2</sub>-Abgabe sein, damit die in den verschiedenen Szenarien anvisierte CO<sub>2</sub>-Reduktion erreicht werden kann?
- Welche Auswirkungen auf die Wirtschaft insgesamt (BIP) und auf die einzelnen Wirtschaftsbranchen hat das Post-Kyoto-Massnahmenpaket?
- Wie sind die Haushalte davon betroffen (Wohlfahrts- und Verteilungseffekte)?
- Wie gross sind die positiven Nebeneffekte (Sekundärnutzen)?

### Methodik und Grenzen der Studie

Die Analyse wird mit einem berechenbaren dynamischen Einländer-Gleichgewichtsmodell (vgl. Kasten) durchgeführt. Mit diesem Modell lassen sich insbesondere preisliche Instrumente, wie eine CO<sub>2</sub>-Abgabe, analysieren. Da es sich um ein Einländermodell (mit Armingtonformulierung des Aussenhandels) handelt, werden die Terms-of-Trade-Effekte unter der Annahme berechnet, dass das Ausland keine weiteren klimapolitischen Massnahmen ergreift. Dadurch werden die sektoralen Struktureffekte tendenziell überschätzt und die Höhe der CO<sub>2</sub>-Abgabe tendenziell unterschätzt. Das Modell ist weniger geeignet, um Förderungsmaßnahmen (Subventionierung einzelner Technologien) oder eine Verschärfung von Standards (bspw. Wärmebedarfsstandards) zu untersuchen.

Mit den vorliegenden Modellberechnungen werden die Nutzen einer griffigen globalen Klimapolitik nicht berücksichtigt.<sup>1</sup> Die Sekundärnutzen der Schweizer Klimapolitik werden ebenfalls nicht im Modell berechnet, sondern nachträglich auf Basis des Verbrauchsrückgangs an fossilen Energieträgern abgeschätzt.

#### **Berechenbares dynamisches Einländer-Gleichgewichtsmodell**

Zur Beantwortung der Fragen wurde ein dynamisches Einländer-Modell für die Schweiz eingesetzt. Die sektorale Disaggregation umfasst 5 Energie- und 20 Nichtenergiesektoren. Einige der wichtigsten Mechanismen, die das Modell abbildet, sind:

- unterschiedliche Substitutionsmöglichkeiten zwischen Energieträgern,
- Strukturwandel aufgrund branchenspezifischer Unterschiede in Faktorintensitäten, dem Grad an Faktorsubstitutionsmöglichkeiten und Preiselastizitäten der Güternachfrage,
- preisabhängige Substitutionsmöglichkeiten in Produktion und Konsum,
- detaillierte Kalibrierung auf ein vorgegebenes Basisszenario, sog. «BAU» (Referenzentwicklung)
- Unterscheidung in Sektoren, welche am Emission Trading Scheme (ETS) teilnehmen und Sektoren ausserhalb des ETS,
- Emissionsvorschriften für Neuwagen (der Effekt der Emissionsvorschrift wird exogen vorgegeben),
- Gebäudeprogramm (Subvention)

## **Die untersuchten Szenarien**

Aufbauend auf den bundesrätlichen Eckpunkten der CO<sub>2</sub>-Gesetzesrevision werden folgende drei Hauptszenarien im vorliegenden Bericht diskutiert, wobei sich der Bericht auf den Zeithorizont bis 2020 beschränkt.

### **1) «Szenario BR -20%»: Verbindliche Klimaziele ohne internationales Abkommen**

*Ziel Schweiz:* Der Ausstoss von Treibhausgasen soll bis 2020 um 20% und bis 2050 um 50% gesenkt werden (gemessen am Stand von 1990). Davon ist mindestens die Hälfte im Inland zu erbringen, wobei die zusätzlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen durch die fossile Stromerzeugung (GuD) zu berücksichtigen sind. Insgesamt ergibt sich ein Inlandziel von minus 11% im Vergleich zu 1990.

*Instrumente Schweiz:* CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brennstoffe, Emissionshandelssystem, Teilzweckbindung der CO<sub>2</sub>-Abgabe zugunsten von CO<sub>2</sub>-wirksamen Massnahmen bei Gebäuden, Festlegung von CO<sub>2</sub>-Emissionsvorschriften für neu immatrikulierte Personenwagen, Verpflichtung der Treibstoffimporteure, den CO<sub>2</sub>-Ausstoss eines Teils der eingeführten Menge fossiler Treibstoffe im In- oder Ausland zu kompensieren.

<sup>1</sup> Vgl. hierzu die Berichte des IPCC (2007), der OcCC (2003 und 2007) oder EcoPlan (2007c).

**2) «Szenario BR -30%»: Verbindliche Klimaziele mit internationalem Abkommen**

*Ziel Schweiz:* Der Ausstoss von Treibhausgasen soll bis 2020 um 30% und bis 2050 um 72% gesenkt werden (gemessen am Stand von 1990). Davon ist mindestens die Hälfte im Inland zu erbringen, wobei die zusätzlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen durch die fossile Stromerzeugung (GuD) zu berücksichtigen sind. Insgesamt ergibt sich ein Inlandziel von minus 16% im Vergleich zu 1990.

*Instrumente Schweiz:* dieselben wie im «Szenario BR -20%».

**3) «Szenario Klimainitiative»:**

*Ziel Schweiz:* Der Ausstoss von Treibhausgasen soll bis 2020 um 30% gesenkt werden (gemessen am Stand von 1990). Dabei soll grundsätzlich alles im Inland reduziert werden. Eine Ausnahme bilden die energieintensiven Betriebe, die den Handelsregeln im ETS unterstellt sind, die einen Zukauf von CDM-Zertifikaten zulassen.

*Instrumente Schweiz:* CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brenn- und Treibstoffe, Emissionshandelssystem, Teilzweckbindung der CO<sub>2</sub>-Abgabe zugunsten von CO<sub>2</sub>-wirksamen Massnahmen bei Gebäuden, Festlegung von CO<sub>2</sub>-Emissionsvorschriften für neu immatrikulierte Personenwagen.

Die nachfolgende Tabelle 1 zeigt die wichtigsten Annahmen zu den Szenarien im Überblick. Die Tabelle 2 zeigt die zentralen Annahmen zur unterstellten «BAU»-Entwicklung (BAU = Business as Usual, in unserem Fall entspricht dies der Entwicklung ohne klimapolitische Massnahmen). Damit abgeschätzt werden kann, wie sich ein Klima mit Erwärmung und ein höherer Ölpreis auf die Modellresultate auswirkt, wurden zusätzliche Berechnungen unter der Annahme einer moderaten Klimaerwärmung und eines Ölpreises, der bis 2020 auf 100 US\$/Fass steigt, durchgeführt.

Die Ergebnisse der Simulationen klimapolitischer Szenarien mit dem berechenbaren dynamischen Einländer-Gleichgewichtsmodell sind nicht als Prognose zu verstehen. Vielmehr lassen sich die ökonomischen und klimapolitischen Zusammenhänge anhand der Ergebnisse illustrieren. Zudem kann die ungefähre Grössenordnung der zugrunde liegenden mittelfristigen Effekte im Jahr 2020 eingeschätzt werden. Die in der Einleitung gestellten Fragen können wir aufgrund der vorliegenden Arbeit wie folgt beantworten:

Tabelle 1: Die Szenarien im Überblick

	Szenarien		
	«BR -20%»	«BR -30%»	«Klimainitiative»
<b>CO<sub>2</sub>-Reduktionsziele bis 2020</b>			
Total i.Vgl. zu 1990	-20%, davon min. die Hälfte im Inland	-30%, davon min. die Hälfte im Inland	-30%, davon (fast) alles im Inland
- ETS-Bereich i.Vgl. zu 2008/2012	-13%, davon 60% im Inland	-21%, davon 50% im Inland	-21%, davon 50% im Inland
- Brennstoffe i.Vgl. zu 1990	-25%, alles im Inland	-35%, alles im Inland	-37%, davon alles im Inland
- Treibstoffe i.Vgl. zu 1990	-25%, keine Inlandziele	-40%, keine Inlandziele	
<b>Instrumente</b>			
ETS	Schweizer Emissionshandelssystem (ohne Verknüpfung mit dem EU-ETS)		
CO <sub>2</sub> -Abgabe	CO <sub>2</sub> -Abgabe nur auf Brennstoffen		CO <sub>2</sub> -Abgabe auf Brenn- und Treibstoffen
CO <sub>2</sub> -wirksame Massnahmen im Gebäudebereich	Subvention von energetischen Gebäudesanierungen im Umfang von 200 Mio. CHF/Jahr von 2013 bis 2020, finanziert aus CO <sub>2</sub> -Abgabe		
Emissionsvorschriften Neuwagen	Einführung von Emissionsvorschriften bei Neuwagen (angelehnt an die EU-Regelung)		
Finanzierungsabgabe Treibstoff	Abgabe auf Treibstoffen zur Finanzierung ausländischer Zertifikate (CDM-Markt)		

Tabelle 2: Annahmen zum «BAU» und alternative Annahmen zur Klimaerwärmung und zum Ölpreis

	Alternative Annahmen zur Klimaerwärmung und zum Ölpreis		
	«BAU»	«BAU Klimaerwärmung»	«BAU», Ölpreis auf 100 US\$
BIP-Entwicklung	Zunahme um +24% bis 2020 gegenüber 2005 (gemäss SECO)		
Bevölkerungsentwicklung	Zunahme um +10% bis 2020 gegenüber 2005 (gemäss Bevölkerungsszenario Trend 2005/09 des BFS)		
Klima	ohne Erwärmung (i.Vgl. zur Periode 1970 bis 1992)	mit Erwärmung um +2°C bis 2050, entspricht +0.6°C bis 2020	ohne Erwärmung (i.Vgl. zur Periode 1970 bis 1992)
Ölpreis	55 US\$/Fass (Preis 2005)	55 US\$/Fass (Preis 2005)	linear zunehmend auf 100 US\$/Fass bis 2020 (Preis 2005)

## Abgabehöhe und ETS-Preis

### Höhe der CO<sub>2</sub>-Abgabe

Die zur Zielerreichung notwendige CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brennstoffe beträgt für das Szenario «BR -20%» 113 CHF/t CO<sub>2</sub> (entspricht 30 Rp./Liter Heizöl EL). Dies unter der Annahme einer Rahmentwicklung gemäss «BAU» und unter Einführung eines Gebäudeprogramms, das ab 2013 die energetische Gebäudesanierung mit jährlich 200 Mio. CHF subventioniert. Wird das Ziel mit dem Szenario «BR -30%» verschärft, so muss auch die CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brennstoffe höher – nämlich auf 181 CHF/t CO<sub>2</sub> (entspricht 48 Rp./Liter Heizöl EL) – angesetzt werden. Die nötige CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brenn- und Treibstoffe für das Szenario «Klimainitiative» berechnet sich unter dem gegebenen Bauszenario «BAU» auf 245 CHF/t CO<sub>2</sub> (entspricht 65 Rp./Liter Heizöl EL oder 48 Rp./Liter Benzin).

Wie die Konsumenten und Produzenten auf die künftige Abgabe reagieren, kann nur aus Vergangenheitsinformationen abgeschätzt werden. Ob diese in der Vergangenheit festgestellte Reaktion auch für die Zukunft angewendet werden kann, ist zumindest mit einer gewissen Unsicherheit versehen. Diese Unsicherheit führt dazu, dass die oben dargelegten Werte für die CO<sub>2</sub>-Abgabe mit einer Bandbreite von rund +/- 30% zu versehen sind.

Auch eine Änderung beim unterstellten Basisszenario («BAU» - Business as Usual) hat einen grossen Einfluss auf die Höhe der CO<sub>2</sub>-Abgabe. Gehen wir davon aus, dass sich das Klima bis zum Jahr 2050 um 2 °C – oder 0.6 °C bis 2020 – erwärmt, könnte die Abgabe rund 10% tiefer angesetzt werden, weil die Winter weniger kalt sind und weniger geheizt werden muss. Auch eine Ölpreiserhöhung (bspw. von 55 auf 100 US\$/Fass) hat eine massive Reduktion der CO<sub>2</sub>-Abgabe zur Folge: Der höhere Ölpreis hebt den Endkonsumentenpreis um rund 60%, was einem ähnlichen Preissignal wie bei einer CO<sub>2</sub>-Abgabe entspricht. Die Endkonsumenten werden aufgrund der höheren Preise Energie einsparen. Bei einer Ölpreiserhöhung von 55 auf 100 US\$/Fass könnte darum die CO<sub>2</sub>-Abgabe um rund 80 CHF/t CO<sub>2</sub> tiefer angesetzt werden. Insgesamt muss also angemerkt werden, dass die zur Erreichung der Ziele nötige CO<sub>2</sub>-Abgabe in ihrer Höhe nur mit Unsicherheiten abgeschätzt werden kann.

Weiter ist zu erwähnen, dass die Höhe der Abgabe auch davon abhängig ist, wie gross die Anstrengungen zur CO<sub>2</sub>-Minderung im Ausland sind. Je ambitionierter die CO<sub>2</sub>-Massnahmen des Auslands sind, desto höher muss die CO<sub>2</sub>-Abgabe in der Schweiz ausfallen. Allein dieser „ausländische“ Einfluss kann dazu führen, dass die CO<sub>2</sub>-Abgabe um rund 30 CHF/t CO<sub>2</sub> anzuheben wäre.

**Tabelle 3: CO<sub>2</sub>-Minderungsziele, CO<sub>2</sub>-Abgabe, ETS-Preise im Jahr 2020 im Vergleich zu «BAU»**

Rahmenentwicklung gemäss «BAU» (Klima ohne Erwärmung, Ölpreis 55 US\$/Fass)			
	Szenario		
	«BR -20%»	«BR -30%»	«Klimainitiative»
<b>INLÄNDISCHE CO<sub>2</sub>-Reduktionsziele bis 2020 im Vergleich zu «BAU» *)</b>			
- ETS-Bereich	-4%	-6%	-6%
- Brennstoffe	-18%	-29%	-36%
- Treibstoffe	kein Inlandziel, Einkauf von ca. 3.5 Mio. t CO <sub>2</sub> auf CDM-Markt	kein Inlandziel, Einkauf von ca. 6 Mio. t CO <sub>2</sub> auf CDM-Markt	
<b>Abgabehöhe / ETS-Preis</b>			
ETS	40	42	44
CO <sub>2</sub> -Abgabe [CHF/t CO <sub>2</sub> ]	113	181	245
Finanzierungsabgabe Treibstoff [in % des Treibstoffpreises]	1%	2%	

\*) Hier sind nur die im Inland zu erreichenden Reduktionsziele aufgeführt, da diese für die Abgabehöhe entscheidend sind. Die gesamten CO<sub>2</sub>-Reduktionsziele sind in Tabelle 1 zu finden.

### Kompensationspflicht verteuert Treibstoffpreise nur unwesentlich

In den Szenarien «BR -20%» und «BR -30%» beschränkt sich die CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brennstoffe. Bei den Treibstoffen wird eine Abgabe erhoben, aus dessen Einnahmen der Zukauf von ausländischen CO<sub>2</sub>-Zertifikaten ermöglicht wird (Kompensationspflicht). Die dazu nötige Abgabe verteuert den Treibstoffpreis nicht mehr als 2%, hat also keinerlei Lenkungswirkung auf den Treibstoffverbrauch. Einzig die Einführung der an die EU angelehnten Emissionsvorschriften auf Neuwagen trägt dazu bei, dass der Treibstoffverbrauch im Inland im Vergleich zur BAU-Entwicklung reduziert wird.

### Moderater Preis für die Emissionsrechte im ETS

Der Preis für die Emissionsrechte im Schweizer ETS, das annahmegemäss nicht mit dem EU-ETS verknüpft ist, bleibt moderat und steigt nur wenig über den Preis auf dem CDM-Markt. Höhere ETS-Preise sind in der Schweiz dann zu erwarten, wenn im Basisszenario «BAU» die CO<sub>2</sub>-Emissionen nicht so stark abnehmen, wie es die Energieperspektiven des BFE berechnet haben.

### Auswirkungen auf die Wirtschaft

Die Auswirkungen auf die Wirtschaft sind bis zum Jahr 2020 moderat und verkraftbar – dies gilt insbesondere für die beiden Szenarien «BR -20%» und «BR -30%». Für diese beiden Szenarien ist aufgrund aller klimapolitischen Massnahmen (also inkl. der bereits in Kraft ge-



setzten Massnahmen, wie bspw. die bestehende CO<sub>2</sub>-Abgabe) mit einer BIP-Einbusse bis zum Jahr 2020 von -0.69% bzw. -0.94% zu rechnen. Gehen wir davon aus, dass diese bereits beschlossenen klimapolitischen Massnahmen (betrifft insbesondere die bereits beschlossene CO<sub>2</sub>-Abgabe) nicht zurückgenommen werden und wir nur an der Belastung der Wirtschaft durch die zusätzlichen klimapolitischen Massnahmen im Hinblick auf die Zielerreichung im Jahr 2020 interessiert sind, dann ergeben sich BIP-Einbussen von -0.40% im Szenario «BR -20%» und -0.65% im Szenario «BR -30%». Die jährliche BIP-Wachstumsrate würde sich damit zwischen den Jahren 2010 und 2020 von 1.58% (BIP-Wachstumsrate im «BAU») um -0.04% (Szenario «BR -20%») bzw. -0.07% (Szenario «BR -30%») verringern.

Im Szenario «Klimainitiative» liegt der BIP-Rückgang spürbar höher. Berücksichtigt man alle klimapolitischen Massnahmen, so liegt das BIP im Jahr 2020 -2.04% unter dem BIP des «BAU». Die Belastung der Wirtschaft der zusätzlichen Massnahmen zur Zielerreichung im Jahr 2020 führen zu einem BIP, das im Jahr 2020 -1.75% unter dem BIP des «BAU» liegt. Die jährliche BIP-Wachstumsrate würde sich damit zwischen den Jahren 2010 und 2020 von 1.58% (BIP-Wachstumsrate im «BAU») um spürbare -0.18% auf 1.4% verringern.

Die Bandbreite der oben genannten BIP-Werte dürfte aufgrund der nicht genau vorhersehbaren Reaktion von Konsumenten und Produzenten auf die Erhöhung der CO<sub>2</sub>-Abgabe etwa +/-20% betragen. Keinen wesentlichen Einfluss auf das Schweizer BIP hat die Klimapolitik unserer Handelspartnerländer, da sich die relativ verbesserte Wettbewerbsposition der Schweiz und der schrumpfende Exportmarkt gegenseitig ungefähr aufheben. Auch für die Auswirkungen auf das BIP gilt, dass diese abhängig sind von der unterstellten BAU-Entwicklung.

**Tabelle 4: Auswirkungen auf das BIP für das Jahr 2020 und als Veränderung der jährlichen BIP-Wachstumsrate ab 2010**

	Szenario		
	«BR -20%»	«BR -30%»	«Klimainitiative»
<b>Auswirkungen auf das BIP i.Vgl. zu «BAU» (Klima ohne Erwärmung, Ölpreis 55 US\$/Fass)</b>			
BIP-Niveau-Effekt i.Vgl. zu «BAU» im Jahr 2020	-0.69%	-0.94%	-2.04%
Zusätzlicher BIP-Niveau-Effekt ab 2010 i.Vgl. zu «BAU» im Jahr 2020	-0.40%	-0.65%	-1.75%
Veränderung der jährlichen BIP-Wachstumsrate ab 2010 bis 2020	-0.04%	-0.07%	-0.18%

## Aussenhandels- und Struktureffekte

Grössere Effekte auf Exporte und Importe sind nicht auszuschliessen, betreffen aber im Wesentlichen wenig export- und importsensible Sektoren. Die gesamtwirtschaftlichen Export- und Importänderungen im Vergleich zum «BAU» fallen daher moderat aus. Dies auch unter der Annahme, dass die Handelspartnerländer keine weiteren klimapolitischen Massnahmen umsetzen. Treffen unsere wichtigsten Handelspartnerländer (insbesondere die EU) vergleichbare klimapolitische Massnahmen wie die Schweiz, so werden die negativen Aussen-

handelseffekte geringer ausfallen. Nicht auszuschliessen ist auch eine relative Verbesserung der Wettbewerbsposition einzelner Sektoren.

Der Produktionsrückgang ist für einzelne, energieintensive Sektoren beträchtlich, er kann bis über 10% betragen. Allerdings ist zu beachten, dass der strukturelle Wandel in die gewünschte Richtung geht, also vor allem die energieintensiven Sektoren weniger produzieren und daher auch weniger Energie verbrauchen und CO<sub>2</sub> emittieren. Zu beachten ist auch, dass die stark betroffenen, energieintensiven Sektoren eher kleinere Sektoren sind.

## Wohlfahrtseffekte

Eine aktive, ambitionierte Klimapolitik ist nicht gratis: Die Schweiz muss in den beiden Szenarien «BR -20%» und «BR -30%» mit – quantitativ allerdings geringen und verkräftbaren – Wohlfahrtseinbussen rechnen: -0.36% im Szenario «BR -20%» und -0.58% im Szenario «BR -30%» (gilt für alle klimapolitischen Massnahmen im Hinblick auf die Zielerreichung für die Periode 2008/2012 und 2020, die ausgewiesenen Wohlfahrtseffekte betreffen also auch die bereits beschlossenen klimapolitischen Massnahmen im Hinblick auf die Zielerreichung 2008/2012). Die hier berechnete Wohlfahrt entspricht den Konsummöglichkeiten der Haushalte, d.h. der Konsum liegt -0.36% bis -0.58% tiefer als im Basisszenario «BAU». Im Szenario «Klimainitiative» ist die Wohlfahrtseinbusse von -0.83% zwar etwas höher, darf aber ebenfalls als verkräftbar bezeichnet werden: Der maximale Wohlfahrtsverlust entspricht etwa dem Wohlfahrtswachstum eines Jahres, oder anders formuliert: Die Schweiz setzt in den nächsten rund 15 bis 20 Jahren zugunsten des Klimas maximal einmal ein Wachstumsjahr aus.

**Tabelle 5: Wohlfahrtseffekte**

	Szenario		
	«BR -20%»	«BR -30%»	«Klimainitiative»
<b>Auswirkungen auf die Wohlfahrt i.Vgl. zu «BAU» (Klima ohne Erwärmung, Ölpreis 55 US\$/Fass)</b>			
Wohlfahrts-Niveaueffekt	-0.36%	-0.58%	-0.83%

## Verteilungseffekte

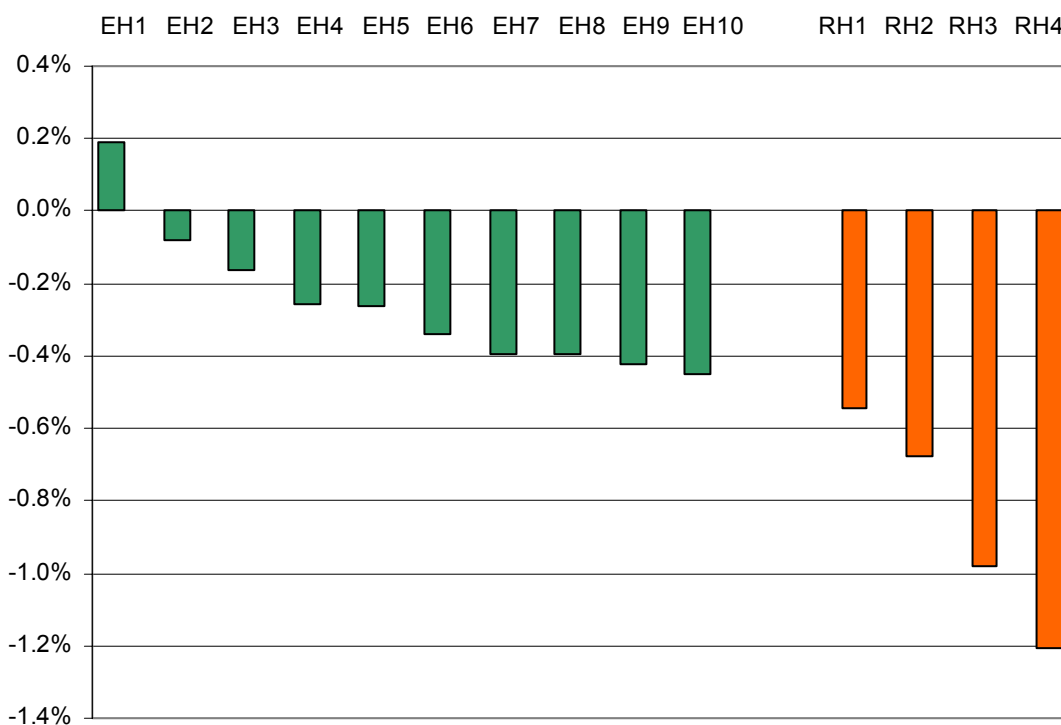
Auf Basis der Einkommens- und Verbrauchserhebung wurden für insgesamt 14 verschiedene Haushaltsgruppen – unterteilt nach 10 Gruppen erwerbstätige Haushalte (Dezile) und 4 Gruppen Rentnerhaushalte (Quartile) – die Einkommens- und Konsumprofile berechnet. Die Haushaltsgruppen unterscheiden sich nach ihrem Lebensstandard:

- von EH1 = „ärmste“ 10% der Erwerbshaushalte („ärmstes“ Dezil)
- bis EH10 = „reichste“ 10% der Erwerbshaushalte („reichstes“ Dezil)
- von RH1 = „ärmste“ 25% der Rentnerhaushalte („ärmstes“ Rentnerquartil)
- bis RH4 = „reichste“ 25% der Rentnerhaushalte („reichstes“ Rentnerquartil)

Die nachfolgende Grafik zeigt die Verteilungseffekte auf diese 14 Haushalte am Beispiel des Szenarios «BR -20%».

Die armen erwerbstätigen Haushalte werden trotz allgemeinem Wohlfahrtsverlust in allen drei Szenarien aufgrund der Pro-Kopf-Rückverteilung der CO<sub>2</sub>-Abgabe besser gestellt. Am stärksten betroffen sind die reichen Rentner: Die Wohlfahrtsverluste bewegen sich für einzelne Haushalte in den Szenarien «BR -20%» und «BR -30%» unter -2%. Im Szenario «Klimainitiative» sind maximale Wohlfahrtseinbussen von -3% zu erwarten. Die Wohlfahrtseinbussen sind verkraftbar, aber für einzelne Haushalte sicherlich spürbar: Für die reichsten Haushalte ist mit Einbussen von jährlich maximal -1'500 CHF (für das Szenario «BR»), -2'300 CHF (für das Szenario «BR -30%») bzw. -3'600 CHF (für das Szenario «Klimainitiative») zu rechnen.

**Grafik 1: Verteilungswirkung – Wohlfahrtsveränderung für „ärmere“ und „reichere“ Haushalte im Szenario «BR -20%» (Jahr 2020)**



### Sekundärnutzen

CO<sub>2</sub>-Minderungen im Inland führen gleichzeitig zur Minderung des Ausstosses anderer Schadstoffe, so dass klimapolitische Anstrengungen die externen Kosten ökonomischer Aktivitäten senken. Dieser positive, monetarisierbare Nebeneffekt kann die moderaten Wohlfahrtseinbussen in allen drei Szenarien zu rund 10% kompensieren.

Allein auf der Basis der vorliegenden Resultate darf aber keine Aussage über die Vorteilhaftigkeit unterschiedlicher Klimapolitiken gemacht werden, da die Nutzen des Klimaschutzes nicht berücksichtigt wurden. Negative Vorzeichen bei den Wohlfahrtseffekten bedeuten daher nicht, dass diese auch nach einer Berücksichtigung der Nutzen des Klimaschutzes Bestand hätten.



# 1 Einleitung und Fragestellung

Das CO<sub>2</sub>-Gesetz, die gesetzliche Grundlage für die Schweizer Klimapolitik, muss auf Ende 2012 abgelöst werden. Die Zielsetzungen für die Zeit nach 2012 und die dafür notwendigen Instrumente sind in einem nationalen Gesetz zu regeln (Post-Kyoto-Politik). Der Bundesrat hat an seiner Sitzung vom 20. Februar 2008 zur weiteren Klimapolitik die Gesetzeserarbeitung für die Zeit nach 2012 in die Wege geleitet. Die Schweiz soll sich dabei an den Reduktionszielen der EU orientieren. Diese will bis 2020 ihre Treibhausgase um mindestens 20 Prozent verringern. Wenn ein internationales Abkommen zustande kommt, will die EU gar eine Reduktionsverpflichtung von -30% eingehen. Der Bundesrat hat in der Vernehmlassungsvorlage zur Revision des CO<sub>2</sub>-Gesetzes vom 5.12.2008 verschiedene Instrumente zur Diskussion gestellt. Am 6. Mai 2009 hat der Bundesrat auf Basis der Vernehmlassungsergebnisse die Eckpunkte der Botschaft zur Revision des CO<sub>2</sub>-Gesetzes zuhanden des Parlaments festgelegt und kommuniziert:

- Ein verbindliches Ziel zur Reduktion der Treibhausgasemissionen, das sich an den Zielen der Europäischen Union orientiert. Der Ausstoss soll bis 2020 um mindestens 20% im Vergleich zu 1990 gesenkt werden. Die Botschaft zum revidierten CO<sub>2</sub>-Gesetz soll zudem die Strategie aufzeigen, wie auch ein höheres Reduktionsziel von 30% bis 2020 im Vergleich zu 1990 erreicht werden kann;
- Die Weiterführung der CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brennstoffe;
- Die Teilzweckbindung der CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brennstoffe in der Höhe von maximal 200 Mio. Franken pro Jahr, befristet bis 2020, zur Finanzierung von CO<sub>2</sub>-wirksamen Massnahmen im Gebäudebereich;
- Die Festlegung von CO<sub>2</sub>-Emissionsvorschriften für in der Schweiz neu immatrikulierte Personenwagen in Anlehnung an die Vorschriften der EU;
- Die Verpflichtung der Treibstoffimporteure, den CO<sub>2</sub>-Ausstoss eines Teils der eingeführten Menge fossiler Treibstoffe durch Massnahmen im In- oder Ausland zu kompensieren;
- Die Beibehaltung der subsidiären CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Treibstoffe im CO<sub>2</sub>-Gesetz. Solange die Reduktion der Treibhausgasemissionen mit anderen Massnahmen erreicht werden kann, wird jedoch auf die Einführung der CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Treibstoffe verzichtet;
- Die Beibehaltung und Ausweitung des nationalen Emissionshandelssystems im Hinblick auf eine Verknüpfung mit dem Emissionshandelssystem der EU (EU-ETS);
- Massnahmen zur Anpassung an den Klimawandel sind integraler Bestandteil der Klimapolitik des Bundes. Der Bund erhält im CO<sub>2</sub>-Gesetz die entsprechende Koordinationsfunktion zugewiesen.

Wegen der Behandlungsfristen der Klimainitiative muss der Bundesrat die Botschaft spätestens am 26. August 2009 zuhanden des Parlaments verabschieden.

Aufbauend auf den bundesrätlichen Eckpunkten der CO<sub>2</sub>-Gesetzesrevision werden folgende drei Hauptszenarien im vorliegenden Bericht diskutiert, wobei sich der Bericht auf den Zeithorizont bis 2020 beschränkt.

**1) «Szenario BR -20%»: Verbindliche Klimaziele ohne internationales Abkommen**

*Ziel Schweiz:* Der Ausstoss von Treibhausgasen soll bis 2020 um 20% und bis 2050 um 50% gesenkt werden (gemessen am Stand von 1990). Davon ist mindestens die Hälfte im Inland zu erbringen, wobei die zusätzlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen durch die fossile Stromerzeugung (GuD) zu berücksichtigen sind. Insgesamt ergibt sich ein Inlandziel von minus 11% im Vergleich zu 1990.

*Instrumente Schweiz:* CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brennstoffe, Emissionshandelssystem, Teilzweckbindung der CO<sub>2</sub>-Abgabe zugunsten von CO<sub>2</sub>-wirksamen Massnahmen bei Gebäuden, Festlegung von CO<sub>2</sub>-Emissionsvorschriften für neu immatrikulierte Personenwagen, Verpflichtung der Treibstoffimporteure, den CO<sub>2</sub>-Ausstoss eines Teils der eingeführten Menge fossiler Treibstoffe im In- oder Ausland zu kompensieren.

**2) «Szenario BR -30%»: Verbindliche Klimaziele mit internationalem Abkommen**

*Ziel Schweiz:* Der Ausstoss von Treibhausgasen soll bis 2020 um 30% und bis 2050 um 72% gesenkt werden (gemessen am Stand von 1990). Davon ist mindestens die Hälfte im Inland zu erbringen, wobei die zusätzlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen durch die fossile Stromerzeugung (GuD) zu berücksichtigen sind. Insgesamt ergibt sich ein Inlandziel von minus 16% im Vergleich zu 1990.

*Instrumente Schweiz:* dieselben wie im «Szenario BR -20%».

**3) «Szenario Klimainitiative»:**

*Ziel Schweiz:* Der Ausstoss von Treibhausgasen soll bis 2020 um 30% gesenkt werden (gemessen am Stand von 1990). Dabei soll grundsätzlich alles im Inland reduziert werden. Eine Ausnahme bilden die energieintensiven Betriebe, die den Handelsregeln im ETS unterstellt sind, die einen Zukauf von CDM-Zertifikaten zulassen.

*Instrumente Schweiz:* CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brenn- und Treibstoffe, Emissionshandelssystem, Teilzweckbindung der CO<sub>2</sub>-Abgabe zugunsten von CO<sub>2</sub>-wirksamen Massnahmen bei Gebäuden, Festlegung von CO<sub>2</sub>-Emissionsvorschriften für neu immatrikulierte Personenwagen.

### Fragestellung

Im Rahmen der vorliegenden Studie sollen die volkswirtschaftlichen Auswirkungen des vom Bundesrat dem Parlament vorgelegten Post-Kyoto-Massnahmenpakets und einer weiteren Variante, die an die Klimainitiative angelehnt ist, abgeschätzt werden. Folgende Fragen stehen im Vordergrund:

- Wie hoch müsste die CO<sub>2</sub>-Abgabe sein, damit die in den verschiedenen Szenarien anvisierte CO<sub>2</sub>-Reduktion erreicht werden kann?
- Welche Auswirkungen auf die Wirtschaft insgesamt (BIP) und auf die einzelnen Wirtschaftsbranchen hat das Post-Kyoto-Massnahmenpaket?
- Wie sind die Haushalte davon betroffen (Wohlfahrts- und Verteilungseffekte)?
- Wie gross sind die positiven Nebeneffekte (Sekundärnutzen)?

**Methodik**

Die Analyse wird mit einem berechenbaren dynamischen Einländer-Gleichgewichtsmodell durchgeführt. Mit diesem Modell lassen sich insbesondere preisliche Instrumente, wie eine CO<sub>2</sub>-Abgabe, analysieren. Das Modell wurde gezielt erweitert, um Subventionen im Gebäudereich und Regulationen im Bereich der Neuwagenimmatrikulation zu erfassen.

**Aufbau des Berichts**

Die vorgängig erwähnten Hauptszenarien werden im Kapitel 2 konkretisiert. Das für die Analyse erarbeitete berechenbare Gleichgewichtsmodell wird im Kapitel 3 in seinen Hauptzügen vorgestellt. Das Kapitel 4 präsentiert die Resultate. Wie stark die Resultate auf Änderungen der Annahmen reagieren, wird im Kapitel 5 aufgezeigt. Die wichtigsten Schlussfolgerungen sind dem Kapitel 6 zu entnehmen.

## 2 Szenarien der Schweizer Post-Kyoto-Politik

Nachfolgend werden die Szenarien mit ihren wesentlichsten Annahmen vorgestellt:

- Basisszenario BAU (Kapitel 2.1)
- Szenarien «BR -20%», «BR -30%», «Klimainitiative» (Kapitel 2.2)

### 2.1 Basisszenario «BAU»

Das Basisszenario («BAU») stellt die Entwicklung ohne zusätzliche, klimapolitische Massnahmen dar. Das Basisszenario «BAU» basiert auf dem Szenario I der Energieperspektiven 2035 des Bundesamts für Energie<sup>2</sup>. Das Szenario I entspricht dem Referenzszenario der Energieperspektiven und enthält die in der Zwischenzeit bereits beschlossenen Massnahmen, wie CO<sub>2</sub>-Abgabe und Aktionspläne, noch nicht. Bei der Stromerzeugung wurden die Variante A bzw. G (Deckung der zusätzlichen Stromnachfrage entweder mittels Kernenergie oder Importen) unterstellt.

Für die Herleitung des Basisszenario «BAU» wurde das Szenario I (Ölpreis 50 US\$, zu Preisen 2003) in folgenden Punkten angepasst:

- Bevölkerungsentwicklung  
Die Annahmen zur Entwicklung der Schweizer Bevölkerung basieren auf dem aktuellsten mittleren Szenario (A-00-2009) des Bundesamts für Statistik.<sup>3</sup> Dieses rechnet mit einem Bevölkerungswachstum von 7.5 Mio. Einwohner (Jahr 2005) auf 8.2 (2020). Gegenüber den Energieperspektiven wurde also für das Jahr 2020 mit einer um 7.6% höheren Bevölkerungszahl gerechnet (vgl. nachfolgende Grafik).
- BIP-Entwicklung<sup>4</sup>  
Die Annahmen zur BIP-Entwicklung basieren auf den aktuellsten Wachstumsprognosen des SECO. Das BIP im Jahr 2020 liegt 4% höher als in den Energieperspektiven im Szenario I, BIP tief, unterstellt wurde (vgl. nachfolgende Grafik).

Weiter wurde unterstellt, dass die übrigen Treibhausgasemissionen (CO<sub>2</sub> aus Abfall, Methan, Lachgas, HFC, PFC, SF<sub>6</sub>) ab 2005 mit jährlich 0.38% abnehmen.<sup>5</sup>

Beim Ölpreis wurde vom Auftraggeber ein Weltmarktpreis von 50 US\$<sup>6</sup> vorgegeben. Erst ab 2020 wird angenommen, dass der Weltmarktpreis weiter steigt.

---

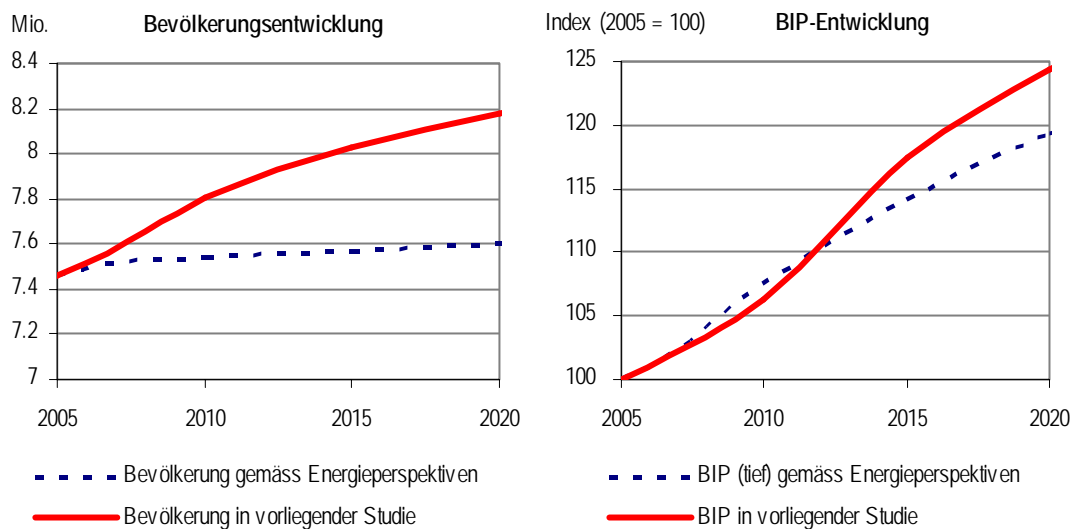
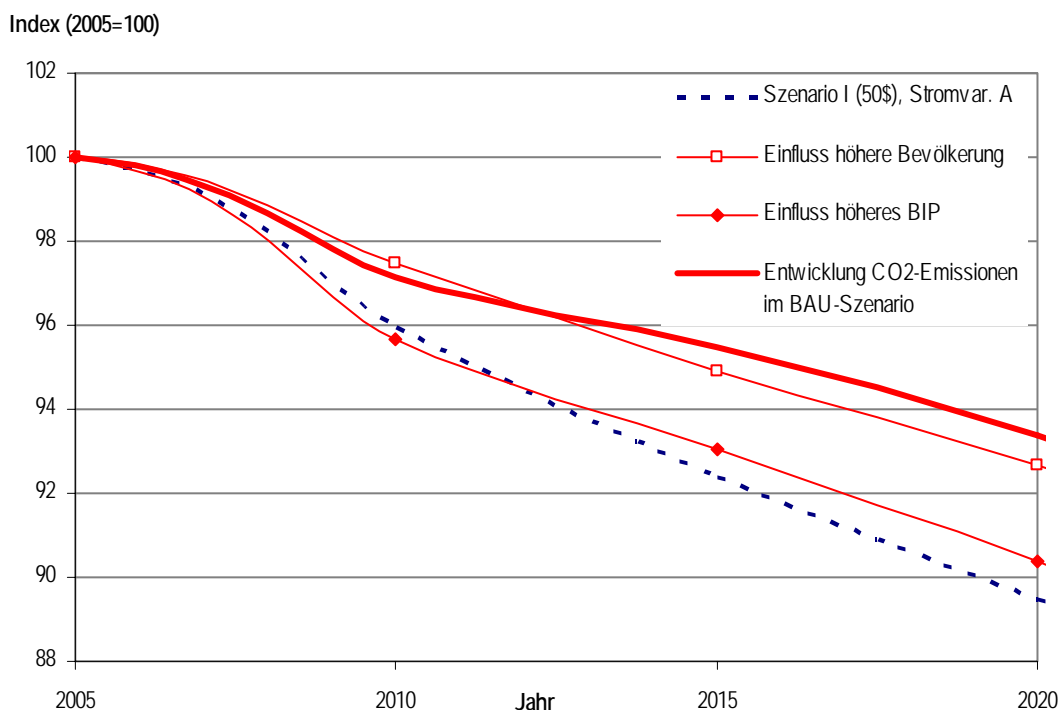
<sup>2</sup> Vgl. Bundesamt für Energie (2007), Die Energieperspektiven 2035 – Band 1, Synthesebericht, Bern.

<sup>3</sup> BFS (2008), [www.bfs.admin.ch](http://www.bfs.admin.ch), Entwicklung gemäss A-00-2009, die detaillierten Zahlen sind im Anhang in der Tabelle 7-4 zu finden.

<sup>4</sup> Die detaillierten Zahlen sind im Anhang in der Tabelle 7-4 zu finden.

<sup>5</sup> Gemäss Vorgaben und eigenen Berechnungen des BAFU.

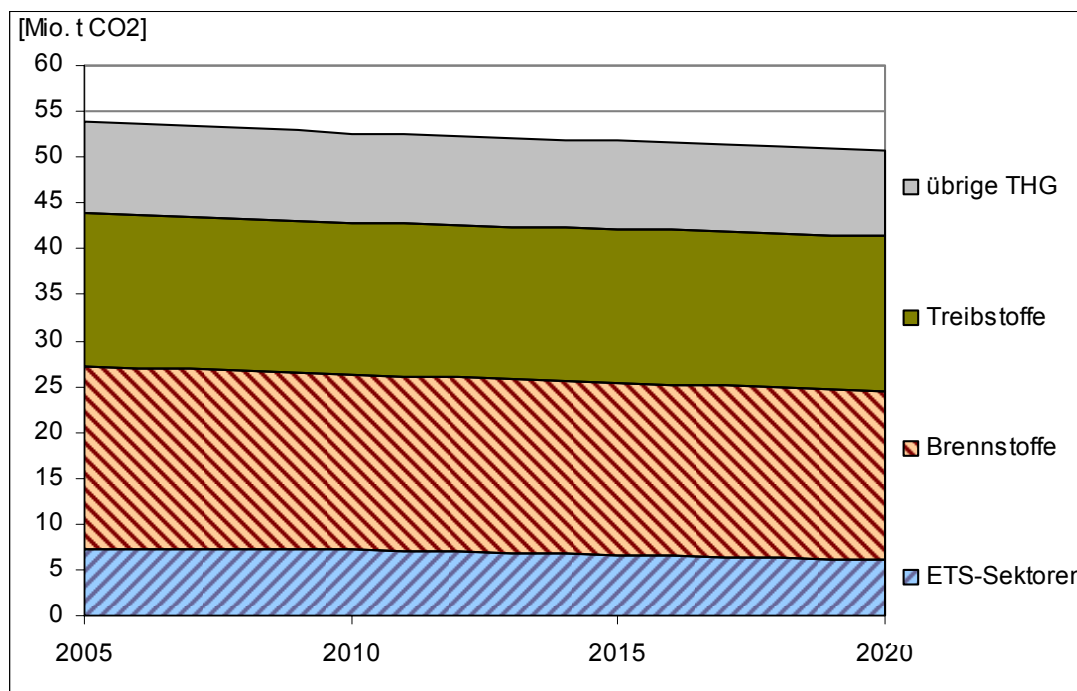


**Grafik 2-1: Aktualisierte Annahmen im Vergleich zu den Energieperspektiven des BFE****Grafik 2-2: Einfluss der aktualisierten Annahmen auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen**

<sup>6</sup> Im Gleichgewichtsmodell wurde mit einem Ölpreis von 55 US\$ (Preise 2005) gerechnet. Dies entspricht unter Berücksichtigung der Wechselkursänderungen den in den Energieperspektiven unterstellten 50 US\$ pro Fass, welche für das Jahr 2003 gelten.

Die gesamten Treibhausgasemissionen nehmen unter diesen Annahmen im Szenario «BAU» zwischen 2005 und 2020 um 6% ab. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Treibstoffen stabilisieren sich, während die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Brennstoffe und der ETS-Sektoren zwischen 8% und 16% abnehmen (vgl. nachfolgende Grafik).<sup>7</sup>

**Grafik 2-3: Treibhausgasemissionen «BAU»**



	1990 *)	2005 *)	2010 *)	2015 *)	2020 *)
	[Mio. t CO <sub>2</sub> eq]	[Mio. t CO <sub>2</sub> eq]	[Mio. t CO <sub>2</sub> eq]	[Mio. t CO <sub>2</sub> eq]	[Mio. t CO <sub>2</sub> eq]
CO <sub>2</sub> ETS-Sektoren **)	7.15	7.15	7.15	6.58	6.02
CO <sub>2</sub> Brennstoffe	20.13	20.01	19.18	18.82	18.45
CO <sub>2</sub> Treibstoffe	15.48	16.86	16.52	16.77	16.85
übrige THG	9.94	9.95	9.76	9.58	9.40
<b>Total</b>	<b>52.71</b>	<b>53.97</b>	<b>52.61</b>	<b>51.75</b>	<b>50.72</b>

\*) Die Werte für 1990 sind nicht klimakorrigiert, die Werte 2005 bis 2020 sind klimakorrigiert auf die durchschnittliche Temperatur der vergangenen Jahre.

\*\*) Für die ETS-Sektoren wurde vereinfachend angenommen, dass die CO<sub>2</sub>-Emissionen in der «BAU»-Entwicklung (also exkl. Massnahmen zur Zielerreichung 2008/2012) in der Periode 1990 bis 2010 in etwa konstant sind.

<sup>7</sup> Die aus den Energieperspektiven abgeleiteten THG-Emissionen für das Szenario «BAU» rechnen mit relativ hohen Heizgradtagen (Durchschnitt der Jahre 1970 bis 1992). Im Zuge der Klimaerwärmung ist mit einem Rückgang der Heizgradtage zu rechnen, was zu weniger CO<sub>2</sub>-Emissionen bei den Brennstoffen führt. Unter Berücksichtigung der Klimaerwärmung ist somit mit einem stärkeren Rückgang der CO<sub>2</sub>-Emissionen als im Szenario «BAU» zu rechnen. Die nachfolgend berechneten CO<sub>2</sub>-Abgaben würden bei einem wärmeren Klima tiefer ausfallen, da ein Teil der Minderung des CO<sub>2</sub>-Ausstosses bereits allein durch das wärmere Klima realisiert würde (geringerer Heizungsbedarf im Winter).

## 2.2 Alternative Annahmen: Klima mit Erwärmung, Ölpreis höher

Die vorgängigen Annahmen zum Basisszenario «BAU» sind mit Unsicherheit behaftet. Die Annahmen zum Basisszenario haben einen grossen Einfluss auf die politisch festzulegende „Eingriffsstärke“ der klimapolitischen Instrumente. Um die mögliche Bandbreite der „Eingriffsstärke“ der klimapolitischen Instrumente abzustecken, werden wir die nachfolgend diskutierten Szenarien unter veränderten Annahmen zur Klimaerwärmung und zum Ölpreis berechnen:

- **«BAU»:** BAU-Entwicklung, abgestützt auf die Energieperspektiven, mit den Annahmen gemäss Kapitel 2.1.
- **«BAU Klimaerwärmung»:** Im «BAU» gehen wir von einem Klima ohne Erwärmung aus, das eine Jahresmitteltemperatur vergleichbar dem Zeitraum 1970 bis 1992 aufweist (entspricht den Annahmen der Energieperspektiven des Bundesamts für Energie)<sup>8</sup>. Die Klimaerwärmung ist aber bereits spürbar, es wird also – im Durchschnitt – wärmer. Dies bedeutet weniger Energie für die Heizung und mehr Energie für die Kühlung. Der CO<sub>2</sub>-Ausstoss wird also durch die Klimaerwärmung in der Schweiz zurückgehen<sup>9</sup>, d.h. die gesteckten klimapolitischen Ziele sind „leichter“ zu erreichen.

Im Rahmen der Energieperspektiven des Bundesamts für Energie wurde untersucht, welchen Einfluss die Klimaerwärmung auf den Schweizer CO<sub>2</sub>-Ausstoss hat. Dabei wurde unterstellt, dass die Jahresmitteltemperatur bis ins Jahr 2050 um 2°C steigt (approximativ entspricht dies einer Zunahme von 0.6 °C bis ins Jahr 2020). Aus den Erkenntnissen der Energieperspektiven wurden Annahmen für ein Basisszenario «BAU Klimaerwärmung» abgeleitet (siehe Tabelle 2-1).

Um den Einfluss des höheren Ölpreises zu erfassen, haben wir keinen neuen «BAU» berechnet, sondern den Ölpreis im Szenario von 50 auf 100 US\$ ansteigen lassen, was dann zur Folge hat, dass die klimapolitischen Massnahmen weniger „streng“ ausfallen müssen:

- **Ölpreis auf 100 US\$:** In allen anderen Szenarien gehen wir von einem Ölpreis von 55 US\$/Fass aus. Ein Anstieg des Ölpreises wird hier erst nach 2020 erwartet. Als Alternative wird unterstellt, dass der Ölpreis ab 2010 bis 2020 linear bis auf 100 US\$/Fass steigt, sich also gegenüber 2005 knapp verdoppelt. Der Einfluss des höheren Ölpreises wurde mit dem Gleichgewichtsmodell berechnet. Die Resultate werden immer im Vergleich zum «BAU» (also mit tiefem Ölpreis) dargestellt.

---

<sup>8</sup> Die Energieperspektiven rechnen mit einem Klima ohne Erwärmung in der Referenzentwicklung – es werden 3588 Heizgradtage für die Klimakorrektur unterstellt.

<sup>9</sup> Unter der hier unterstellten Annahme, dass die zusätzliche Kühlenergie CO<sub>2</sub>-neutral erzeugt werden kann.

**Tabelle 2-1: Treibhausgasemissionen «BAU Klimaerwärmung» verglichen mit «BAU»**

	1990 [Mio. t CO <sub>2</sub> ]	2005 [Mio. t CO <sub>2</sub> ]	2010 [Mio. t CO <sub>2</sub> ]	2015 [Mio. t CO <sub>2</sub> ]	2020 [Mio. t CO <sub>2</sub> ]
<b>Klima ohne Erwärmung</b>					
CO <sub>2</sub> Brennstoffe (exkl. ETS)	20.1	20.0	19.2	18.8	18.5
CO <sub>2</sub> Treibstoffe, ETS, Rest	32.6	34.0	33.4	32.9	32.3
Total Klima ohne Erwärmung	52.7	54.0	52.6	51.7	50.7
<b>Klima mit Erwärmung</b>					
CO <sub>2</sub> Brennstoffe (exkl. ETS)	20.1	20.0	18.9	18.3	17.6
CO <sub>2</sub> Treibstoffe, ETS, Rest	32.6	34.0	33.4	32.9	32.3
Total Klima mit Erwärmung	52.7	54.0	52.3	51.2	49.9
<b>Relative Unterschiede Klima mit/ohne Erwärmung [in % Klima ohne Erwärmung]</b>					
CO <sub>2</sub> Brennstoffe (exkl. ETS)	0.0%	0.0%	-1.5%	-3.0%	-4.5%
CO <sub>2</sub> Treibstoffe, ETS, Rest	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Total	0.0%	0.0%	-0.5%	-1.1%	-1.6%

### 2.3 Szenarien «BR -20%», «BR -30%», «Klimainitiative»

Im Rahmen der vorliegenden Studie werden drei Hauptszenarien untersucht, die wir hinsichtlich der wichtigsten Zielsetzungen und den eingesetzten Instrumenten kurz diskutieren. Die drei Hauptszenarien sind:

- **«Szenario BR -20%»:** Verbindliche Klimaziele ohne internationales Abkommen, Zielsetzung: -20% Reduktion der Treibhausgase bis zum Jahr 2020, davon mindestens die Hälfte im Inland.
- **«Szenario BR -30%»:** Verbindliche Klimaziele mit internationalem Abkommen, Zielsetzung: -30% Reduktion der Treibhausgase bis zum Jahr 2020, davon mindestens die Hälfte im Inland.
- **«Szenario Klimainitiative»:** Zielsetzung: -30% Reduktion der Treibhausgase bis zum Jahr 2020, davon alles im Inland (mit Ausnahme der energieintensiven Betriebe, die den Handelsregeln im ETS unterstellt sind, die einen Zukauf von CDM-Zertifikaten zulassen).

#### Klimaziele (inkl. Auslandanteil)

Das «Szenario BR -20%» will die Treibhausgase bis 2020 im Vergleich zum Jahr 1990 um 20% reduzieren (vgl. Tabelle 2-2). Im Vergleich zum «BAU» entspricht diese Zielsetzung einer Reduktion von -17% im Jahre 2020. Die beiden anderen Szenarien «BR -30%» und «Klimainitiative» gehen bis 2020 von einer Minderung von 30% im Vergleich zu 1990 bzw. von 27% im Vergleich zum «BAU» aus (Tabelle 2-3).

#### Klimaziele (inkl. Auslandanteil) aufgeteilt auf die Sektoren

Da angenommen wird, dass die restlichen Treibhausgase (Methan, Lachgas, usw.) nur leicht rückläufig sind (jährlich -0.38%), müssen die energetischen und geogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen einen entsprechend höheren Beitrag zur Zielerreichung beitragen:

- Die CO<sub>2</sub>-Emissionen im ETS-Bereich (energieintensive Unternehmen) sind im Szenario «BR -20%» von der Verpflichtungsmenge 2008/2012 um jährlich 1.74% bis zum Jahr 2020 zu reduzieren. Dies entspricht einer Reduktion von -13%. Für die Szenarien «BR -30%» und «Klimainitiative» werden die Ziele ambitionierter gesetzt: -2.9% pro Jahr, was bis 2020 einer Reduktion von 21% entspricht (immer im Vergleich zur Verpflichtungsperiode 2008/2012).
- Die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Brenn- und Treibstoffen für den Nicht-ETS-Bereich sollen im Szenario «BR -20%» im Vergleich zu 1990 um -25% reduziert werden. Da der Treibstoffverbrauch im «BAU» ab 1990 bis 2020 noch relativ stark zunimmt, bedeutet diese Zielsetzung eine Reduktion von -31% gegenüber dem «BAU». Für das Szenario «BR-30%» wird ein differenziertes Ziel gesetzt: -35% für Brennstoffe und -40% für Treibstoffe im Vergleich zu 1990 (bzw. -29% für Brennstoffe und -45% für Treibstoffe im Vergleich zu «BAU»). Im Szenario «Klimainitiative» wird ein gemeinsames Ziel für Brenn- und Treibstoffe von -37% im Vergleich zu 1990 bzw. -36% zu «BAU» im Jahr 2020 gesetzt.

**Tabelle 2-2: Minderungsziele für 2020 im Vergleich zum Jahr 1990 (bzw. 2008/2012)**

	Reduktionsziele 2020 i.Vgl. zu	Szenario		
		«BR -20%»	«BR -30%»	«Klima- initiative»
<b>CO<sub>2</sub>-Minderungsziel inkl. Auslandanteil (zugeteilte Emissionsrechte)</b>				
Gesamtziel für alle Sektoren	1990	-20%	-30%	-30%
- CO <sub>2</sub> ETS-Bereich	2008/2012	-13%	-21%	-21%
- CO <sub>2</sub> Brennstoffe (Nicht ETS-Bereich)	1990	-25%	-35%	-37%
- CO <sub>2</sub> Treibstoffe (Nicht-ETS-Bereich)	1990	-25%	-40%	
- Restliche Treibhausgase	1990	entspricht BAU-Entwicklung		
<b>CO<sub>2</sub>-Minderungsziel im Inland</b>				
Gesamtziel für alle Sektoren	1990	-11%	-16%	-29%
- CO <sub>2</sub> ETS-Bereich	2008/2012	-8%	-10%	-10%
- CO <sub>2</sub> Brennstoffe (Nicht ETS-Bereich)	1990	-25%	-35%	
- CO <sub>2</sub> Treibstoffe (Nicht-ETS-Bereich)	1990	keine Inlandziele, aber Übernahme EU-Emissionsvorschriften Neuwagen (Treibstoffabgabe finanziert CDM-Käufe)		-37%
- Restliche Treibhausgase	1990	entspricht BAU-Entwicklung		

Tabelle 2-3: Minderungsziele für 2020 im Vergleich zum «BAU» im Jahr 2020

	Reduktionsziele 2020 i.Vgl. zu	Szenario		«Klima- initiative»
		«BR -20%»	«BR -30%»	
<b>CO2-Minderungsziel inkl. Auslandanteil (zugeteilte Emissionsrechte)</b>				
Gesamtziel für alle Sektoren	«BAU 2020»	-17%	-27%	-27%
- CO2 ETS-Bereich	«BAU 2020»	-9%	-17%	-17%
- CO2 Brennstoffe (Nicht ETS-Bereich)	«BAU 2020»	-18%	-29%	-36%
- CO2 Treibstoffe (Nicht-ETS-Bereich)	«BAU 2020»	-31%	-45%	
- Restliche Treibhausgase	«BAU 2020»	entspricht BAU-Entwicklung		
<b>CO2-Minderungsziel im Inland</b>				
Gesamtziel für alle Sektoren	«BAU 2020»	-8%	-13%	-26%
- CO2 ETS-Bereich	«BAU 2020»	-4%	-6%	-6%
- CO2 Brennstoffe (Nicht ETS-Bereich)	«BAU 2020»	-18%	-29%	
- CO2 Treibstoffe (Nicht-ETS-Bereich)	«BAU 2020»	keine Inlandziele, aber Übernahme EU-Emissionsvorschriften Neuwagen (Treibstoffabgabe finanziert CDM-Käufe)		-36%
- Restliche Treibhausgase	«BAU 2020»	entspricht BAU-Entwicklung		

Da die klimapolitischen Ziele im Vergleich zum Jahr 1990 festgelegt werden, sind die Auswirkungen auf die CO<sub>2</sub>-Minderungsanforderung je nach BAU-Entwicklung unterschiedlich. Die nachfolgende Tabelle 2-4 zeigt, dass bei einem Klima mit Erwärmung v.a. bei den Brennstoffen die CO<sub>2</sub>-Reduktion im Vergleich zum «BAU Klimaerwärmung» weniger stark ausfällt als im Vergleich zum «BAU» mit einem Klima ohne Erwärmung.

Tabelle 2-4: Minderungsziele für 2020 im Vergleich zum «BAU Klimaerwärmung» im Jahr 2020

	Reduktionsziele 2020 i.Vgl. zu	Szenario		«Klima- initiative»
		«BR -20%»	«BR -30%»	
<b>CO2-Minderungsziel inkl. Auslandanteil (zugeteilte Emissionsrechte)</b>				
Gesamtziel für alle Sektoren	«BAU 2020»	<b>-15%</b>	<b>-26%</b>	<b>-26%</b>
- CO2 ETS-Bereich	«BAU 2020»	-9%	-17%	-17%
- CO2 Brennstoffe (Nicht ETS-Bereich)	«BAU 2020»	<b>-14%</b>	<b>-26%</b>	<b>-35%</b>
- CO2 Treibstoffe (Nicht-ETS-Bereich)	«BAU 2020»	-31%	-45%	
- Restliche Treibhausgase	«BAU 2020»	entspricht BAU-Entwicklung		
<b>CO2-Minderungsziel im Inland</b>				
Gesamtziel für alle Sektoren	«BAU 2020»	<b>-6%</b>	<b>-11%</b>	<b>-25%</b>
- CO2 ETS-Bereich	«BAU 2020»	-4%	-6%	-6%
- CO2 Brennstoffe (Nicht ETS-Bereich)	«BAU 2020»	<b>-14%</b>	<b>-26%</b>	
- CO2 Treibstoffe (Nicht-ETS-Bereich)	«BAU 2020»	keine Inlandziele, aber Übernahme EU-Emissionsvorschriften Neuwagen (Treibstoffabgabe finanziert CDM-Käufe)		<b>-35%</b>
- Restliche Treibhausgase	«BAU 2020»	entspricht BAU-Entwicklung		

### **Klimaziele für die inländischen CO<sub>2</sub>-Emissionen**

In den Szenarien «BR -20%» und «BR -30%» soll insgesamt mindestens die Hälfte der gesamten CO<sub>2</sub>-Reduktion im Inland erbracht werden, wobei die zusätzlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen durch die fossile Stromerzeugung (GuD) zu berücksichtigen sind. Insgesamt ergeben sich Inlandziele von minus 11% für «BR -20%» bzw. minus 16% für «BR -30%» im Vergleich zu 1990 (Tabelle 2-2). Im Szenario «Klimainitiative» soll grundsätzlich die gesamte Verpflichtung im Inland erbracht werden. Eine Ausnahme bilden energieintensive Betriebe, die den Handelsregeln im Schweizer ETS unterstellt sind, die einen Zukauf von CDM-Zertifikaten zulassen. Insgesamt sollen also im Szenario «Klimainitiative» die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Vergleich zum Jahr 1990 um -29% reduziert werden.

### **Klimaziele für die inländischen CO<sub>2</sub>-Emissionen aufgeteilt nach Sektoren**

Die Klimaziele für die inländischen CO<sub>2</sub>-Emissionen werden in den verschiedenen Szenarien wie folgt auf die Sektoren festgelegt:

- Für die CO<sub>2</sub>-Emissionen im ETS-Bereich (energieintensive Unternehmen) wird im Szenario «BR -20%» unterstellt, dass die zusätzliche Reduktion im Vergleich zur Verpflichtungsmenge 2008/2012 zu 40% auf dem CDM-Markt abgedeckt werden kann. Die Inlandreduktion im Vergleich zum «BAU» beträgt für die ETS-Sektoren somit rund -4% (vgl. Tabelle 2-3). In den Szenarien «BR -30%» und «Klimainitiative» können 50% der Verpflichtung über den CDM-Markt bedient werden, was zu einer Inlandreduktion gegenüber dem «BAU» von -6% führt (vgl. Tabelle 2-3).
- Für die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Treibstoffen werden in den Szenarien «BR -20%» und «BR -30%» keine Inlandziele definiert. Grundsätzlich kann also der Treibstoffbereich seine Minderungsverpflichtungen über einen Zukauf von ausländischen Zertifikaten (CDM-Markt) erfüllen. Es ist aber zu beachten, dass mit der an die EU angelehnten Neuwagenregelung auch im Inland eine beträchtliche CO<sub>2</sub>-Minderung erreicht wird (vgl. nachfolgender Abschnitt zu den Instrumenten).
- Im Szenario «Klimainitiative» sind die gesamten Emissionsminderungen im Nicht-ETS-Bereich im Inland zu erbringen. Dies bedeutet, dass die Reduktion gegenüber dem «BAU» -36% beträgt.
- Da in den Szenarien «BR -20%» und «BR -30%» im Treibstoffbereich relativ wenig im Inland reduziert wird, muss die CO<sub>2</sub>-Minderung im Inland dafür im Brennstoffbereich dementsprechend zunehmen. Es ist eine CO<sub>2</sub>-Reduktion für Brennstoffe im Vergleich zum «BAU» von -18% im Szenario «BR -20%» und -29% im Szenario «BR -30%» gefordert (vgl. Tabelle 2-3).

### **Die klimapolitischen Instrumente**

- *Emissionshandelssystem (ETS)*: In allen Szenarien können die Sektoren im ETS Emissionsrechte handeln und einen Teil ihrer Minderungsverpflichtung durch den Kauf von ausländischen Zertifikaten (CDM-Markt) decken. Es wird unterstellt, dass das Schweizer ETS nicht mit dem EU-ETS verknüpft ist.

- *CO<sub>2</sub>-Abgabe*: In den Szenarien «BR -20%» und «BR- -30%» wird im Nicht-ETS-Bereich (also vorab bei den Haushalten und den nicht energieintensiven Unternehmen) auf Brennstoffe eine CO<sub>2</sub>-Abgabe erhoben. Im Szenario «Klimainitiative» werden neben den Brennstoffen auch die Treibstoffe der CO<sub>2</sub>-Abgabe unterstellt.
- *Kompensationspflicht bei Treibstoffen*: Über eine Abgabe auf Treibstoffe werden die nötigen Einnahmen generiert, damit der Kauf von ausländischen Zertifikaten (CDM-Markt) finanziert werden kann.
- *Gebäudeprogramm*: Mit Hilfe einer Subvention in der Höhe von jährlich 200 Mio. CHF (ab 2013 bis 2020), finanziert über die CO<sub>2</sub>-Abgabe, werden CO<sub>2</sub>-wirksame Massnahmen bei Gebäuden unterstützt. Das BFE schätzt, dass durch dieses Gebäudeprogramm bis 2020 jährlich 2.2 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> eingespart werden können.
- *Emissionsvorschriften für Neuwagen*: Über Emissionsvorschriften – angelehnt an die EU-Regelung – werden die Emissionen der neu immatrikulierten Personenwagen beschränkt. Dies führt bis 2020 zu einer CO<sub>2</sub>-Minderung von geschätzten 1.5 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr.<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup> Es handelt sich um eine Schätzung in Anlehnung an De Haan (2009): Umsetzung der 130g CO<sub>2</sub>/km-Strategie für die Schweiz: CO<sub>2</sub>-Reduktionseffekte 2012-2020.



## 2.4 Die Szenarien im Überblick

Die nachfolgende Tabelle fasst die wichtigsten Annahmen zu den Szenarien zusammen. Die zentralen Annahmen für die «BAU»-Entwicklung und für alternative Annahmen zur Klimaerwärmung und zum Ölpreis sind der Tabelle 2-6 zu entnehmen. Für die Details wird auf die Kapitel 2.1 bis 2.3 verwiesen.

**Tabelle 2-5: Die Szenarien im Überblick**

	Szenarien		
	«BR -20%»	«BR -30%»	«Klimainitiative»
<b>CO<sub>2</sub>-Reduktionsziele bis 2020</b>			
Total i.Vgl. zu 1990	-20%, davon min. die Hälfte im Inland	-30%, davon min. die Hälfte im Inland	-30%, davon (fast) alles im Inland
- ETS-Bereich i.Vgl. zu 2008/2012	-13%, davon 60% im Inland	-21%, davon 50% im Inland	-21%, davon 50% im Inland
- Brennstoffe i.Vgl. zu 1990	-25%, alles im Inland	-35%, alles im Inland	-37%, davon alles im Inland
- Treibstoffe i.Vgl. zu 1990	-25%, keine Inlandziele	-40%, keine Inlandziele	
<b>Instrumente</b>			
ETS	Schweizer Emissionshandelssystem (ohne Verknüpfung mit dem EU-ETS)		
CO <sub>2</sub> -Abgabe	CO <sub>2</sub> -Abgabe nur auf Brennstoffen		CO <sub>2</sub> -Abgabe auf Brenn- und Treibstoffen
CO <sub>2</sub> -wirksame Massnahmen im Gebäudebereich	Subvention von energetischen Gebäudesanierungen im Umfang von 200 Mio. CHF/Jahr von 2013 bis 2020, finanziert aus CO <sub>2</sub> -Abgabe		
Emissionsvorschriften Neuwagen	Einführung von Emissionsvorschriften bei Neuwagen (angelehnt an die EU-Regelung)		
Finanzierungsabgabe Treibstoff	Abgabe auf Treibstoffen zur Finanzierung ausländischer Zertifikate (CDM-Markt)		

**Tabelle 2-6: Annahmen zum «BAU» und alternative Annahmen zur Klimaerwärmung und zum Ölpreis**

	Alternative Annahmen zur Klimaerwärmung und zum Ölpreis		
	«BAU»	«BAU Klimaerwärmung»	«BAU», Ölpreis auf 100 US\$
BIP-Entwicklung	Zunahme um +24% bis 2020 gegenüber 2005 (gemäss SECO)		
Bevölkerungsentwicklung	Zunahme um +10% bis 2020 gegenüber 2005 (gemäss Bevölkerungsszenario Trend 2005/09 des BFS)		
Klima	ohne Erwärmung (i.Vgl. zur Periode 1970 bis 1992)	mit Erwärmung um +2°C bis 2050, entspricht +0.6°C bis 2020	ohne Erwärmung (i.Vgl. zur Periode 1970 bis 1992)
Ölpreis	55 US\$/Fass (Preis 2005)	55 US\$/Fass (Preis 2005)	linear zunehmend auf 100 US\$/Fass bis 2020 (Preis 2005)

## 3 Das Gleichgewichtsmodell im Überblick

Nachfolgend wird im Kapitel 3.1 das Modell mit seinem methodischen Ansatz vorgestellt. Die Kapitel 3.2 und 3.3 fassen die Datengrundlagen und Parametrisierung des Modells zusammen.

### 3.1 Das Modell

#### Methodischer Ansatz und allgemeine Modellstruktur

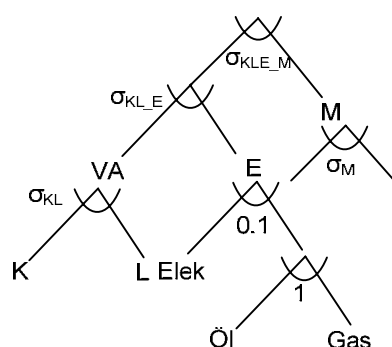
Die quantitative Analyse der wirtschaftlichen und emissionsseitigen Auswirkungen von Klimapolitiken erfolgt mit einem dynamischen Einländer-Gleichgewichtsmodell. Wirtschaftstheoretische Grundlage des Modells ist die Allgemeine Gleichgewichtstheorie. Modelle vom Typ des Allgemeinen Gleichgewichts sind in der angewandten Wirtschaftsforschung bei der Analyse von handels-, finanz- und umweltpolitischen 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 zwischen verschiedenen Märkten. Die Differenzierung nach Wirtschaftssektoren sowie verschiedenen Haushaltstypen erlaubt eine disaggregierte Untersuchung der wirtschaftlichen Auswirkungen von Politikmassnahmen.

#### Exkurs: Dynamisch vs. statisch

Das hier angewendete Modell ist dynamischer Natur. Im Unterschied zu einem statischen Modell ist die Sparentscheidung endogen und beruht auf einer intertemporalen Optimierung. Der Vorteil des dynamischen Modells ist die bessere Darstellung der Anpassungsprozesse und eine realistischere Darstellung des Verhaltens der Wirtschaftssubjekte. Nachteile sind das schlechtere Handling durch die gegenüber dem statischen Modell komplexere Modellstruktur und Probleme bei der Lösbarkeit, was oft eine Vereinfachung der spezifischen Fragestellungen und eine grössere Aggregation bei den Sektoren verlangt. Es sei hier aber erwähnt, dass trotz Dynamik und der hohen Komplexität der untersuchten Szenarien, sich das Modell mit einer detaillierten Sektoreinteilung (20 Sektoren) relativ schnell lösen lässt.

Es gibt mehrere Haushalte unterteilt nach Einkommen, die ausgestattet sind mit Arbeit, Kapital und fossilen Ressourcen.<sup>11</sup> Der Faktor Arbeit ist zwischen den Wirtschaftssektoren mobil. Die Haushalte maximieren ihren Nutzen aus dem Konsum, welcher sich nachfrageseitig mittels konstanter Substitutionselastizitäten<sup>12</sup> zusammensetzt aus Energie- und Nicht-Energie-Gütern. Die Produktion wird mit einer genesteten separablen CES-Funktion beschrieben (siehe nachfolgende Grafik 3-1): Die Wertschöpfung ergibt sich aus einem CES-Aggregat aus Kapital und Arbeit.

**Grafik 3-1: Genestete Produktionsfunktion (vereinfachte Darstellung, beschränkt auf die KLEM-Spezifikation)<sup>13</sup>**



Die CO<sub>2</sub>-Emissionen sind in fixen Proportionen (Leontief) gelinkt mit dem Verbrauch fossiler Energieträger,<sup>14</sup> wobei die unterschiedliche CO<sub>2</sub>-Intensität der verschiedenen Energieträger berücksichtigt wird (vgl. Tabelle 7-20). Die wesentlichen Kanäle zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen sind: Fuel-Switching (also der Wechsel von einem CO<sub>2</sub>-intensiven Energieträger zu einem weniger CO<sub>2</sub>-intensiven Energieträger) und Energieeinsparung bzw. verbesserte Energieeffizienz im Verbrauch, dies betrifft sowohl den Endverbrauch bei den Haushalten als auch die Energievorleistungen in der Produktion.

Der Aussenhandel wird mit dem sogenannten Armingtonansatz modelliert (Armington P.S. (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.

<sup>11</sup> Damit für die Schweiz Verteilungseffekte berechnet werden können, wurden die Gesamteffekte des repräsentativen Haushalts auf insgesamt 14 Haushaltstypen aufgeteilt: 10 erwerbstätige Haushalte und 4 Rentnerhaushalte, die jeweils nach ihrem Lebensstandard (gemessen an ihrem Einkommen und den Ausgaben für nicht langlebige Güter) abgestuft sind.

<sup>12</sup> CES-Funktion, CES = Constant Elasticity of Substitution.

<sup>13</sup> KLEM – Kapital, Arbeit, Energie, Vorleistungen.

<sup>14</sup> Eine Ausnahme bilden die geogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen, welche im Sektor Zement anfallen. Diese sind in fixen Proportionen (Leontief) mit dem Zementoutput gelinkt.

## ETS – Emission Trading Scheme für die Schweiz

In der vorliegenden Studie wird davon ausgegangen, dass die energieintensiven Sektoren in einem Schweizer ETS, welches nicht mit dem EU-ETS verknüpft ist, Emissionsrechte frei handeln können.

### Grandfathering

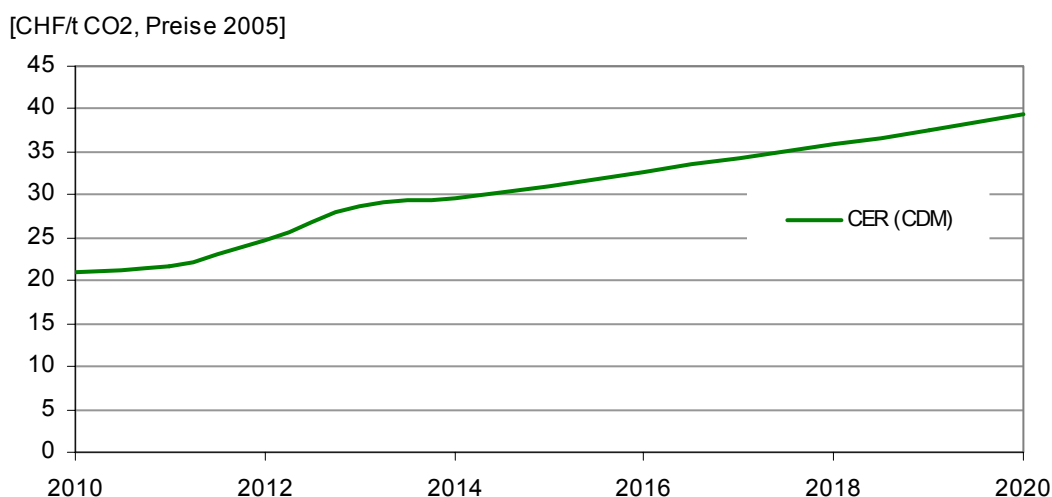
ETS-Unternehmen erhalten einen Teil der Emissionsrechte gratis zugeteilt („Grandfathering“). Dieser Anteil wird kontinuierlich reduziert. Der Anteil, der zu ersteigern ist, steigt von 20% im Jahr 2013 auf 70% im Jahr 2020 und danach auf 100% im Jahr 2025.

### CDM-Markt (ausländische Zertifikate)

Die so genannten flexiblen Mechanismen wurden im Rahmen des Kyoto-Protokolls geschaffen und ermöglichen es Industriestaaten, zusätzlich zu den inländischen Emissionsreduktionen einen Teil ihrer Reduktionsverpflichtung im Ausland zu erzielen. Einer der flexiblen Mechanismen ist der Clean Development Mechanism (CDM), bei welchem projektbasierte Emissionsminderungen in Entwicklungsländern dem Investor als handelbare Zertifikate gutgeschrieben werden können.

Sowohl die Sektoren im ETS wie auch der Treibstoffbereich kann – abhängig vom zu untersuchenden Szenario – eine gewisse Menge ausländischer Zertifikate auf dem CDM-Markt zukaufen und sich diese an die Minderungsziele anrechnen lassen. In unserem Einländer-Gleichgewichtsmodell unterstellten wir folgende Preisentwicklung am CDM-Markt:

**Grafik 3-2: Angenommene Preisentwicklung auf dem CDM-Markt<sup>15</sup>**



<sup>15</sup> Gemäss First Climate/Econability (2009), Studie Schweizer Emissionshandelssystem nach 2012: Auswirkungen für die Wirtschaft, im Auftrage des BAFU/SECO.

## CO<sub>2</sub>-Abgabe

Für die Schweiz wurde eine CO<sub>2</sub>-Abgabe mit dem bereits etablierten Rückverteilungsmechanismus erfasst: Also Pro-Kopf-Rückverteilung bei den Haushalten und Rückverteilung nach der AHV-Lohnsumme bei der Wirtschaft. Die CO<sub>2</sub>-Abgabe wird je nach Szenario nur auf Brennstoffe oder auf Brenn- und Treibstoffe erhoben.

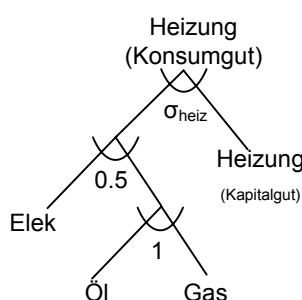
## Emissionsvorschriften bei Neuwagen

Für die Schweiz hat de Haan (ETH Zürich) im Auftrag des BFE/BAFU<sup>16</sup> die Auswirkungen einer schweizerischen Variante der EU-Richtlinie für die Einhaltung der CO<sub>2</sub>-Grenzwerte für Autos simuliert. Die Resultate flossen direkt in das Gleichgewichtsmodell ein. Im Modell wird der technische Fortschritt im Autobereich anhand der prognostizierten Flotte von Autos mit niedrigen und hohen CO<sub>2</sub>-Grenzwerten berechnet. Die in der Richtlinie vorgesehenen Sanktionen sind nicht implementiert, da dies eine endogene Modellierung des Automarktes voraussetzen würde, was auf Grund der Datenlage nicht möglich war.

## Gebäudeprogramm

Die Nachfrage der Haushalte nach Heizung wird im Modell anders als die Nachfrage nach den weiteren Konsumgütern behandelt. Es wird unterschieden zwischen Heizung als Kapitalgut und als Konsumgut. Das „Heizungskapital“ und die Inputs Heizöl, Gas und Elektrizität erzeugen das Konsumgut Heizung (siehe Grafik 3-3). Die Förderung der Gebäudesanierung wirkt sich direkt aus auf die Bildung des Heizungskapitals aus und führt zu einer Reduktion der für das Konsumgut Heizung notwendigen Menge Öl und Gas. Die Produktionsfunktion wurde mit Hilfe der Substitutionselastizität zwischen Heizungskapital und den Energieträgern ( $\sigma_{\text{Heiz}}$ ) kalibriert.

**Grafik 3-3: Produktionsfunktion für Heizung**



<sup>16</sup> De Haan, Peter (2009a) und (2009b).

### **Weitere Massnahmen**

Nicht implementiert sind Stromrappen (zur Förderung Stromeffizienz) und der Zuschlag auf Stromnetztarifen (zur Förderung Strom aus Erneuerbaren). Auch weitere Förderinstrumente wurden modellmässig nicht erfasst.

Ordnungsrechtliche Massnahmen (und allenfalls weitere Massnahmen, wie Bonus-Malus-System) wurden über exogen vorgegebene Energieeffizienzfortschritte erfasst, welche aus den Energieperspektiven und den Vorgaben zur BAU-Entwicklung abgeleitet werden.

## **3.2 Daten und Parametrisierung**

Die ökonomischen und energetischen Grundlagendaten stammen aus der Input-Output-Tabelle für die Schweiz sowie Angaben aus den Perspektivarbeiten. 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 (vgl. Tabelle 7-1).

### **Sektorale Disaggregation**

Die nachfolgende Tabelle 3-1 zeigt die sektorale Disaggregation. Als Produktionsfaktoren dienen Arbeit und Kapital. Die 25 Produktionssektoren teilen sich auf 5 Energiesektoren, 6 ETS-Sektoren (also Sektoren, die ins Schweizer Emission Trading Scheme eingebunden sind) sowie 14 Nicht-ETS-Sektoren auf.

Tabelle 3-1: Sektoren im Gleichgewichtsmodell (verwendete Aggregation)

Sektorbezeichnung (Noga-Klassierung)	Bruttoproduktionswert (BPW)		Exporte (Ex)			Importe (Im)			Arbeitsstätten [Anzahl]	Beschäftigte [Vollzeit- äquivalent]	energetische CO2-Emissionen (exkl. Treibstoffe)		
	[Mio. CHF]	[in %]	[Mio. CHF]	[in %]	Exporte in %BPW	[Mio. CHF]	[in %]	Import- sensibilität in %Inland- nachfrage			[1000 t]	[t/Besch.]	[Tonnen pro Mio.CHF BPW]
Landwirtschaft (1,2,5)	13'646	1.6%	384	0.2%	3%	3'473	1.8%	21%	68'039	137'957	123	1	9
Steine/Erden (10,11,12,13,14)	1'769	0.2%	73	0.0%	4%	3'817	1.9%	69%	395	4'554	276	61	156
Nahrung (15)	27'330	3.2%	4'650	2.1%	17%	7'441	3.8%	25%	2'585	55'072	530	10	19
Textil (17)	2'395	0.3%	1'674	0.7%	70%	3'205	1.6%	82%	625	10'184	79	8	33
Papier (21)	4'561	0.5%	2'594	1.2%	57%	3'010	1.5%	60%	235	12'170	773	64	170
Chemie (24)	54'040	6.3%	54'307	24.2%	100%	37'091	18.9%	101%	967	63'595	926	15	17
Zement (26)	4'877	0.6%	1'156	0.5%	24%	2'537	1.3%	41%	1'416	16'959	1'060	63	217
Metalle (27,28)	21'482	2.5%	11'219	5.0%	52%	15'379	7.8%	60%	7'967	92'582	496	5	23
Maschinen (29)	31'178	3.6%	23'440	10.4%	75%	13'844	7.1%	64%	3'662	94'581	403	4	13
Apparate (30,31,32,33)	52'249	6.1%	35'682	15.9%	68%	25'465	13.0%	61%	5'236	130'257	476	4	9
Druck (22)	10'273	1.2%	1'344	0.6%	13%	3'404	1.7%	28%	4'124	40'536	49	1	5
Rest Industrie (16,18,19, 20,23, 25,34,35,36,37)	33'403	3.9%	22'055	9.8%	66%	46'068	23.5%	80%	12'576	110'296	273	2	8
Bau (45)	51'954	6.0%	165	0.1%	0%	116	0.1%	0%	36'206	284'178	225	1	4
Handel (50, 51, 52)	85'573	9.9%	15'423	6.9%	18%	739	0.4%	1%	84'430	491'511	1'238	3	14
Hotel (55)	20'730	2.4%	4'617	2.1%	22%	5'581	2.8%	26%	28'006	177'103	801	5	39
Transport (60, 61, 62)	24'138	2.8%	4'753	2.1%	20%	2'539	1.3%	12%	8'627	96'350	262	3	11
Kommunikation (63, 64)	39'616	4.6%	3'687	1.6%	9%	3'446	1.8%	9%	9'946	116'939	318	3	8
Finanz DL (65, 66)	87'600	10.2%	29'026	12.9%	33%	13'581	6.9%	19%	11'242	181'444	297	2	3
Rest DL (40,41,70,71,72,73,74,90,91,92,93)	191'789	22.3%	6'528	2.9%	3%	5'176	2.6%	3%	105'192	507'182	1'358	3	7
Öffentlicher Sektor (75, 80, 85)	102'489	11.9%	1'930	0.9%	2%	243	0.1%	0%	49'109	637'351	1'708	3	17
Total	861'093	100.0%	224'709	100.0%	26%	196'152	100.0%	24%	440'585	3'260'800	11'674	4	14

Sektoren im ETS (von der CO2-Abgabe befreite Sektoren)

### 3.3 Gesamtwirtschaftliche Grenzvermeidungskosten des Modells

Ein wichtiger Punkt in der Modellierung ist die Kalibrierung der Substitutionselastizitäten. Die Substitutionselastizitäten können oft aus ökonometrischen Studien übernommen werden. Manchmal liegen keine für die Schweiz anwendbaren Schätzungen für die im Modell benutzten Funktionen vor. Wenn keine Schätzungen vorliegen, kann das Modell mit Hilfe von bekannten Preiselastizitäten kalibriert werden. Dazu erhöht man den Preis des Gutes im Modell mit Hilfe einer Steuer und lässt das Modell den Rückgang der Nachfrage berechnen. Stimmt die Reaktion des Modells nicht überein mit der auf Grund der vorgegebenen Preiselastizität erwarteten Nachfrageänderung, passt man die Substitutionselastizität entsprechend an. Dieses Verfahren wurde für die Bereiche Treibstoffe und Heizung gewählt:

- *Treibstoffe* (vgl. Grafik 3-4, oben links): Bei den Treibstoffen resultiert eine kurz- bis mittelfristige Preiselastizität von rund -0.2.<sup>17</sup> Darin enthalten sind unmittelbar wirksame Verhaltensreaktionen (weniger fahren, stärkere Benutzung des öffentlichen Verkehrs und v.a. die Reaktionen beim Tanktourismus). Mittel- bis langfristig steigt die Elastizität auf -0.4 (hier kommt zusätzlich noch der Einsatz von effizienteren Personenwagen hinzu). Für einen sehr langen Zeithorizont (ca. 50 Jahre) wurde auf eine Preiselastizität von rund -0.6 einkalibriert (darin enthalten ist bspw. auch der technische Wandel oder der vermehrte Einsatz von Hybrid- oder Elektroautos).
- *Fossile Brennstoffe für die Raumwärme privater Haushalte* (vgl. Grafik 3-4, oben rechts): Dieser Bereich wurde aufgrund der Informationen, welche die Energieperspektiven des Bundesamts für Energie bietet, kalibriert. In den Energieperspektiven wurden die Auswirkungen einer relativ massiven Abgabe berechnet (Szenario III und IV). Wir haben das vorliegende Gleichgewichtsmodell auf diese Reaktion, welche die Energieperspektiven abgeschätzt hat, kalibriert. Weiter wurde unterstellt, dass die Abgabe ein gewisses Niveau erreichen muss, bis sie wirklich zu CO<sub>2</sub>-Einsparungen führen wird. Danach muss die Abgabe nur noch massvoll angehoben werden, damit weitere Einsparungen erzielt werden können. Dies deckt sich mit der Erwartung, dass eine umfassende energetische Sanierung aus Kostengründen zusammenfällt mit einer Gesamtrenovation, die Wirkung der Abgabe auf den Energieverbrauch sich also kontinuierlich mit dem Sanierungszyklus erhöht (dieser Effekt konnte modellmässig mit der Einführung des Kapitalguts „Heizung“ simuliert werden).
- *Brennstoffe für Nicht-ETS-Sektoren bzw. ETS-Sektoren* (vgl. Grafik 3-4, unten links bzw. rechts): Hier gehen wir von der KLEM-Struktur aus, wie sie vorgängig vorgestellt wurde, und stützen uns auf die Elastizitäten gemäss Okagawa/Ban (2008). Die relativ unelastische Reaktion des ETS-Sektors ist auf die geogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen im Sektor Zement zurückzuführen. Die geogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen machen 30% der gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen im ETS aus. Für 30% der CO<sub>2</sub>-Emissionen im ETS gibt es also keine Substi-

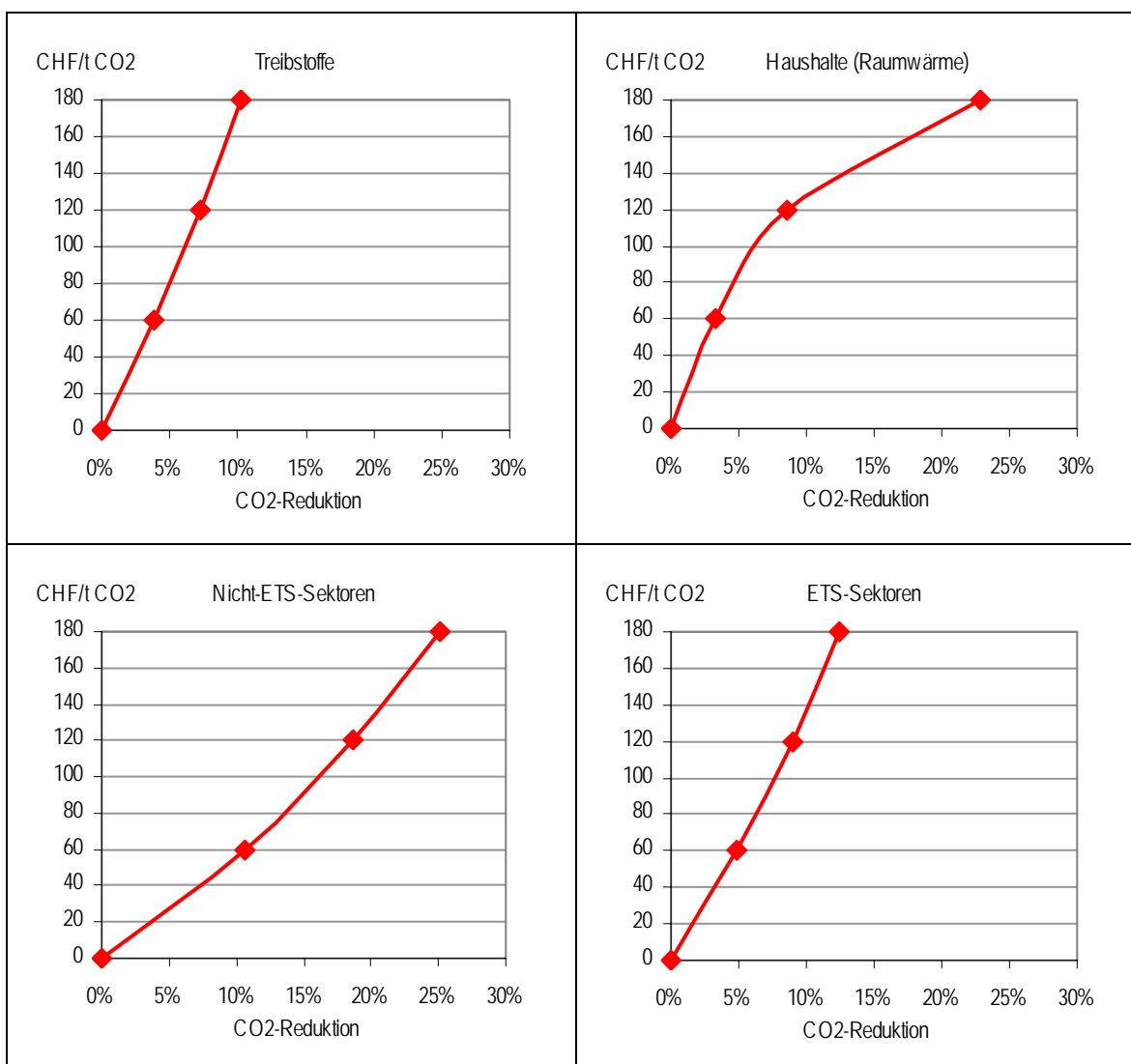
<sup>17</sup> Damit liegt die kurz- bis mittelfristige Preiselastizität von -0.2 leicht unter der langfristigen Elastizität von -0.27 der Studie von Baranzini A., Neto D., Weber S. (2009), wobei langfristig in der Baranzini-Studie für alle Perioden von mehr als 1 bis 1½ Jahren gilt, während in der vorliegenden Studie kurz- bis mittelfristig den Zeithorizont bis 2020 einschliesst.



tionsmöglichkeiten, was dazu führt, dass der ETS-Sektor als Ganzes relativ unelastisch auf eine Bepreisung der CO<sub>2</sub>-Emissionen reagiert.

Die nachfolgenden Grafiken zeigen die Nachfragereaktionen bzw. die gesamtwirtschaftlichen Grenzvermeidungskosten wie sie mit dem Modell für drei verschiedene Abgabehöhen berechnet wurden.

**Grafik 3-4: Gesamtwirtschaftliche Vermeidungskostenkurve des dynamischen Gleichgewichtsmodells für vier Bereiche (Jahr 2020)**



Lesebeispiel: Mit einer CO<sub>2</sub>-Abgabe von 60 CHF/t CO<sub>2</sub> werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Nicht-ETS-Bereich um rund 10% reduziert.

## 4 Auswirkungen der klimapolitischen Szenarien

Nachfolgend werden die mit dem Gleichgewichtsmodell berechneten Abgabehöhen und Preise für die Emissionsrechte im ETS zur Erreichung der Ziele der drei Szenarien «BR -20%», «BR -30%» und «Klimainitiative» dargelegt. Die CO<sub>2</sub>-Abgabe und der Emissionshandel verändern die relativen Preise zwischen den verschiedenen Gütern, was zu einer veränderten Struktur und Leistungsfähigkeit der Wirtschaft führt. Die Auswirkungen der drei Hauptszenarien auf die Wirtschaft werden im Kapitel 4.2 dargestellt. Die aus den Preisänderungen und wirtschaftlichen Auswirkungen resultierenden Effekte auf die Wohlfahrt werden in Kapitel 4.3 analysiert.

In den nachfolgenden Kapiteln wird auch dargestellt, wie sich die Resultate verändern, wenn das Basisszenario anders verläuft, als angenommen. Exemplarisch wird untersucht, welche Folgen ein wärmeres Klima und ein höherer Ölpreis in Bezug auf die Zielerreichung hätten. Damit kann grob abgeschätzt werden, wie hoch bspw. die Bandbreite einer im Voraus festzulegenden CO<sub>2</sub>-Abgabe in etwa sein müsste. Die sich aus dem Modell ergebenden Unsicherheiten bzgl. Reaktion der Wirtschaft und Haushalte auf die klimapolitischen Instrumente werden im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse getrennt analysiert (vgl. Kapitel 5).

### 4.1 Abgabehöhe und ETS-Preise

Die drei Szenarien «BR -20%», «BR -30%» und «Klimainitiative» kennen unterschiedliche Minderungsziele und Instrumente. In Bezug auf die Auswirkungen auf die Höhe der CO<sub>2</sub>-Abgabe und des ETS-Preises sind vor allem die CO<sub>2</sub>-Reduktionsanforderungen im Inland im Vergleich zur «BAU»-Entwicklung relevant. Tabelle 4-1 zeigt diese CO<sub>2</sub>-Minderungsziele im Inland und die aus dem Modell berechnete Höhe der CO<sub>2</sub>-Abgabe und des ETS-Preises.

#### Höhe der CO<sub>2</sub>-Abgabe in Szenarien «BR -20%» und «BR -30%» unter 210 CHF/t CO<sub>2</sub>

Die zur Erreichung der gesteckten Ziele notwendige CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brennstoffe beträgt für das Szenario «BR -20%» 113 CHF/t CO<sub>2</sub> (entspricht 30 Rp./Liter Heizöl EL), dies unter der Annahme einer Rahmentwicklung gemäss «BAU» und unter Einführung eines Gebäudeprogramms, das ab 2013 die energetische Gebäudesanierung mit jährlich 200 Mio. CHF subventioniert. Wird das Ziel mit dem Szenario «BR -30%» verschärft, so muss auch die CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brennstoffe höher – nämlich auf 181 CHF/t CO<sub>2</sub> (entspricht 48 Rp./Liter Heizöl EL) – angesetzt werden.

Wichtige Anmerkung: Dies gilt nur unter der Annahme, dass der Energieverbrauch sich im Basisszenario («BAU») so entwickelt, wie dies die Energieperspektiven des BFE abschätzen. Nimmt der fossile Energieverbrauch nicht schon – wie im BAU unterstellt – ab, so müsste die CO<sub>2</sub>-Abgabe höher angesetzt werden, u.U. sogar deutlich über der heutigen Obergrenze gemäss bestehendem CO<sub>2</sub>-Gesetz von 210 CHF/t CO<sub>2</sub>. Das Umgekehrte gilt, wenn der

fossile Energieverbrauch im BAU stärker abnimmt als unterstellt (bspw. wegen tieferem Bevölkerungswachstum, grösserem technischen Fortschritt, usw.). In einem solchen Fall kann die CO<sub>2</sub>-Abgabe tiefer angesetzt werden.

### **Szenario «Klimainitiative» verlangt eine CO<sub>2</sub>-Abgabe von deutlich über 210 CHF/t CO<sub>2</sub>**

Die nötige CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brenn- und Treibstoffe für die «Klimainitiative» liegt ausserhalb des bestehenden gesetzlichen Rahmens für die maximale Höhe der CO<sub>2</sub>-Abgabe: Die CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brenn- und Treibstoffe berechnet sich unter dem gegebenen Basisszenario «BAU» auf 245 CHF/t CO<sub>2</sub> (entspricht 65 Rp./Liter Heizöl EL oder 48 Rp./Liter Benzin). Die relativ hohe Abgabe wird nötig, da die Ziele mit einer inländischen Reduktion von Brenn- und Treibstoffen um -36% bis 2020 (verglichen mit dem «BAU») auch unter Berücksichtigung des Gebäudeprogramms sowie der Emissionsvorschriften für Neuwagen hoch gesteckt sind. Weiter ist zu beachten, dass als Reaktion auf die CO<sub>2</sub>-Abgabe die Treibstoffe im Vergleich zu den Brennstoffen deutlich weniger stark zurückgehen. Einerseits ist die relative Preiserhöhung bei den Treibstoffen deutlich geringer als bei den Brennstoffen, da die Treibstoffpreise aufgrund der Mineralölsteuer deutlich über den Brennstoffpreisen liegen. Andererseits reagiert die Treibstoffnachfrage weniger stark auf die Erhöhung des Treibstoffpreises (die Treibstoffnachfrage ist unelastischer als die Brennstoffnachfrage).

### **Moderater Preis für die Emissionsrechte im ETS**

Die ETS-Sektoren, die unter sich CO<sub>2</sub>-Emissionsrechte handeln dürfen und CERs auf dem CDM-Markt bis 40% («BR -20%») bzw. 50% («BR-20%» und «Klimainitiative») ihrer Reduktionsleistung einkaufen dürfen, sind im Vergleich mit den Nicht-ETS-Sektoren mit geringeren CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten konfrontiert. Der sich im ETS-Bereich einstellende Preis liegt im Szenario «BR -20%» auf dem Niveau des CER-Preises von 40 CHF/t CO<sub>2</sub>. Die maximal zur Verfügung stehenden CDM-Mengen werden etwa zur Hälfte ausgeschöpft. Dieser relativ tiefe Preis hat zwei Ursachen: Erstens ist die unterstellte CO<sub>2</sub>-Reduktionsverpflichtung im Inland mit -4% relativ gering und zweitens sind die Grenzvermeidungskosten im Bereich dieser Zielvorgaben relativ tief. Mit einem ETS-Preis von 40 CHF/t CO<sub>2</sub> liegt das nicht mit dem EU-ETS verknüpfte Schweizer ETS unter den zu erwartenden Preisen des EU-ETS von 56 CHF/t CO<sub>2</sub> (EUA-Preis)<sup>18</sup>.

Im Szenario «BR -30%» und «Klimainitiative» gelten dieselben Zielvorgaben für das Schweizer ETS. Dementsprechend sind auch die ETS-Preise mit 42 bzw. 44 CHF/t CO<sub>2</sub> in etwa gleich gross. Unterschiede ergeben sich hier allein aufgrund der unterschiedlichen Preise der Vorleistungen für die ETS-Sektoren und der unterschiedlichen Nachfrage nach den Produkten der ETS-Sektoren. Der ETS-Preis beider Szenarien liegt leicht über dem CER-Preis, d.h.

<sup>18</sup> First Climate/Econability (2009), Studie Schweizer Emissionshandelssystem nach 2012: Auswirkungen für die Wirtschaft, im Auftrag des BAFU/SECO.

die maximal zugestandene CDM-Menge wird auch eingekauft. Dass der Preis bis 2020 nicht stärker zunimmt, hängt auch hier mit der unterstellten CO<sub>2</sub>-Reduktionsverpflichtung im Inland zusammen, die mit -6% relativ gering ist.

Auch hier muss wieder angemerkt werden, dass die unterstellte BAU-Entwicklung einen massgeblichen Einfluss auf den ETS-Preis hat: Nimmt der fossile Energieverbrauch im ETS-Bereich nicht schon – wie im BAU unterstellt – ab, so wird sich ein höherer ETS-Preis einstellen. Nimmt der fossile Energieverbrauch im ETS-Bereich stärker ab, so wird der ETS-Preis aber kaum unter den Preis auf dem CDM-Markt fallen.

Tabelle 4-1: CO<sub>2</sub>-Minderungsziele, CO<sub>2</sub>-Abgabe, ETS-Preise im Jahr 2020<sup>19</sup>

Rahmenentwicklung gemäss «BAU» (Klima ohne Erwärmung, Ölpreis 55 US\$/Fass)			
	Szenario		
	«BR -20%»	«BR -30%»	«Klimainitiative»
<b>INLÄNDISCHE CO<sub>2</sub>-Reduktionsziele bis 2020 im Vergleich zu «BAU» *)</b>			
- ETS-Bereich	-4%	-6%	-6%
- Brennstoffe	-18%	-29%	-36%
- Treibstoffe	kein Inlandziel, Einkauf von ca. 3.5 Mio. t CO <sub>2</sub> auf CDM-Markt	kein Inlandziel, Einkauf von ca. 6 Mio. t CO <sub>2</sub> auf CDM-Markt	
<b>Abgabehöhe / ETS-Preis</b>			
ETS	40	42	44
CO <sub>2</sub> -Abgabe [CHF/t CO <sub>2</sub> ]	113	181	245
Finanzierungsabgabe Treibstoff [in % des Treibstoffpreises]	1%	2%	
Rahmenentwicklung gemäss «BAU Klimaerwärmung» (Klima mit Erwärmung, Ölpreis 55 US\$/Fass)			
	Szenario		
	«BR -20%»	«BR -30%»	«Klimainitiative»
<b>Inländische CO<sub>2</sub>-Reduktionsziele bis 2020 im Vergleich zu «BAU»</b>			
- ETS-Bereich	-4%	-6%	-6%
- Brennstoffe	-14%	-26%	-35%
- Treibstoffe	kein Inlandziel, Einkauf von ca. 3.5 Mio. t CO <sub>2</sub> auf CDM-Markt	kein Inlandziel, Einkauf von ca. 6 Mio. t CO <sub>2</sub> auf CDM-Markt	
<b>Abgabehöhe / ETS-Preis</b>			
ETS	40	40	43
CO <sub>2</sub> -Abgabe [CHF/t CO <sub>2</sub> ]	99	162	227
Finanzierungsabgabe Treibstoff [in % des Treibstoffpreises]	1%	2%	
Rahmenentwicklung gemäss «BAU», Ölpreis steigt auf 100 US\$			
	Szenario		
	«BR -20%»	«BR -30%»	«Klimainitiative»
<b>Abgabehöhe / ETS-Preis</b>			
ETS	40	40	40
CO <sub>2</sub> -Abgabe [CHF/t CO <sub>2</sub> ]	33	100	162
Finanzierungsabgabe Treibstoff [in % des Treibstoffpreises]	1%	2%	

<sup>19</sup> Die Werte für die Zwischenjahre 2010 und 2015 sind der Tabelle 7-15 zu entnehmen.

### **Kompensationspflicht verteuert Treibstoffe nicht mehr als 2%**

Bei den Treibstoffen wird in den Szenarien «BR -20%» und «BR -30%» eine Abgabe zur Finanzierung der ausländischen Zertifikate auf dem CDM-Markt erhoben. Diese Abgabe verteuert den Benzin- und Dieselpreis nicht mehr als 1% bis 2%. Eine Lenkungswirkung hat diese Kompensationspflicht keine. Dies bedeutet, dass der einzige Beitrag zur Reduktion der inländischen CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Treibstoffen aus der Einführung der an die EU angelegten Emissionsvorschriften für Neuwagen kommt. Dieser Beitrag wurde exogen vorgegeben und beträgt für das Jahr 2020 1.5 Mio. t CO<sub>2</sub>. Die im Ausland eingekauften Zertifikate auf dem CDM-Markt (CER) sind im Vergleich dazu deutlich höher und betragen für das Jahr 2020 rund 3.5 Mio. t CO<sub>2</sub> für das Szenario «BR -20%» und rund 6 Mio. t CO<sub>2</sub> für das Szenario «BR -30%».

### **Wärmeres Klima lässt CO<sub>2</sub>-Abgabe schmelzen**

Die vorgängig berechnete Höhe der CO<sub>2</sub>-Abgabe ist stark abhängig vom unterstellten Bau-szenario. Allein die Annahme, dass das Klima wärmer wird (Berücksichtigung der bereits beobachteten Klimaerwärmung), hat bereits einen spürbaren Einfluss auf die Höhe der CO<sub>2</sub>-Abgabe. Diese kann je nach Szenario bis 2020 7% bis 12% tiefer angesetzt werden als bei einem Klima ohne Erwärmung (bezogen auf die Periode 1970 bis 1992). Aufgrund der Erwärmung bis 2020 ist bereits mit einem beträchtlichen Einfluss zu rechnen, obwohl die Zunahme bis 2020 noch nicht so gross sein dürfte: Mit dem wärmeren Klima nehmen die sogenannten Heizgradtage<sup>20</sup> ab; es muss also weniger Energie für die Raumwärme aufgebracht werden.

### **Ein höherer Ölpreis ersetzt die CO<sub>2</sub>-Abgabe nicht vollständig**

Einen noch grösseren Einfluss auf die Höhe der CO<sub>2</sub>-Abgabe hat der Ölpreis. Bei einem Ölpreis von 100 US\$/Fass<sup>21</sup> ist im Szenario «BR -20%» bis ins Jahr 2020 nur mehr eine Abgabe nötig, die sich in etwa in der Höhe der heutigen Abgabe (36 CHF/t CO<sub>2</sub>) bewegt. Im Szenario «BR -30%» wäre anstelle einer Abgabe von 181 CHF/t CO<sub>2</sub> nur noch eine Abgabe auf Brennstoffe von 100 CHF/t CO<sub>2</sub> nötig. Im Szenario «Klimainitiative» würde die CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brenn- und Treibstoffe von 245 auf 162 CHF/t CO<sub>2</sub> sinken.

Bei den ETS-Preisen würde sich nichts Massgebliches ändern: Diese liegen für alle Szenarien auf dem CDM-Preis. Hingegen werden deutlich geringere Mengen an CDM eingekauft,

---

<sup>20</sup> Die Heizgradtage sind ein Mass für den Raumwärmebedarf eines Gebäudes. Er berechnet sich aus der Differenz zwischen Raumtemperatur und Aussentemperatur. Je höher die Aussentemperatur, desto geringer die Heizgradtage und desto weniger Energie wird für die Gebäudeheizung benötigt.

<sup>21</sup> Weiter wurde unterstellt, dass die Öl- und Gaspreise gekoppelt sind, sich also der Gaspreis ebenfalls entsprechend erhöht.

da ein Grossteil der Reduktion aufgrund der hohen Preise für Öl und Gas von den ETS-Sektoren im Inland erbracht werden.

Anmerkung: In unseren Berechnungen reagieren die Konsumenten und Produzenten grundsätzlich gleich auf Ölpreiserhöhungen, welche durch einen gestiegenen Weltmarktpreis oder eine Abgabe zurückzuführen ist. Dies ist aber in der Realität nicht so. Auf Preiserhöhungen auf den Weltmärkten wird zwar zuerst einmal schnell reagiert: Das „verschwenderische“ Verhalten wird (in Teilbereichen) geändert. Grössere Einsparinvestitionen werden aber erst ausgelöst, wenn über die Persistenz der Ölpreiserhöhung eine gewisse Sicherheit herrscht. Bei einer stufenweise eingeführten Abgabe ist dies anders: Hier fehlen die unmittelbaren Erfolgserlebnisse grosser Ölpreisschocks, es werden aber schon zu Beginn längerfristig angelegte Einsparinvestitionen ausgelöst, da hier – das Vertrauen in eine nachhaltige Klima- und Energiepolitik vorausgesetzt – die Preiserhöhung nachhaltig ist. Dieser Unterschied in der Reaktion der Konsumenten und Produzenten auf exogene Ölpreisschocks und der Wirkung einer Abgabe wird in der vorliegenden Modellberechnung nicht berücksichtigt.

### **Zusätzliche Unsicherheiten bei der Entwicklung der Rahmenbedingungen**

Es wurde bereits erwähnt, dass die unterstellte BAU-Entwicklung einen grossen Einfluss auf die Höhe der CO<sub>2</sub>-Abgabe hat. Die BAU-Entwicklung ist abhängig von der Bevölkerungsentwicklung, dem technischen Fortschritt, der wirtschaftlichen Prosperität usw. Die Entwicklungen dieser Einflussfaktoren ist ebenfalls unsicher, da sie geschätzt werden müssen. Das kann dazu führen, dass sich die Einschätzung der „richtigen“ Höhe der CO<sub>2</sub>-Abgabe im Laufe der Zeit ändern könnte.

Weiter hat auch die Klimapolitik unserer wichtigsten Handelspartnerländern einen bedeutenden Einfluss auf die Höhe der CO<sub>2</sub>-Abgabe: Je ambitionierter die Klimapolitik in den Handelspartnerländern ist und je stärker diese Länder ihre CO<sub>2</sub>-Emissionen besteuern, desto höher muss auch die heimische CO<sub>2</sub>-Abgabe sein. Der Hauptgrund für diesen Zusammenhang liegt darin, dass die Schweiz kompetitiver wird, wenn die Handelspartnerländer ihre klimapolitischen Massnahmen verstärken. Dies würde den Export der Schweiz erhöhen und damit würde auch mehr CO<sub>2</sub> produziert. Um die CO<sub>2</sub>-Ziele trotzdem zu erreichen, muss die CO<sub>2</sub>-Abgabe in der Schweiz erhöht werden. Dies kann je nach Ausgestaltung der klimapolitischen Massnahmen im Ausland einen Unterschied in der festzulegenden CO<sub>2</sub>-Abgabe von bis zu 30 CHF/t CO<sub>2</sub> ausmachen.<sup>22</sup>

**Fazit:** Die klimapolitischen Ziele der Szenarien «BR -20%» und «BR -30%» lassen sich bis zum Jahr 2020 mit einer CO<sub>2</sub>-Abgabe unter dem heutigen gesetzlichen Maximalsatz von 210 CHF/t CO<sub>2</sub> umsetzen. Bei vorgegebenem «BAU» schätzen wir die CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brennstoffe im Szenario «BR -20%» auf rund 110 CHF/t CO<sub>2</sub> und im Szenario «BR -30%» auf 180

<sup>22</sup> Vgl. dazu Ecoplan (2008b), Volkswirtschaftliche Auswirkungen von CO<sub>2</sub>-Abgaben und Emissionshandel für das Jahr 2020.

CHF/t CO<sub>2</sub>. Die Bandbreite – allein aufgrund der ungewissen Ölpreis-Entwicklung – ist allerdings gross: bspw. müsste bei Ölpreisen um die 100 US\$/Fass die heutige CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brennstoffe von 36 CHF/t CO<sub>2</sub> im Szenario «BR -20%» nicht erhöht werden. Weiter führt ein wärmeres Klima ebenfalls zu einer um rund 15 bis 20 CHF/t CO<sub>2</sub> tieferen Abgabe. Umgekehrt müsste die Abgabe erhöht werden, wenn das Ausland ebenfalls weitere klimapolitische Massnahmen trifft, die zu einer Verteuerung der CO<sub>2</sub>-intensiven Produkte führt. Allein aufgrund unterschiedlicher Annahmen zur Klimaerwärmung, zum Ölpreis und zu den Massnahmen des Auslands ergibt sich somit eine Bandbreite für die CO<sub>2</sub>-Abgabe von 33 bis 143 CHF/t CO<sub>2</sub> für Szenario «BR -20%» und von 100 bis 210 CHF/t CO<sub>2</sub> für Szenario «BR -30%».

Die CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brenn- und Treibstoffe berechnen wir im Szenario «Klimainitiative» bei gegebener Rahmentwicklung auf 245 CHF/t CO<sub>2</sub>. Auch hier spielt der Ölpreis eine wesentliche Rolle, allerdings fällt hier die CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brenn- und Treibstoffe nicht unter 162 CHF/t CO<sub>2</sub>. Die Bandbreite für die CO<sub>2</sub>-Abgabe beträgt für das Szenario «Klimainitiative» somit 162 bis 275 CHF/t CO<sub>2</sub>.

## 4.2 Auswirkungen auf die Wirtschaft

Nachfolgend werden die Auswirkungen der drei Szenarien auf das Bruttoinlandprodukt (BIP) dargestellt. Anschliessend werden die Aussenhandelseffekte (Exporte und Importe) und die Struktureffekte (Auswirkungen auf die Branchen) aufgezeigt.

### 4.2.1 BIP

Das BIP dient als Indikator für die Wirtschaftsleistung, ist aber nicht gleichzusetzen mit der Wohlfahrt, auf die im Kapitel 4.3 eingegangen wird. Die in der Tabelle 4-2 dargestellte Veränderung des BIPs im Vergleich zum Basisszenario «BAU» bzw. zum «BAU Klimaerwärmung» kann als Indikator für die «Belastung» der Wirtschaft aufgrund der klimapolitischen Massnahmen dienen.

Die Tabelle zeigt jeweils drei Zeilen:

- Die erste Zeile zeigt den Niveau-Effekt des BIPs im Jahr 2020. Zu beachten ist, dass in diesem Niveau-Effekt auch die bereits beschlossenen klimapolitischen Massnahmen, wie die bestehende CO<sub>2</sub>-Abgabe enthalten sind.
- Die zweite Zeile zeigt – annäherungsweise – den zusätzlichen Niveau-Effekt des BIPs aufgrund der Verschärfung der Klimapolitik nach der Verpflichtungsperiode 2008/2012. Dabei unterstellen wir vereinfachend, dass der zusätzliche Niveau-Effekt ab 2010 bis 2020 in etwa der zusätzlichen Belastung der Wirtschaft aufgrund der Verschärfung des klimapolitischen Instrumentariums zur Erreichung der Ziele im Jahr 2020 entspricht.
- Die dritte Zeile zeigt, wie sich die zusätzlichen klimapolitischen Massnahmen zur Erreichung der gesteckten Ziele im Jahr 2020 auf die jährlichen BIP-Wachstumsraten auswirken.



**Tabelle 4-2: Auswirkungen auf das BIP für das Jahr 2020<sup>23</sup> und als Veränderung der jährlichen BIP-Wachstumsrate ab 2010**

	Szenario		
	«BR -20%»	«BR -30%»	«Klimainitiative»
<b>Auswirkungen auf das BIP i.Vgl. zu «BAU» (Klima ohne Erwärmung, Ölpreis 55 US\$/Fass)</b>			
BIP-Niveau-Effekt i.Vgl. zu «BAU» im Jahr 2020	-0.69%	-0.94%	-2.04%
Zusätzlicher BIP-Niveau-Effekt ab 2010 i.Vgl. zu «BAU» im Jahr 2020	-0.40%	-0.65%	-1.75%
Veränderung der jährlichen BIP-Wachstumsrate ab 2010 bis 2020	-0.04%	-0.07%	-0.18%
<b>Auswirkungen auf das BIP i.Vgl. zu «BAU Klimaerwärmung» (Klima mit Erwärmung, Ölpreis 55 US\$/Fass)</b>			
BIP-Niveau-Effekt i.Vgl. zu «BAU» im Jahr 2020	-0.65%	-0.89%	-1.93%
Zusätzlicher BIP-Niveau-Effekt ab 2010 i.Vgl. zu «BAU» im Jahr 2020	-0.38%	-0.62%	-1.66%
Veränderung der jährlichen BIP-Wachstumsrate ab 2010 bis 2020	-0.04%	-0.06%	-0.17%

### Wärmeres Klima -> weniger restriktive Instrumente -> kleinerer BIP-Verlust

Erwärmt sich das Klima, so sind die klimapolitischen Massnahmen weniger restriktiv auszugestalten. Die Belastung der Wirtschaft durch die klimapolitischen Massnahmen ist weniger gross und dementsprechend der BIP-Rückgang kleiner. Achtung: Selbstverständlich sind hier die negativen Auswirkungen der Klimaänderung auf die Wirtschaft nicht eingerechnet (bspw. negative Effekte auf den Wintertourismus, auf die Stromproduktion, usw.).<sup>24</sup> Auch die Sekundärnutzen sind nicht berücksichtigt.

### BIP-Rückgang im Jahr 2020 ist in «BR -20%» und «BR -30%» wirtschaftlich verkraftbar

Die Modellberechnungen zeigen im Jahr 2020 ein BIP, das im Szenario «BR -20%» -0.69% und im Szenario «BR -30%» -0.94% unter dem BIP des «BAU» liegt (vgl. Tabelle 4-2). Diese wirtschaftliche Belastung der Klimapolitik darf als sehr moderat und verkraftbar bezeichnet werden. Bei dieser Betrachtung ist allerdings die Belastung der Wirtschaft durch die bereits beschlossenen klimapolitischen Massnahmen im Hinblick auf die Erreichung der Ziele der Verpflichtungsperiode 2008/2012 ebenfalls enthalten. Gehen wir davon aus, dass diese bereits beschlossenen klimapolitischen Massnahmen nicht zurückgenommen werden und wir nur an der zusätzlichen Belastung der Wirtschaft durch die zusätzlichen klimapolitischen Massnahmen im Hinblick auf die Zielerreichung im Jahr 2020 interessiert sind, dann kann dies annäherungsweise anhand des zusätzlichen BIP-Niveau-Effekte zwischen den Jahren

<sup>23</sup> Die Werte für die Zwischenjahre 2010 und 2015 sind der Tabelle 7-16 zu entnehmen.

<sup>24</sup> Vgl. dazu Ecoplan (2007c), Auswirkungen der Klimaänderung auf die Schweizer Volkswirtschaft (nationale Einflüsse).

2010 und 2020 illustriert werden.<sup>25</sup> Die zusätzlichen Massnahmen zur Zielerreichung im Jahr 2020 führen zu einem BIP, das im Jahr 2020 im Szenario «BR -20%» -0.40% und im Szenario «BR -30%» -0.65% unter dem BIP des «BAU» liegt. Die jährliche BIP-Wachstumsrate würde sich damit zwischen den Jahren 2010 und 2020 von 1.58% (BIP-Wachstumsrate im «BAU» um -0.04% (Szenario «BR -20%») bzw. -0.06% (Szenario «BR -30%») verringern.

#### **«Klimainitiative» mit spürbarem BIP-Rückgang**

Im Szenario «Klimainitiative» liegt der BIP-Rückgang spürbar höher. Berücksichtigt man alle klimapolitischen Massnahmen, so liegt das BIP aufgrund der relativ hohen CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brenn- und Treibstoffe von 245 CHF/t CO<sub>2</sub> im Jahr 2020 -2.04% unter dem BIP des «BAU». Die Belastung der Wirtschaft durch die zusätzlichen Massnahmen zur Zielerreichung im Jahr 2020 führen zu einem BIP, das im Jahr 2020 -1.75% unter dem BIP des «BAU» liegt. Die jährliche BIP-Wachstumsrate würde sich damit zwischen den Jahren 2010 und 2020 von 1.58% (BIP-Wachstumsrate im «BAU») um spürbare -0.18% auf 1.4% verringern.

#### **Einfluss der ausländischen Klimapolitik auf das Schweizer BIP**

Bereits erwähnt wurde, dass die Klimapolitik unserer Handelspartnerländer einen massgeblichen Einfluss auf die Höhe der CO<sub>2</sub>-Abgabe in der Schweiz haben kann. In Bezug auf das Schweizer BIP hat die Politik unserer Handelspartnerländer keinen massgeblichen Einfluss. Dies ist auf zwei gegenläufige Effekte zurückzuführen: Je stärker das Ausland wächst, desto ambitionierter muss ihre Klimapolitik sein, was die relative Wettbewerbsposition der Schweiz erhöht. Dies wiederum lässt einen BIP-Anstieg für die Schweiz erwarten. Die ambitioniertere Klimapolitik führt aber im Ausland zu einer Schwächung der Wirtschaftsleistung, was den Exportmarkt für die Schweiz verringert und schlussendlich einen negativen Effekt auf das Schweizer BIP hat. Beide Effekte – relativ verbesserte Wettbewerbsposition und schrumpfender Exportmarkt – heben sich gegenseitig ungefähr auf.<sup>26</sup>

---

<sup>25</sup> Da die Modellresultate aus einem dynamischen Modell stammen und hier auch intertemporale Effekte, wie bspw. die Antizipation kommender Massnahmen bereits vor in Kraft treten dieser Massnahmen auftreten, haben wir nicht das Jahr 2013 (also erstes Jahr nach der Verpflichtungsperiode 2008/2012) gewählt, sondern das Jahr 2010.

<sup>26</sup> Vgl. dazu die Ausführungen zu Kapitel 5.2.1 in Ecoplan (2008 b), Volkswirtschaftliche Auswirkungen von CO<sub>2</sub>-Abgaben und Emissionshandel für das Jahr 2020.

#### 4.2.2 Aussenhandelseffekte für die Schweiz

Die nachfolgenden beiden Grafiken zeigen den Einfluss der klimapolitischen Massnahmen auf die Ex- und Importe im Jahr 2020. Dargestellt ist jeweils die Veränderung der Ex- und Importe im Vergleich zum «BAU», also einer Entwicklung ohne klimapolitische Massnahmen. Die relativ grossen Auswirkungen auf die Ex- und Importe müssen dabei aber insbesondere für die Sektoren im ETS relativiert werden:

- Erstens wurde unterstellt, dass das Schweizer ETS isoliert bleibt, d.h., dass keine Verknüpfung mit dem EU-ETS statt findet.
- Zweitens werden die Auswirkungen mit einem Einländermodell berechnet, welches implizit davon ausgeht, dass unsere Handelspartnerländer keine weiteren klimapolitischen Massnahmen beschliessen, die zu einer starken Verteuerung der fossilen Energien führen (entweder über ein Emissionshandelssystem oder eine CO<sub>2</sub>-Abgabe).

Die dargestellten sektoralen Aussenhandelseffekte in der Grafik 4-1 und Grafik 4-2 sind somit überzeichnet.

##### ETS-Sektoren

Diese Überzeichnung gilt vor allem für die ETS-Sektoren, da hier die geplanten klimapolitischen Massnahmen unserer Haupthandelspartnerländer ihre eigene Wirtschaft belasten und der hier berechnete Wettbewerbsnachteil für die Schweiz deutlich geringer ausfällt.<sup>27</sup> Je nach klimapolitischen Massnahmen und Kostenstruktur der Unternehmen kann für die Schweiz sogar die Wettbewerbssituation im ETS-Bereich gegenüber unseren Haupthandelspartnern wie der EU verbessert werden.<sup>28</sup> Vergleicht man die Auswirkungen zwischen den einzelnen Szenarien, so sind die Effekte auf die Exporte im Szenario «Klimainitiative» am grössten – die geringsten Auswirkungen zeigt Szenario «BR -20%». Weiter ist zu erwähnen, dass sowohl bei den Exporten als auch bei den Importen die Veränderungen im Vergleich zum «BAU» im Szenario «Klimainitiative» ausgeprägter sind als im Szenario «BR -30%» – dies obgleich in beiden Szenarien dieselben Zielsetzungen für den ETS-Bereich unterstellt wurden und der resultierende ETS-Preis in beiden Szenarien in etwa gleich hoch ist. Dass die Ex- und Importveränderungen im Szenario «Klimainitiative» ausgeprägter sind als im Szenario «BR -30%» ist somit nicht auf eine unterschiedliche Ausgestaltung des ETS zurückzuführen. Diese ausgeprägtere Aussenhandelsreaktion im Szenario «Klimainitiative» ist auf teurere Vorleistungen zurückzuführen. Die Nicht-ETS-Sektoren werden im Szenario «Klimainitiative» durch eine höhere Abgabe belastet als im Szenario «BR -30%», was dazu führt, dass diese Sektoren zumindest einen Teil dieser Abgabelast auf die Endpreise überwälzen. Da die Nicht-ETS-Sektoren auch Vorleistungen für die ETS-Sektoren erbringen, verteuern

---

<sup>27</sup> Ecoplan (2008b) zeigt die Auswirkungen auf die Ex- und Importe unter der Annahme, dass unsere Haupthandelspartnerländer wie die EU ebenfalls klimapolitische Massnahmen ergreifen. Ein Vergleich dieser Aussenhandelseffekte mit den hier dargestellten Aussenhandelseffekten zeigt, dass vor allem im ETS-Bereich mit geringeren Veränderungen gegenüber der BAU-Entwicklung zu rechnen ist.

<sup>28</sup> Auch könnte eine Einbindung des Schweizer ETS in das EU-ETS allfällige Wettbewerbsnachteile verhindern bzw. schmälern. Dazu hat das BAFU / SECO eine eigene Studie in Auftrag gegeben.

sich somit auch die Vorleistungen der ETS-Sektoren, mit entsprechenden Folgen für die internationale Wettbewerbsfähigkeit.

Die Modellberechnungen zeigen, dass insbesondere die drei CO<sub>2</sub>-intensivsten Sektoren (vgl. Tabelle 3-1) Steine/Erden, Papier und Zement einen erheblichen relativen Exportrückgang aufweisen, wobei die Höhe vom Klimaszenario abhängig ist (vgl. Grafik 4-1). Der Zementsektor weist neben den energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen noch einen beträchtlichen Anteil an geogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen auf.<sup>29</sup> Da Steine/Erden kaum Exporte aufweist, ist die absolute Bedeutung dieser Exportverluste völlig unbedeutend. Auch die Zementindustrie liegt mit ihrer Exportintensität von 24% (Exporte in % des Bruttoproduktionswerts) deutlich unter dem Durchschnitt des gesamten Industriesektors, der bei 65% liegt. Die Zementexporte wiesen im Jahr 2005 ein Volumen von knapp über 1 Mrd. CHF auf, ein im Modell errechneter – und vermutlich überzeichneter – Rückgang von über 15% ist somit gesamtwirtschaftlich nicht von grosser Bedeutung. Die Papierindustrie liegt mit einer Exportintensität von 57% nur noch knapp unter dem industriellen Durchschnitt. Die Papierindustrie trägt mit einem Exportvolumen von gut 2.5 Mrd. CHF im Jahr 2005 aber nur gerade 1.6% zum Exportvolumen aller Industriesektoren bei.

Der grösste Exporteur, der Sektor Chemie, muss mit keiner massgeblichen Veränderung bei den Exporten rechnen (das gilt für den gesamten Sektor, einzelne Chemie-Unternehmen können aber sehr wohl mit Exportrückgängen konfrontiert sein). Dies hat im Wesentlichen damit zu tun, dass der Sektor Chemie derjenige Sektor innerhalb des ETS ist, welcher die geringste CO<sub>2</sub>-Intensität aufweist.<sup>30</sup>

Insgesamt kann bezüglich der Auswirkungen auf die Exporte im ETS festgehalten werden, dass diejenigen ETS-Sektoren, die massgeblich von einem Exportrückgang betroffen sind, entweder nicht auf die Exporte angewiesen sind (wie bspw. der nicht exportsensible Sektor Steine/Erden und teilweise auch der Sektor Zement) oder gesamtwirtschaftlich unbedeutende Exportvoluminas aufweisen (Zement und teilweise auch Papier). Dazu kommt, dass die Auswirkungen im Einländermodell überschätzt werden, da unsere Haupthandelspartnerländer ebenfalls Massnahmen ergreifen werden und sich damit die internationalen Preisrelationen weniger verschieben, als hier unterstellt.

Die einheimische Produktion wird einzig im Sektor Zement im beschränktem Ausmass durch Importe ersetzt (vgl. Grafik 4-2). Dass der Zementsektor mit seinen hohen energiebedingten und geogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen trotz der relativ hohen Belastung durch den Zukauf von Emissionsrechten nicht stärker durch Importprodukte bedroht wird, hängt damit zusammen,

---

<sup>29</sup> Insgesamt rund 1.8 Mio. t CO<sub>2</sub>. Die geogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen entstehen im Produktionsprozess und können nicht wie die energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Kapital oder Arbeit substituiert werden (diese geogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen wurden in der Produktionsfunktion des Sektors Zement mit einer Leontief-Funktion an den Sektoroutput gebunden).

<sup>30</sup> Der Sektor Chemie kann in einzelnen Szenarien seine Exporte sogar steigern, wenn auch nur in geringem Ausmass. Dies ist auf die ganz leicht verbesserte Wechselkursituation zurückzuführen: Der Schweizer Franken wertet sich ganz leicht ab.

dass in diesem Sektor die heimische Produktion nicht so einfach durch Importe ersetzt werden kann: Dieser Sektor kann von einem gewissen „Distanzschutz“ profitieren.

### **Nicht-ETS-Sektoren**

Die Effekte auf den Export sind im Szenario «Klimainitiative» am grössten. Im Szenario «BR -20%» sind die Exportrückgänge im Vergleich zum Szenario «Klimainitiative» nur noch etwa halb so hoch.

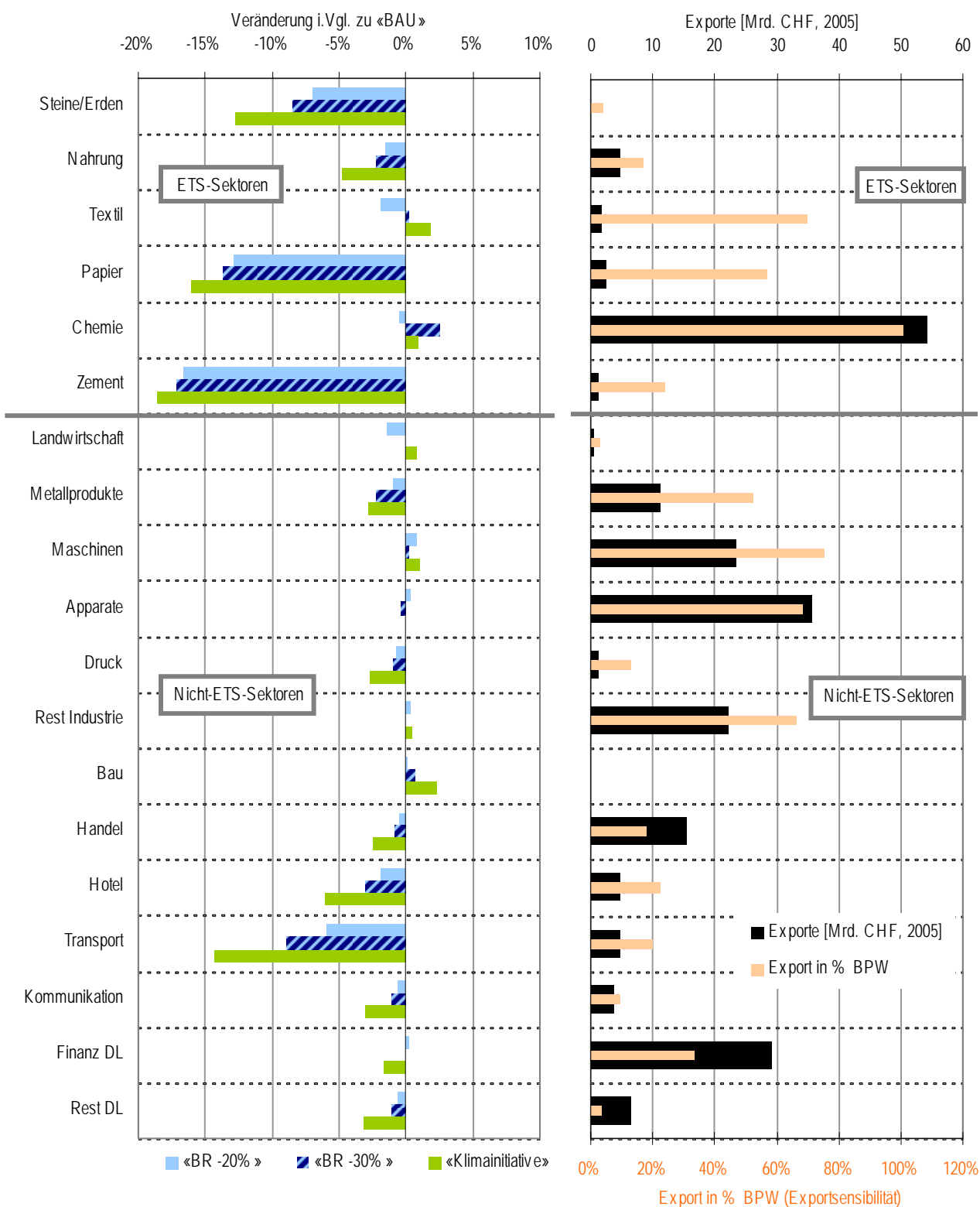
Im Szenario «Klimainitiative» haben die beiden Sektoren Hotel (beinhaltet das gesamte Gastgewerbe) und Transport einen Exportrückgang von über 3% zu verzeichnen (vgl. Grafik 4-1). Dies aufgrund ihrer – im Vergleich zu den anderen Nicht-ETS-Sektoren – relativ hohen CO<sub>2</sub>-Emissionen mit vergleichsweise höherer Belastung durch die CO<sub>2</sub>-Abgabe. Das gilt vor allem für den Sektor Hotel; beim Sektor Transport kommt hinzu, dass weniger Güter exportiert werden müssen, was zu einem Rückgang der Transportnachfrage im Export führt. Gesamtwirtschaftlich wird sich dies aber nicht stark auswirken, da beide Sektoren keine eigentlichen Exportsektoren sind. Die grosse relative Veränderung löst also in diesen Sektoren nur kleine absolute Exporteffekte aus – die Auswirkungen aus gesamtwirtschaftlicher Sicht sind somit sehr gering.

Weitere Sektoren mit einer Exporteinbusse im Bereich von -2% bis -3% (im Szenario «Klimainitiative») sind Metalle, Druck und Handel. Einschränkend muss hier erwähnt werden, dass es in der Realität vor allem im Sektor Metalle energieintensive Unternehmen gibt, die dem ETS unterstellt sind. Modelltechnisch konnte dies nicht adäquat erfasst werden. So darf vermutet werden, dass gerade in diesem Sektor die Exportverluste nicht so hoch ausfallen, wie im Modell berechnet.

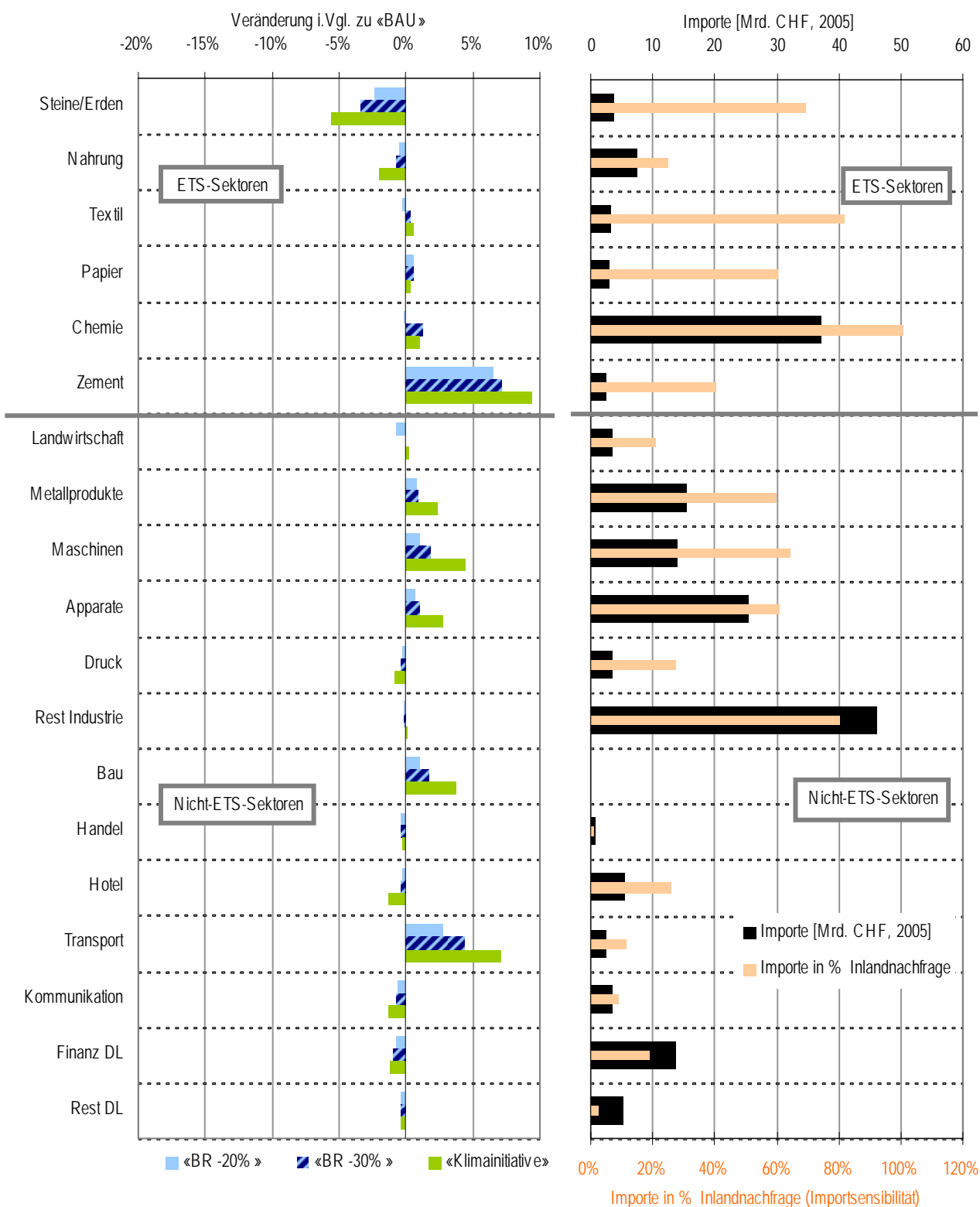
Importkonkurrenz ergibt sich vor allem in den Sektoren Metalle, Maschinen, Apparate, Bau und Transport. In den Sektoren Bau und Transport ist dies weniger problematisch, da diese beiden Sektoren nicht importsensibel sind. Für die anderen drei importsensiblen Sektoren Metalle, Maschinen und Apparate wird sich der Importdruck vor allem beim Szenario «Klimainitiative» bemerkbar machen. Die Modellberechnungen ergeben aber keine Importzunahmen gegenüber dem «BAU» von über 5% für diese drei Sektoren. In den Szenarien «BR -20%» und «BR -30%» sind für die importsensiblen Sektoren keine Importzunahmen von über 2% zu erwarten.

**Fazit:** Grössere Effekte auf Exporte und Importe sind nicht auszuschliessen, betreffen aber im Wesentlichen wenig export- und importorientierte Sektoren. Die gesamtwirtschaftlichen Veränderungen der Exporte und Importe im Vergleich zum «BAU» fallen daher moderat aus. Dies sogar unter der Annahme, dass die Handelspartnerländer keine weiteren klimapolitischen Massnahmen umsetzen. Treffen unsere wichtigsten Handelspartnerländer vergleichbare klimapolitische Massnahmen wie die Schweiz, so werden die negativen Aussenhandelseffekte noch geringer ausfallen. Nicht auszuschliessen ist auch eine relative Verbesserung der Wettbewerbsposition einzelner Sektoren.

**Grafik 4-1: Auswirkungen auf die Exporte im Vergleich zum «BAU», Jahr 2020**



**Grafik 4-2: Auswirkungen auf die Importe im Vergleich zum «BAU», Jahr 2020**



### 4.2.3 Struktureffekte

Die strukturellen Veränderungen ergeben sich aus (1) der Veränderung der vorgängig diskutierten Aussenhandelseffekte und (2) aus der Veränderung der heimischen Nachfrage. Einleitend muss angemerkt werden, dass strukturelle Veränderungen nicht unerwünscht sind. Es geht ja gerade darum, durch klimapolitische Massnahmen zu einer für das Klima nachhaltigeren Wirtschaft zu finden; die Nachfrage so zu beeinflussen, dass weniger energie- und damit CO<sub>2</sub>-intensive Güter gekauft werden. Struktureffekte, die weg von den energie- bzw. CO<sub>2</sub>-intensiven Gütern hin zu Gütern, die mit weniger CO<sub>2</sub>-Emissionen produziert werden, führen, sind somit geradezu erwünscht.

Die strukturellen Veränderungen in den drei Szenarien gehen denn auch in die erwünschte Richtung: Die energie- und CO<sub>2</sub>-intensivsten Sektoren verlieren am meisten – gemessen am Bruttoproduktionswert und gemessen als relative Veränderung zum «BAU» (vgl. Grafik 4-3). Es sind dies – wie bereits erwähnt – die Sektoren Steine//Erden, Papier und Zement. Für den Rückgang im Sektor Steine/Erden ist vorab die sinkende Inlandnachfrage verantwortlich. Im Sektor Papier kann die Produktionseinbusse zu  $\frac{3}{4}$  auf den Rückgang der Exporte – also auf die verschlechterte Wettbewerbsposition – zurückgeführt werden. Im Sektor Zement ist der Umsatzrückgang auf weniger Exporte und die Verdrängung der heimischen Produktion durch Importe zurückzuführen.

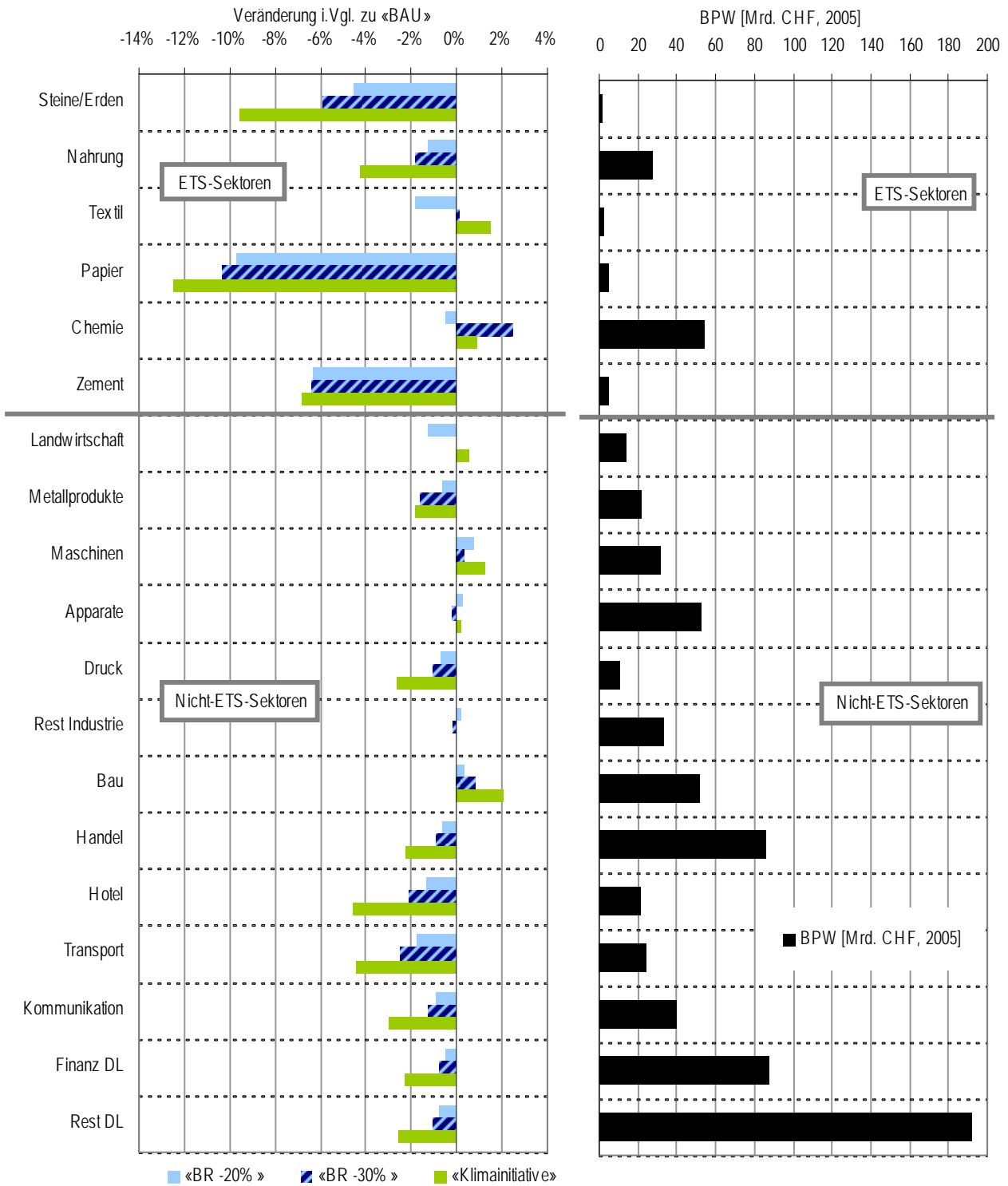
Der Produktionsanstieg in den Sektoren Maschinen und Bau ist auf eine gesteigerte Inlandnachfrage zurückzuführen. Der Sektor Chemie kann von einer gesteigerten Inlandnachfrage und wachsenden Exporten leicht profitieren.

Als energie- und damit CO<sub>2</sub>-intensive Sektoren müssen auch Hotel (beinhaltet das gesamte Gastgewerbe) und Transport mit einem Produktionsrückgang rechnen. Im Sektor Hotel (bzw. Gastgewerbe) ist eine geringere Inlandnachfrage verantwortlich für den Produktionsrückgang. Der Transportsektor verliert vor allem aufgrund seiner verschlechterten Wettbewerbsposition auf dem Exportmarkt.

**Fazit:** Der Produktionsrückgang ist für die Sektoren Steine/Erden, Papier und Zement am grössten und liegt je nach Klimaszenario zwischen 4 und 12%. Die mit dem vorliegenden Einländermodell berechneten strukturellen Effekte werden überzeichnet, da angenommen wird, dass unsere Handelspartnerländer ab dem Jahr 2005 keine weiteren klimapolitischen Massnahmen mehr umsetzen. Weiter ist zu beachten, dass der strukturelle Wandel in die gewünschte Richtung geht und diese stark betroffenen Sektoren eher kleinere Sektoren sind. Bei den übrigen Sektoren sind die Auswirkungen gering, mit Ausnahme vom Szenario «Klimainitiative».



**Grafik 4-3: Auswirkungen auf den Branchenoutput im Vergleich zum «BAU», Jahr 2020**



#### 4.2.4 Löhne und Beschäftigung

In einer längerfristigen Sicht, die wir hier unterstellen, können wir davon ausgehen, dass klimapolitische Massnahmen die unfreiwillige Arbeitslosigkeit weder spürbar positiv noch spürbar negativ beeinflussen. Die klimapolitischen Massnahmen führen vor allem dazu, dass mehr Beschäftigung in den CO<sub>2</sub>-extensiven Sektoren und natürlich auch in den Sektoren, welche die Investitionsnachfrage befriedigen (Investitionen zur Substitution von fossilen Energieträgern durch Kapital oder Arbeit), geschaffen wird. In den CO<sub>2</sub>-intensiven Sektoren wird dagegen die Beschäftigung zurückgehen (vgl. die vorgängigen Ausführungen zu den Struktureffekten). Durch die klimapolitischen Massnahmen wird also mehr Geld in „klimaschonendes“ Wirtschaften investiert und weniger in „klimabelastendes“ Wirtschaften. Da das Geld aber nur einmal ausgegeben werden kann, verändert sich die Arbeitsnachfrage per saldo nur unwesentlich – die unfreiwillige Arbeitslosigkeit lässt sich also durch klimapolitische Massnahmen mittel- bis längerfristig nicht senken.

In unseren Modellberechnungen sind wir von einem fixen Beschäftigungsniveau ausgegangen. Wir unterstellen also ein unelastisches Arbeitsangebot. Veränderungen in der Arbeitsnachfrage werden sich somit einzig auf die Löhne auswirken: Im Szenario «BR -20%» bzw. «BR -30%» sinken die Löhne aufgrund der geringeren Arbeitsnachfrage um -0.26% bzw. -0.27% (Jahr 2020). Im Szenario «Klimainitiative» ist mit einem Rückgang der Löhne um -0.66% zu rechnen (Jahr 2020). Aufgrund des leichten Lohnrückgangs ist insgesamt mit einem – wenn auch nur sehr leichten – Rückgang des gesamten Beschäftigungsvolumens zu rechnen, die „freiwillig“ gewählte Nichterwerbstätigkeit steigt also. Dieser Effekt ist allerdings sehr gering, da das Arbeitsangebot relativ unelastisch ist. Die Reaktion erfolgt denn auch v.a. bei der Wahl des Arbeitspensums bei Nebenjobs bzw. Zweitverdiensten und bei der Wahl des Ruhestandszeitpunkts.

**Fazit:** Insgesamt kann festgehalten werden, dass eine auf mittel- und langfristige Wirksamkeit angelegte Klimapolitik die Arbeitslosigkeit mittel- bis langfristig weder spürbar positiv noch negativ beeinflussen wird.

#### 4.2.5 Auswirkungen auf die öffentliche Hand

Auch Bund, Kantone und Gemeinden sehen sich veränderten Produzenten- und Konsumentenpreisen gegenüber, müssen also bei einer hohen CO<sub>2</sub>-Abgabe in der Regel höhere Preise für energieintensive Güter bezahlen. Weiter geht aufgrund des leichten Rückgangs der Wirtschaftstätigkeit das Steuersubstrat zurück. Damit Bund, Kantone und Gemeinden ihre vorgegebenen Ausgaben bezahlen können, müssten sie also die Steuersätze anheben. Je nach anzuhebender Steuer, ergeben sich unterschiedliche Auswirkungen. Damit diese Steuereffekte die berechneten Auswirkungen der Klimapolitik nicht zu stark überlagern, sind wir wie folgt vorgegangen:

- Die vorgestellten Resultate beruhen auf der Annahme, dass die Ausgaben der öffentlichen Hand (Bund, Kanton und Gemeinden) für alle Szenarien gleich hoch sind und den Ausgaben im Szenario «BAU» entsprechen.

- Weiter wurde unterstellt, dass der Budgetausgleich über die gesamte berechnete Zeitperiode hergestellt werden muss. Für den Budgetausgleich wurde ein Pro-Kopf-Transfer von den Haushalten zur öffentlichen Hand eingeführt.

Dies ist ein gängiges Vorgehen, das sicherstellt, dass die Annahmen über die Entwicklung der Ausgaben der öffentlichen Hand, oder allfällige Steuererhöhungen zur Finanzierung eines Budgetdefizits die Resultate zu stark prägen und damit die berechneten Auswirkungen der Klimapolitik nicht mehr klar erkennbar sind.

In Bezug auf die Bundesfinanzen stellt sich insbesondere die Frage, wie sich durch die klimapolitischen Massnahmen die Einnahmen aus der Mineralölsteuer entwickeln. Die Einnahmen aus der Mineralölsteuer gehen in den beiden Szenarien «BR -20%» und «BR -30%» um -10% zurück. Dafür ist fast ausschliesslich die Emissionsvorschrift für Neuwagen verantwortlich. Im Szenario «Klimainitiative» wird durch die CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Treibstoffe, welche zu einer Treibstoffpreiserhöhung in der Grössenordnung von 40% führt, bis 2020 weitere rund -12% eingespart. Insgesamt sinken somit die Einnahmen aus der Mineralölsteuer im Szenario «Klimainitiative» im Vergleich zum «BAU» um -22%.

Tabelle 4-3: Auswirkungen auf die Einnahmen aus der Mineralölsteuer

«BAU»						
	Energieverbrauch		CO <sub>2</sub> -Emissionen		Mineralölsteuern	
	2020	2020	2020	2020	2020	2020
	[TJ/Jahr]	[Mio. t CO <sub>2</sub> ]	[Mrd. CHF]	[BIP%]		
Öl	197'672	14.57	0.02			
Gas	120'132	6.61	0.00			
Treibstoffe	228'579	16.85	5.10			
<b>Total</b>	<b>546'383</b>	<b>38.03</b>	<b>5.12</b>	<b>0.92%</b>		
«BR -20%»      «BR -30%»      «Klima-initiative»						
CO <sub>2</sub> -Reduktion im 2020 i.Vgl. zum «BAU»						
Öl	-15.8%	-23.9%	-40.4%			
Gas	-12.8%	-20.9%	-37.4%			
Treibstoffe	-9.5%	-9.6%	-22.0%			
CO <sub>2</sub> -Emissionen in Mio. t CO <sub>2</sub> im Jahr 2020						
Öl	12.3	11.1	8.7 Mio. t CO <sub>2</sub>			
Gas	5.8	5.2	4.1 Mio. t CO <sub>3</sub>			
Treibstoffe	15.3	15.2	13.1 Mio. t CO <sub>4</sub>			
<b>Total</b>	<b>33.3</b>	<b>31.6</b>	<b>26.0 Mio. t CO<sub>5</sub></b>			
Reduktion i.Vgl. zu BAU 2020	-12.5%	-17.0%	-31.7%			
Energieverbrauch in TJ/Jahr im Jahr 2020						
Öl	166'445	150'498	117'827 TJ/Jahr			
Gas	104'758	95'067	75'211 TJ/Jahr			
Treibstoffe	206'869	206'572	178'268 TJ/Jahr			
<b>Total</b>	<b>478'072</b>	<b>452'136</b>	<b>371'306 TJ/Jahr</b>			
Reduktion i.Vgl. zu BAU 2020	-12.5%	-17.2%	-32.0%			
Mineralölsteuern in Mrd. CHF im Jahr 2020						
Total in Mrd. CHF/Jahr	4.63	4.62	3.99 Mrd. CHF/Jahr			
Total in BIP%	0.83%	0.83%	0.71% BIP%			
Total i.Vgl. zu «BAU»	-10%	-10%	-22%			

### 4.3 Wohlfahrt und Verteilungswirkung

Nachfolgend wird die Wohlfahrtswirkung der klimapolitischen Massnahmen aufgezeigt (Kapitel 4.3.1). Die Wohlfahrt ist ein besseres Mass zur Beurteilung der klimapolitischen Massnahmen als das BIP. Das BIP zeigt einzig die Veränderung der wirtschaftlichen Leistung, die Wohlfahrt hingegen zeigt die Veränderung des Nutzenniveaus der Haushalte.

In Kapitel 4.3.2 werden die Verteilungswirkungen aufgezeigt, also die Auswirkungen der klimapolitischen Massnahmen auf die «ärmeren» und «reicheren» Haushalte.<sup>31</sup>

Das in Kapitel 4.3.1 und 4.3.2 verwendete Wohlfahrtsmass enthält nur den rein wirtschaftlichen Nutzen (Konsum) und keine Sekundärnutzen (bessere Luft usw.). Im Kapitel 4.3.3 wird ein Teilaspekt dieser Sekundärnutzen quantifiziert (Rückgang der Luftschadstoffemissionen) und qualitativ aufgezeigt, mit welchen weiteren Sekundärnutzen tendenziell zu rechnen ist.

Nicht zu vergessen ist, dass der eigentliche Primärnutzen bei der Dämpfung der Auswirkungen der Klimaänderung zu suchen ist und im Rahmen dieses Berichts nicht thematisiert wird.

#### 4.3.1 Wohlfahrtswirkung

Welche Auswirkungen zeigen die klimapolitischen Szenarien auf die Wohlfahrt? Die Wohlfahrt entspricht in der hier unterstellten Betrachtung den Konsummöglichkeiten: Je mehr Konsum, desto höher die Wohlfahrt.

Diese Betrachtung ist zwar nützlich, greift aber in einem zentralen Punkt zu kurz: Nicht berücksichtigt wurde der Nutzen des vermiedenen Klimawandels (also: geringere klimatische Veränderungen in der Schweiz mit entsprechend kleineren Schäden und Anpassungskosten, geringere globale Klimaschäden und damit geringere Rückkoppelungen auf die Schweiz, bspw. über die Migration). Aus dem negativen Vorzeichen der Wohlfahrtsänderungen kann in den verschiedenen Szenarien somit nicht geschlossen werden, dass die klimapolitischen Anstrengungen negativ zu bewerten sind. Die Vorteilhaftigkeit der Schweizer Minderungen hängt allerdings wesentlich von der internationalen klimapolitischen Kooperation ab. Ebenfalls nicht berücksichtigt sind die Unfallrisiken (hier im Speziellen die KKW-Risiken).

Unsere Wohlfahrtsbetrachtung hat neben diesem zentralen Punkt noch eine wesentliche Einschränkung: Die Sekundärnutzen einer ambitionierten Schweizer Energie- bzw. Klimapolitik werden nicht erfasst. Der mit Abstand wichtigste Sekundärnutzen ist „saubere Luft“: Eine ambitionierte Schweizer Klimapolitik senkt nicht nur die CO<sub>2</sub>-Emissionen, sondern reduziert auch die für die menschliche Gesundheit und die Gebäude schädlichen Luftschadstoffemis-

---

<sup>31</sup> Bei der Messung der Wohlfahrts- bzw. Effizienzeffekte benutzen wird die so genannte Hicks' äquivalente Variation (HEV). Die HEV gibt an, wie viel Einkommen, gemessen zu Preisen des BAU-Szenarios, den Haushalten gegeben resp. genommen werden müsste, damit sie gleich gut wie in den berechneten Szenarien «BR -20%», «BR -30%» und «Klimainitiative» gestellt werden. Bei der Berechnung der HEV werden somit die veränderten Arbeits- und Kapital- sowie Konsumgüterpreise berücksichtigt.

sionen (insbesondere PM<sub>10</sub>, VOC, SO<sub>2</sub> und NO<sub>x</sub>). Die externen Kosten gehen also vor allem in den Bereichen menschliche Gesundheit und Gebäudekosten zurück.

Die nachfolgende Tabelle 4-4 enthält die Wohlfahrtseffekte für die Schweiz (ohne Berücksichtigung der direkten Nutzen aus der Bekämpfung der Klimaerwärmung und der im Kapitel 4.3.3 dargestellten Sekundärnutzen der klimapolitischen Massnahmen).<sup>32</sup>

**Tabelle 4-4: Wohlfahrtseffekte**

	Szenario		
	«BR -20%»	«BR -30%»	«Klimainitiative»
<b>Auswirkungen auf die Wohlfahrt i.Vgl. zu «BAU» (Klima ohne Erwärmung, Ölpreis 55 US\$/Fass)</b>			
Wohlfahrts-Niveaueffekt	-0.36%	-0.58%	-0.83%
<b>Auswirkungen auf die Wohlfahrt i.Vgl. zu «BAU Klimaerwärmung» (Klima mit Erwärmung, Ölpreis 55 US\$/Fass)</b>			
Wohlfahrts-Niveaueffekt	-0.31%	-0.51%	-0.75%

#### Wohlfahrtsverluste verkraftbar

Die nachfolgend vorgestellten Wohlfahrtseffekte beinhalten immer die Auswirkungen des gesamten klimapolitischen Massnahmenpakets. Es sind somit sowohl die Wohlfahrtseffekte der bereits beschlossenen klimapolitischen Massnahmen zur Erreichung der Ziele in der Verpflichtungsperiode 2008/2012 als auch die zusätzlich nötigen Massnahmen zur Erreichung der Ziele im Jahr 2020 dargestellt.

Im Szenario «BR -20%» werden für die Schweiz Wohlfahrtsverluste von rund -0.36% für die Zeitperiode 2005 bis 2030 berechnet. Dies bedeutet, dass die Wohlfahrt 0.36% tiefer liegt als ohne klimapolitische Massnahmen (immer unter der Annahme, dass der Nutzen aus dem Klimaschutz und die Sekundärnutzen nicht berücksichtigt werden). Sind die CO<sub>2</sub>-Zielsetzungen ambitionierter und die CO<sub>2</sub>-Abgabe dementsprechend höher anzusetzen, so wird auch der Wohlfahrtsverlust grösser. Im Szenario «BR -30%» berechnen wir einen Wohlfahrtsverlust von -0.58% und im Szenario «Klimainitiative» von -0.83%. Der absolute Wohlfahrtsverlust beträgt also über eine längere Periode (2005 bis 2030) in keinem der teilweise sehr ambitionierten klimapolitischen Szenarien mehr als -1.0%. Ein Rückgang der Wohlfahrt von -0.83% ist zwar spürbar, darf aber als verkraftbar bezeichnet werden: Der maximale Wohlfahrtsverlust entspricht etwa dem Wohlfahrtswachstum eines Jahres, oder anders formuliert: Die Schweiz setzt in den nächsten rund 15 bis 20 Jahren zugunsten des Klimas einmal ein Wachstumswachstum aus.

<sup>32</sup> Da es sich um ein dynamisches Modell handelt, das intertemporal optimiert, macht die Darstellung der Wohlfahrt auf einen Zeitpunkt bezogen keinen Sinn. Das hier dargestellte Wohlfahrtsmass erstreckt sich über eine Zeitperiode von 2005 bis 2030.

Die vorliegenden Resultate zu den Wohlfahrtsverlusten basieren auf der im Modell unterstellten Annahme, dass unsere Handelspartnerländer keine klimapolitischen Massnahmen treffen. Wie bereits in den Ausführungen zu den Auswirkungen auf das BIP erwähnt (vgl. Kapitel 4.2.1) werden sich aber das BIP und auch die Wohlfahrtseffekte nicht stark ändern, wenn unsere Handelspartnerländer ebenfalls griffige klimapolitische Massnahmen umsetzen. Dies ist – wie erwähnt – auf zwei gegenläufige Effekte zurückzuführen: Eine ambitionierte Klimapolitik des Auslands führt zu einer Stärkung der relativen Wettbewerbsposition der Schweiz (positiver Wohlfahrtseffekt), sie führt aber auch zu einer Schwächung der Wirtschaftsleistung unserer Haupthandelsländer, was das Exportvolumen für die Schweiz verringert (negativer Wohlfahrtseffekt). Beide Effekte – relativ verbesserte Wettbewerbsposition und schrumpfender Exportmarkt – heben sich auch bezüglich der Wohlfahrt gegenseitig in etwa auf.<sup>33</sup>

#### **Bei wärmerem Klima leicht geringere Wohlfahrtseinbussen**

Wird die sich bereits abzeichnende Klimaänderung berücksichtigt, so sind die klimapolitischen Massnahmen weniger restriktiv auszugestalten. Die Belastung der Wirtschaft durch die klimapolitischen Massnahmen ist weniger gross und dementsprechend die Wohlfahrtseinbussen kleiner. Achtung: Selbstverständlich sind hier die negativen Auswirkungen der Klimaänderung auf die Wirtschaft nicht eingerechnet (bspw. negative Effekte auf den Wintertourismus, auf die Stromproduktion usw.).<sup>34</sup>

#### **4.3.2 Verteilungswirkung**

Auf Basis der Einkommens- und Verbrauchserhebung wurden für insgesamt 14 verschiedene Haushaltgruppen – unterteilt nach 10 Gruppen erwerbstätige Haushalte (Dezile) und 4 Gruppen Rentnerhaushalte (Quartile) – die Einkommens- und Konsumprofile berechnet.<sup>35</sup> Die Haushaltgruppen unterscheiden sich nach ihrem Lebensstandard:

- von EH1 = „ärmste“ 10% der Erwerbshaushalte („ärmstes“ Dezil)
- bis EH10 = „reichste“ 10% der Erwerbshaushalte („reichstes“ Dezil)
- von RH1 = „ärmste“ 25% der Rentnerhaushalte („ärmstes“ Rentnerquartil)
- bis RH4 = „reichste“ 25% der Rentnerhaushalte („reichstes“ Rentnerquartil)

Die Wohlfahrtsverluste für die 14 Haushaltgruppen sind für die drei Szenarien in Grafik 4-4 bis Grafik 4-6 dargestellt. Bei den nachfolgend dargelegten Wohlfahrtsverlusten sind die im Kapitel 4.3.3 diskutierten Sekundärnutzen noch nicht enthalten.<sup>36</sup>

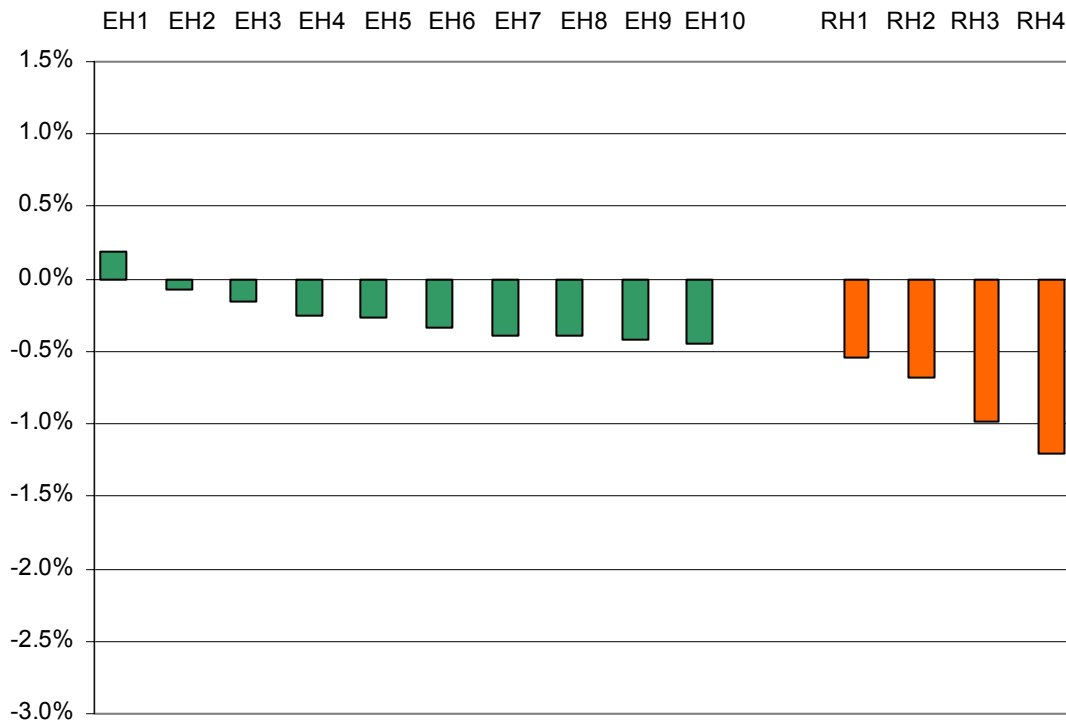
<sup>33</sup> Vgl. dazu die Ausführungen zu Kapitel 5.3.1 in Ecoplan (2008 b), Volkswirtschaftliche Auswirkungen von CO<sub>2</sub>-Abgaben und Emissionshandel für das Jahr 2020.

<sup>34</sup> Vgl. dazu Ecoplan (2007c), Auswirkungen der Klimaänderung auf die Schweizer Volkswirtschaft (nationale Einflüsse).

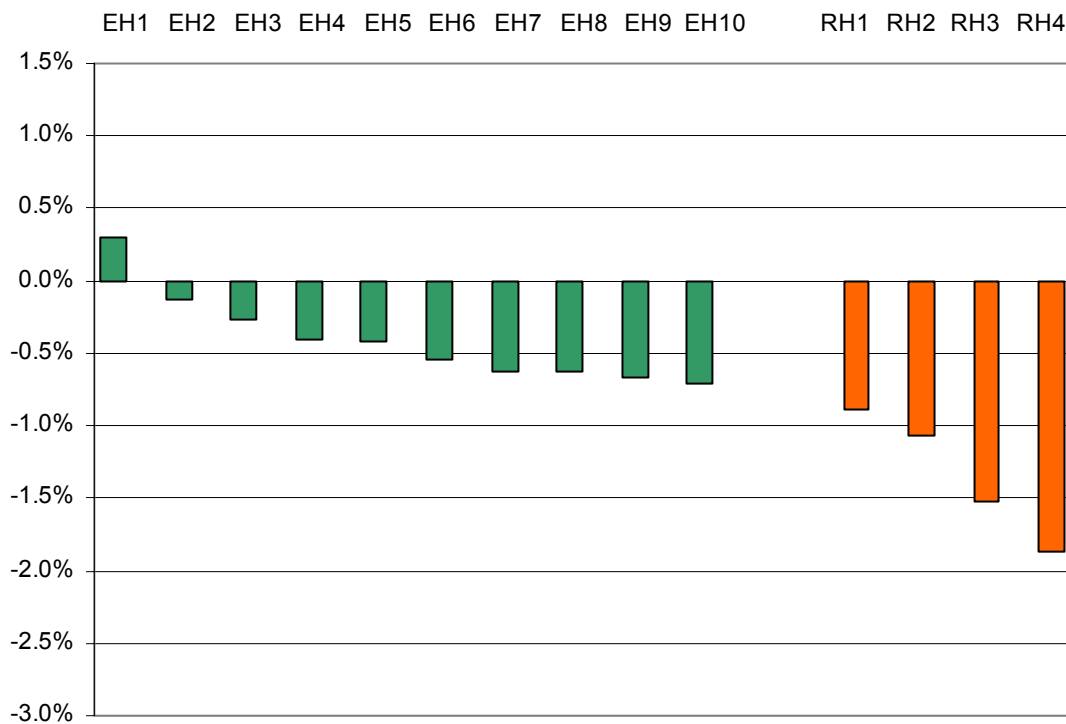
<sup>35</sup> Die Profile stammen aus einer Analyse für das Jahr 2001, welche im Rahmen der Arbeiten von Ecoplan für die Bundeskanzlei (Projekt SWISSGEM) erstellt wurden. Die Profile wurden dann mit Hilfe der aggregierten Konsumdaten auf das Jahr 2005 hochgerechnet.

<sup>36</sup> Da die Zuordnung der Sekundärnutzen auf die einzelnen Haushalte nicht klar ist, wird darauf verzichtet.

**Grafik 4-4: Verteilungswirkung – Wohlfahrtsveränderung für „ärmere“ und „reichere“ Haushalte im Szenario «BR -20%»**

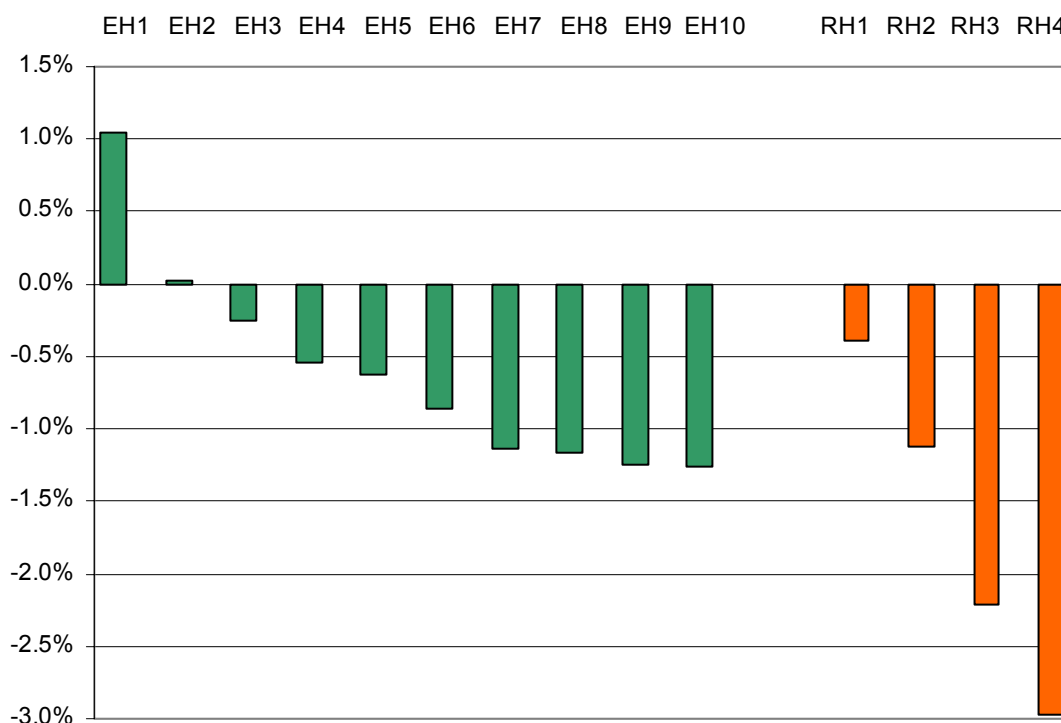


**Grafik 4-5: Verteilungswirkung – Wohlfahrtsveränderung für „ärmere“ und „reichere“ Haushalte im Szenario «BR -30%»**





**Grafik 4-6: Verteilungswirkung – Wohlfahrtsveränderung für „ärmere“ und „reichere“ Haushalte im Szenario «Klimainitiative»**



### Die „ärmsten“ gewinnen – die „reichen Rentner“ verlieren

Trotz generellem Wohlfahrtsverlust, kann für die ärmsten Haushalte in allen drei Szenarien mit einem Wohlfahrtsgewinn gerechnet werden. Die CO<sub>2</sub>-Abgabe selber wird sich regressiv auswirken, belastet also die ärmeren Haushalte prozentual stärker als die reichsten Haushalte. Allerdings ist diese „Regressivität“ nicht sehr ausgeprägt. Positiv auf die ärmeren – tendenziell kinderreichen – Familienhaushalte wirkt sich hingegen die Pro-Kopf-Rückverteilung der CO<sub>2</sub>-Abgabe aus. Am stärksten betroffen sind die „reichen Rentner“: Für diese ist die Wohlfahrtseinbuße spürbar – im Szenario «Klimainitiative» beträgt sie knapp -3%.

Mit Hilfe einer groben Überschlagsrechnung<sup>37</sup> können die gesamten Wohlfahrtseffekte für die einzelnen Haushalte auf ihre einzelnen Teileffekte zurückgeführt werden:

- *Verteuerung der Konsumgüter:* Das klimapolitische Instrumentarium – insbesondere die CO<sub>2</sub>-Abgabe – verteuert den Konsum von energieintensiven Gütern, da die CO<sub>2</sub>-Abgabe zumindest teilweise auf die Endpreise überwälzt wird. Wie stark die CO<sub>2</sub>-Abgabe auf die Endproduktpreise überwälzt wird, hängt von der Nachfrageelastizität ab: Je unelastischer die Nachfrage, desto stärker kann die Abgabe auf die Endpreise überwälzt werden.

<sup>37</sup> Back-of-the-envelope Analyse (BOTE).

- *Lohn- und Kapitalertragseinbusse*: Die CO<sub>2</sub>-Abgabe belastet letztlich die beiden Faktoren Arbeit und Kapital, d.h. die Löhne und Kapitalerträge sinken.
- *CO<sub>2</sub>-Abgabe*: Die CO<sub>2</sub>-Abgabe wird mehr oder weniger direkt auf die Brenn- und Treibstoffpreise überwält. Die Konsumenten müssen also mehr für ihren Brenn- und Treibstoffverbrauch bezahlen.
- *Rückverteilung der CO<sub>2</sub>-Abgabe*: Alle vorgängig vorgestellten Teileffekte wirken sich negativ auf die Wohlfahrt aus. Einzig die Rückverteilung der CO<sub>2</sub>-Abgabe wird sich positiv auf die Wohlfahrt der einzelnen Haushalte auswirken. Da die CO<sub>2</sub>-Abgabe im Haushaltbereich pro Kopf zurückverteilt wird, profitieren die kinderreichen Familien und Haushalte mit einem unterdurchschnittlichen Energieverbrauch am meisten.

Wie die einzelnen Teileffekte die Wohlfahrt für die „armen“ und „reichen“ Haushalte beeinflussen, wird in der Grafik 4-7 für das Szenario «BR -20%», in der Grafik 4-8 für das Szenario «BR -30%» und in der Grafik 4-9 für das Szenario «Klimainitiative» dargestellt.<sup>38</sup> Die Aufteilung des Wohlfahrtseffekts auf ihre Teileffekte wurden am Beispiel der vier Haushalte EH1, EH10, RH1 und RH4 vorgenommen. Dargestellt werden die absoluten Veränderungen in CHF pro Haushalt zu Preisen und Situation von 2005 (damit können die Grafiken besser interpretiert werden, da der direkte Bezug zur heutigen Situation in etwa hergestellt wird).

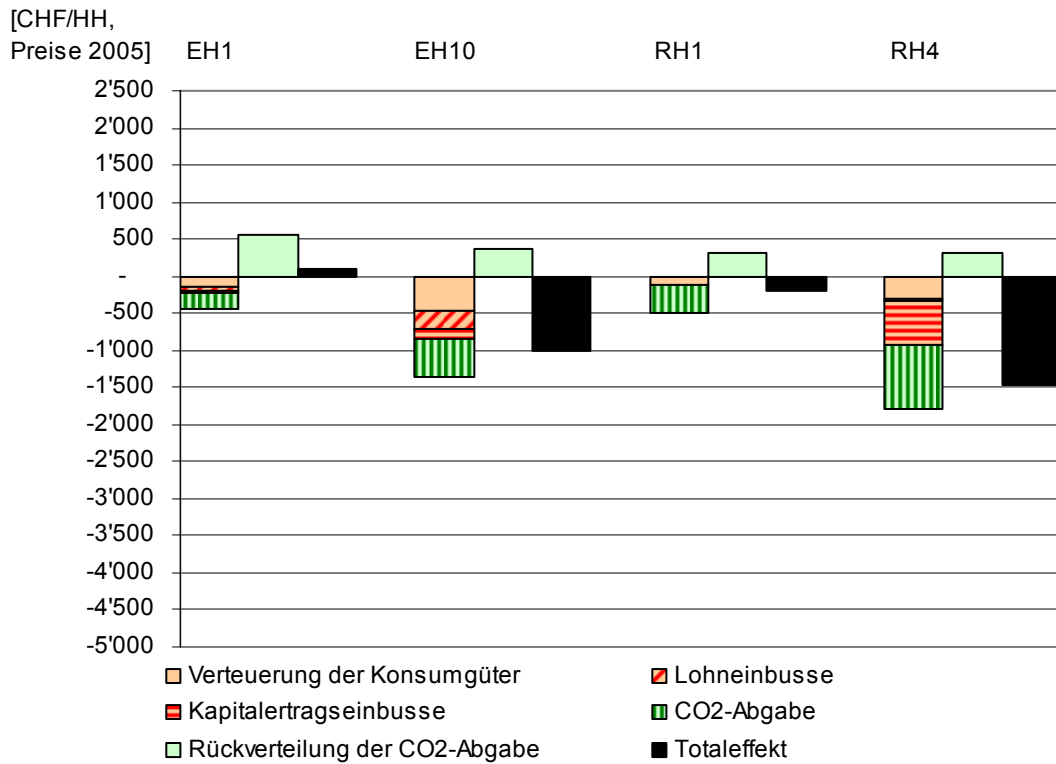
Für die *armen Haushalte (EH1 und RH1)* spielen die zu bezahlende Abgabe und die Rückverteilung der Abgabe die zentrale Rolle: Die Wohlfahrt der armen Haushalte wird hauptsächlich von diesen beiden Teileffekten bestimmt. Weniger bedeutend sind die Lohneinbussen und die Verteuerung der Konsumgüter. Gar keine Rolle spielen die Kapitalertragseinbussen, da diese Haushalte kein Kapital haben. Im armen, erwerbstätigen Haushalt (EH1) stehen im Szenario «BR -20%» («BR -30%») Einbussen von insgesamt -400 CHF (-700) den Einnahmen aus der Rückverteilung der CO<sub>2</sub>-Abgabe von knapp +500 CHF (+900) gegenüber – insgesamt ergibt sich somit ein Plus von rund +100 CHF (+200) pro Jahr. Beim armen Rentnerhaushalt (RH1) ergeben sich aufgrund der CO<sub>2</sub>-Abgabe Einbussen von -500 CHF (-800). Die Pro-Kopf-Rückverteilung der CO<sub>2</sub>-Abgabe bringt für die Rentnerhaushalte mit knapp +300 CHF (+500) weniger, da weniger Personen im Haushalt wohnen (durchschnittlich 1.57 im Vergleich zu den 2.81 Personen im EH1-Haushalt). Insgesamt resultiert ein Verlust von -200 CHF pro Jahr (-300) im Haushalt RH1 im Szenario «BR -20%» («BR -30%»). Im Szenario «Klimainitiative» sind die negativen wie auch die positiven Wohlfahrtsänderungen deutlich ausgeprägter. Dies ist einerseits auf die höhere CO<sub>2</sub>-Abgabe und andererseits auf die Ausdehnung der CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Treibstoffe zurückzuführen. Im armen, erwerbstätigen Haushalt (EH1) stehen im Szenario «Klimainitiative» Einbussen von insgesamt knapp -1'500 CHF den Einnahmen aus der Rückverteilung der CO<sub>2</sub>-Abgabe in der Höhe von knapp +2'100 CHF gegenüber – insgesamt ergibt sich somit ein Plus von +600 CHF pro Jahr im Haushalt EH1. Beim armen Rentnerhaushalt (RH1) ergeben sich aufgrund der CO<sub>2</sub>-Abgabe Einbussen von -1'300 CHF. Die Pro-Kopf-Rückverteilung der CO<sub>2</sub>-Abgabe bringt für die Rentnerhaushalte

---

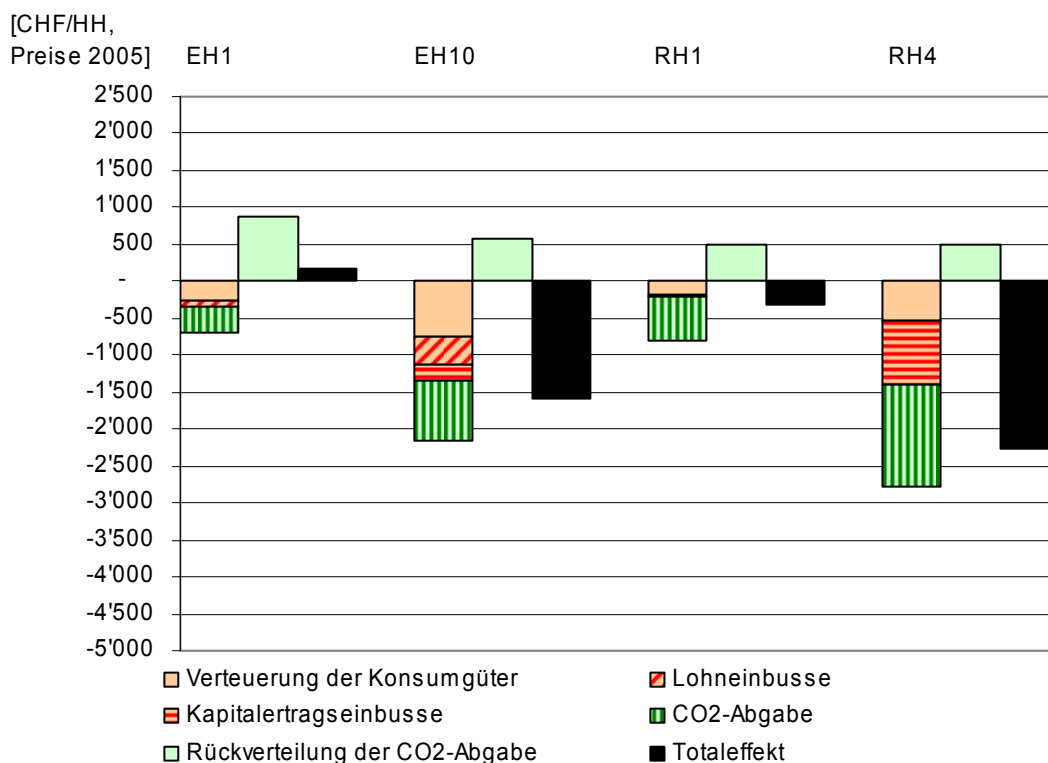
<sup>38</sup> Die Resultate für das Szenario «BR -20%» sind ähnlich wie die Resultate für das Szenario «BR -30%», nur dass das absolute Niveau der einzelnen Teileffekte aufgrund der weniger ambitionierten Klimapolitik geringer ausfällt.

mit knapp +1'200 CHF weniger, was zu einem leichten Verlust von gut -300 CHF pro Jahr im Haushalt RH1 führt.

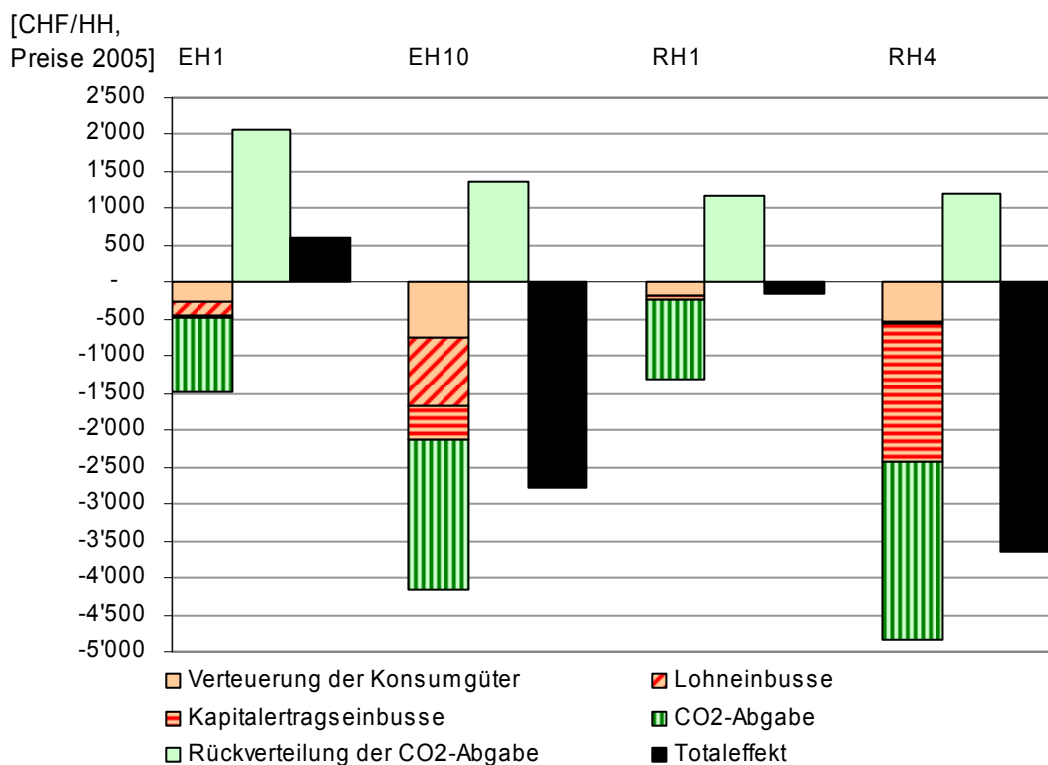
**Grafik 4-7: Verteilungswirkung – Teileffekte der Wohlfahrtsveränderung für „arme“ und „reiche“ Haushalte im Szenario «BR -20%»**



**Grafik 4-8: Verteilungswirkung – Teileffekte der Wohlfahrtsveränderung für „arme“ und „reiche“ Haushalte im Szenario «BR -30%»**



**Grafik 4-9: Verteilungswirkung – Teileffekte der Wohlfahrtsveränderung für „arme“ und „reiche“ Haushalte im Szenario «Klimainitiative»**



Bei den *reichen Haushalten (EH10 und RH4)* spielen alle Teileffekte eine zentrale Rolle: Die zu bezahlende Abgabe und die Rückverteilung der Abgabe bleiben wichtig. Zusätzlich sind aber auch die Lohneinbussen (beim erwerbstätigen Haushalt EH10) bzw. die Kapitalertragseinbussen (beim Rentnerhaushalt RH4) zu beachten. Weiter darf auch die Verteuerung der Konsumgüter nicht vernachlässigt werden. Im reichen, erwerbstätigen Haushalt (EH10) stehen im Szenario «BR -20%» («BR -30%») Einbussen von insgesamt -1'400 CHF (-2'200) den Einnahmen aus der Rückverteilung der CO<sub>2</sub>-Abgabe von knapp +400 CHF (+600) gegenüber – insgesamt ergibt sich somit ein Minus von knapp -1'000 CHF (+1'600) pro Jahr im Haushalt EH10. Im Vergleich zum armen Haushalt (EH1) wird dem reichen erwerbstätigen Haushalt (EH10) aus der CO<sub>2</sub>-Abgabe – absolut betrachtet – rund 1/3 weniger rückverteilt. Dies ist darauf zurückzuführen, dass der reiche Haushalt (EH10) weniger kinderreich ist als der arme Haushalt (EH1).

Beim reichen Rentnerhaushalt (RH4) ergeben sich im Szenario «BR -20%» («BR -30%») Einbussen von -1'800 CHF (-2'800). Diese Einbussen sind in etwa zu gleichen Teilen direkt auf die Verteuerung der Brennstoffe und die Einbussen beim Kapitalertrag zurückzuführen. Die Pro-Kopf-Rückverteilung der CO<sub>2</sub>-Abgabe bringt aufgrund ihrer kleineren Haushaltgrösse für die Rentnerhaushalte mit +300 CHF (+500) weniger. Insgesamt resultiert ein Verlust von -1'500 CHF pro Jahr (-2'300) im Haushalt RH4 im Szenario «BR -20%» («BR -30%»).

Wie bereits erwähnt wurde, sind im Szenario «Klimainitiative» die negativen wie auch die positiven Wohlfahrtsänderungen deutlich ausgeprägter. Im reichen, erwerbstätigen Haushalt (EH10) stehen im Szenario «Klimainitiative» Einbussen von insgesamt knapp -4'200 CHF den Einnahmen aus der Rückverteilung der CO<sub>2</sub>-Abgabe von knapp +1'400 CHF gegenüber – insgesamt ergibt sich somit eine Einbusse von -2'800 CHF pro Jahr im Haushalt EH10. Beim reichen Rentnerhaushalt (RH4) ergeben sich ebenfalls Einbussen von -4'800 CHF. Die Pro-Kopf-Rückverteilung der CO<sub>2</sub>-Abgabe bringt aber für die Rentnerhaushalte mit knapp +1'200 CHF weniger, was insgesamt zu einem Wohlfahrtsverlust von gut -3'600 CHF pro Jahr im Haushalt RH4 führt.

**Fazit:** Die armen erwerbstätigen Haushalte werden trotz allgemeinem Wohlfahrtsrückgang in allen drei Szenarien aufgrund der Pro-Kopf-Rückverteilung der CO<sub>2</sub>-Abgabe besser gestellt. Am stärksten betroffen sind die reichen Rentner: Die Wohlfahrtsverluste bewegen sich für einzelne Haushalte in den Szenarien «BR -20%» und «BR -30%» unter -2%. Im Szenario «Klimainitiative» sind Wohlfahrtseinbussen von maximal -3% zu erwarten. Die Wohlfahrtseinbussen sind zwar verkräftbar, für einzelne Haushalte aber sicherlich spürbar: Für die reichsten Rentnerhaushalte ist im Szenario «Klimainitiative» mit Einbussen von jährlich bis zu -3'600 CHF zu rechnen, was max. 3% des Einkommens entspricht.

### 4.3.3 Sekundärnutzen klimapolitischer Massnahmen

Bei den nachfolgend diskutierten Sekundärnutzen klimapolitischer Massnahmen trennen wir zwischen a) Sekundärnutzen inländischer Emissionsreduktionsmassnahmen und den b) Sekundärnutzen ausländischer Emissionsreduktionsmassnahmen. Bei der Quantifizierung einzelner Aspekte stützen wir uns auf EcoPlan (2007b) und Econcept (2008). Die qualitativen Ausführungen beziehen sich auf Econcept (2008).

#### a) Sekundärnutzen inländischer Emissionsreduktionsmassnahmen

Folgende Sekundärnutzen, welche in den Kapiteln 4.3.1 und 4.3.2 dargestellten Resultaten nicht enthalten sind, werden diskutiert:<sup>39</sup>

- Reduktion der Luftschadstoffemissionen
- Reduktion von Lärm und Unfällen durch geringeres Verkehrsaufkommen
- Reduktion der Auslandabhängigkeit von fossilen Energieimporten
- Innovationsanreize und First Mover Vorteile

Die Sekundärnutzen der Reduktion der Luftschadstoffemissionen können quantifiziert werden, die restlichen Sekundärnutzen werden nur qualitativ kurz erläutert.

#### Reduktion der Luftschadstoffemissionen

Mit den klimapolitischen Massnahmen wird vor allem der Verbrauch von fossilen Brenn- und Treibstoffen reduziert. Dies hat den erwünschten Nebeneffekt, dass nicht nur CO<sub>2</sub>, sondern auch andere schädliche Luftschadstoffe wie NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> oder VOC reduziert werden. Auf Basis der Arbeiten von EcoPlan (2007b) und Econcept (2008) lassen sich die Nutzen der reduzierten Luftschadstoffemissionsfracht auf folgende Bereiche ganz grob quantifizieren:

- Gesundheit und Gebäude – quantitativ der mit Abstand grösste Nutzen
- Ernteauffälle
- Schäden in der Biosphäre
- Schäden infolge von Biodiversitätsverlusten

Die für die Berechnung des Sekundärnutzens aus der Reduktion der Luftschadstoffe angewandten spezifischen Grenzkostenfaktoren sind der Tabelle 7-17 zu entnehmen. Das Vorgehen für die Quantifizierung der Sekundärnutzen folgt EcoPlan (2007b), wobei folgende Ergänzungen gemacht wurden: (1) Erweiterung um die Schadensbereiche Ernteauffälle, Biosphäre und Biodiversität gemäss Econcept (2008) und (2) expliziter Einbezug der Kohleemissionen. Tabelle 7-18 und Tabelle 7-19 zeigen die aktualisierten Werte für die Berechnung der Sekundärnutzen, wobei unterstellt wurde, dass die spezifischen Grenzkosten mit dem BIP zunehmen.

---

<sup>39</sup> Der im Gutachten Econcept (2008) erwähnte Sekundärnutzen, dass die Branchen je nach klimapolitischen Massnahmen unterschiedlich profitieren, ist in den Modellrechnungen bereits enthalten.

**Tabelle 4-5: Sekundärnutzen aus der Luftschadstoffreduktion im Jahr 2020**

		Szenario		
		«BR -20%» 2020	«BR -30%» 2020	«Klimainitiative» 2020
Sekundärnutzen aus der Reduktion der Luftschadstoffemissionen	[Mio. CHF, CHF2005]	203	266	489
	[BIP%]	0.04%	0.06%	0.11%

Die Sekundärnutzen bewegen sich zwischen 0.04 bis 0.11 BIP%. Die monetarisierbaren Sekundärnutzen sind somit relativ gering und vermögen den Wohlfahrtsverlust von -0.36% bis -0.83% nur etwas zu mildern. Gut 10% des Wohlfahrtsverlustes kann somit durch die monetarisierbaren Sekundärnutzen wieder kompensiert werden.

#### **Reduktion von Lärm und Unfällen durch geringeres Verkehrsaufkommen**

Die klimapolitischen Massnahmen werden dazu führen, dass weniger Treibstoffe verbraucht werden. Wie stark das Verkehrsaufkommen auf der Strasse dadurch zurückgeht, kann auf der Basis der vorliegenden Modellresultate nicht bestimmt werden, da die Effekte „Rückgang der gefahrenen Fahrzeugkilometer“, „höherer Fahrzeugbesetzungsgrad“ und „Einsatz effizienterer Verkehrsmittel“ nicht getrennt werden können. Es ist zu vermuten, dass das Verkehrsaufkommen einzig durch die «Klimainitiative» spürbar reduziert wird.

Aufgrund der Eigenschaften der Lärmbelastung kann nicht davon ausgegangen werden, dass eine Verminderung des Verkehrsaufkommens zu einer nennenswerten Senkung der externen Lärmkosten führt.

Bei den Unfällen gibt es für einzelne Streckenabschnitte einen Zusammenhang zwischen Verkehrsaufkommen und Unfallhäufigkeit. Allerdings ist unklar, welche Wirkung ein Rückgang des Verkehrsaufkommens auf dem Gesamtnetz auf die Unfallhäufigkeit hat. Eine Quantifizierung der Unfallkosten ist aus diesem Grunde und aufgrund der Tatsache, dass mit den Modellresultaten der tatsächliche Rückgang der gefahrenen Fahrzeugkilometer nicht eruiert werden kann, nicht möglich.

#### **Reduktion der Auslandabhängigkeit von fossilen Energieimporten und Zunahme durch Importe ausländischer CO<sub>2</sub>-Zertifikate**

Die klimapolitischen Massnahmen führen zu einem Rückgang der fossilen Energieimporte. Im Szenario «BR -20%» bewegen sich die im Jahr 2020 eingesparten fossilen Energieimporte – je nach Höhe des Ölpreises – in der Grössenordnung von 0.8 (bei 55 US\$/Fass) bis 1.5

Mrd. CHF (bei 100 US\$/Fass, vgl. Tabelle 4-6).<sup>40</sup> In den Szenarien «BR -30%» und «Klimainitiative» gehen die fossilen Energieimporte aufgrund der grösseren inländischen Energieeinsparung deutlich stärker zurück. Bei tiefen Ölpreisen gehen die Importe fossiler Energieträger immerhin zwischen 1 Mrd. CHF (Szenario «BR -30%») und 2 Mrd. CHF (Szenario «Klimainitiative») zurück. Bei hohen Ölpreisen kann beim Energieimport sogar 2 Mrd. CHF (Szenario «BR -30%») bis max. 3.7 Mrd. CHF (Szenario«Klimainitiative») eingespart werden.

Der Kauf von ausländischen CO<sub>2</sub>-Zertifikaten hat eine Erhöhung der Auslandabhängigkeit zur Folge. Die Auswirkungen sind aber sehr gering, wie Tabelle 4-6 zeigt. Die Erhöhung der Auslandabhängigkeit liegt bei 0.03 Mrd. CHF (Szenario«Klimainitiative») bis maximal 0.27 Mrd. CHF pro Jahr (Szenario «BR -30%»). Per Saldo kann festgehalten werden, dass mit allen Szenarien die Auslandabhängigkeit spürbar vermindert wird. Am deutlichsten kann die Auslandabhängigkeit im Szenario «Klimainitiative» reduziert werden, nämlich um 2 bis 3.7 Mrd. CHF pro Jahr im Jahr 2020.

---

<sup>40</sup> Die Tabelle 7-20 zeigt die Umrechnung des fossilen Energienachfragerückgangs im Jahr 2020 auf Tonnen Rohöläquivalent und Millionen Barrel Rohöläquivalent.



Tabelle 4-6: Veränderung der Auslandabhängigkeit

<b>Reduktion Auslandabhängigkeit bei fossilen Brenn- und Treibstoffe</b>					
	in %	Millionen Barrel Rohöläquivalent Jahr 2020	Veränderung der Importe von fossilen Energieträger, bewertet mit:		
			55 US\$/Fass [Preise 2005] [Mio. CHF]	100 US\$/Fass [Preise 2005] [Mio. CHF]	
Szenario «BR -20%» i. Vgl. zu «BAU»	-12.5%	-11.6	-797	-1'448	
Szenario «BR -30%» i. Vgl. zu «BAU»	-17.2%	-16.0	-1'099	-1'998	
Szenario «Klimainitiative» i. Vgl. zu «BAU»	-32.0%	-29.8	-2'042	-3'712	
<b>Zunahme der Auslandabhängigkeit durch Zukauf ausl. CO2-Zertifikate</b>					
	Ausl. CO2- Zertifikat [Mio. t CO2]	Preis ausl. CO2- Zertifikat im Jahr 2020 (zu Preisen 2005) [CHF/t CO2]	Importe von ausl. CO2-Zertifikaten (CDM-Markt) <sup>1)</sup> [Mio. CHF]		
Szenario «BR -20%» i. Vgl. zu «BAU»	3.8	40.0	153		
Szenario «BR -30%» i. Vgl. zu «BAU»	6.6	40.0	265		
Szenario «Klimainitiative» i. Vgl. zu «BAU»	0.7	40.0	26		
<b>Saldo der Auslandabhängigkeit</b>					
				Veränderung der Netto-Importe von fossilen Energieträgern und CDM, Energieimporte bewertet mit:	
				55 US\$/Fass [Preise 2005] [Mio. CHF]	100 US\$/Fass [Preise 2005] [Mio. CHF]
Szenario «BR -20%» i. Vgl. zu «BAU»				-644	-1'296
Szenario «BR -30%» i. Vgl. zu «BAU»				-834	-1'733
Szenario «Klimainitiative» i. Vgl. zu «BAU»				-2'015	-3'686

<sup>1)</sup> Die CER-Preise (CDM-Markt) wären bei höheren Ölpreisen tiefer, dies ist in der vorliegenden illustrativen Berechnung nicht berücksichtigt.

### Innovationsanreize und First Mover Vorteile

Empirisch gibt es Belege, dass energiepolitische Massnahmen in Einzelfällen Innovationsanreize auslösen können (bspw. Standards im Bereich der Warmwassererwärmung). In Bezug auf die generelle Innovationswirkung einer CO<sub>2</sub>- oder Klimalenkungsabgabe gibt es kaum empirische Evidenz. Grundsätzlich darf aber davon ausgegangen werden, dass zumindest das Potenzial bzw. das Umfeld für Innovationen vergrössert bzw. verbessert wird.

Ähnliches wie für die Innovationsanreize gilt auch für die First Mover Vorteile: Grundsätzlich hat die Schweiz – immer noch – eine relativ gute Ausgangslage für Energieeffizienztechnologieexporte (anteilmässig hohe Welthandelsanteile und Patente im Bereich von Energieeffizienz-Technologien). Allerdings ist festzuhalten, dass durch eine Abgabe veränderte relative inländische Preise lediglich ein einzelner Einflussfaktor für die technologische Leistungs- und Exportfähigkeit der Schweizer Energieeffizienz-Branchen darstellen.

## b) Sekundärnutzen ausländischer Emissionsreduktionsmassnahmen

Folgende Sekundärnutzen werden diskutiert:<sup>41</sup>

- Nutzen der Schweiz beim Transfer von Schweizer Technologien
- Beitrag des CDM zur nachhaltigen Entwicklung der ärmsten Länder

### Nutzen der Schweiz beim Transfer von Schweizer Technologien

Kann die Schweizer Wirtschaft von einem allfälligen Technologietransfer im Rahmen von CDM-Projekten profitieren und welche potenziellen Unterschiede ergeben sich hier zwischen den drei klimapolitischen Szenarien?

*Einschätzung der bisherigen Situation:* Der Fokus des Schweizer Technologietransfers bei CDM-Projekten liegt bisher im Bereich des Wissenstransfers und weniger im Bereich des Anlagetransfers. Der Anteil der Schweizer Technologielieferungen an den CDM-Projekten mit Technologietransfer ist bisher kleiner als 1%. Begründet wird dies damit, dass bisher vor allem technologisch einfachere, lokale CDM-Projekte umgesetzt wurden. Zu beachten ist aber, dass die Schweiz bei über der Hälfte der CDM-Projekte, bei welchen sie selber beteiligt ist, gleichzeitig Technologie-Lieferantin und Zertifikate-Käuferin ist. Dies weist darauf hin, dass der Technologietransfer mindestens teilweise beeinflussbar ist.

*Potenzielle Entwicklung in den drei Szenarien:* Im Szenario «Klimainitiative» werden nur die ETS-Sektoren auf dem CDM-Markt aktiv. Die gehandelte Menge bleibt bis 2020 mit maximal 0.7 Mio. t CO<sub>2</sub> gering. In den Szenarien «BR -20%» und «BR -30%» wird (v.a. aufgrund der Kompensationspflicht im Treibstoffbereich) die Schweiz deutlich aktiver auf dem CDM-Markt als Käufer auftreten. Es werden ausländische Zertifikate in der Grössenordnung von 3.8 bis 6.6 Mio. t CO<sub>2</sub> gekauft (vgl. Tabelle 4-6). Sofern die anderen, grösseren Industriestaaten ebenfalls stärker auf dem CDM-Markt als Käufer auftreten, kann mit der Ausweitung des CDM-Marktes davon ausgegangen werden, dass zunehmend hochtechnologische Projekte verwirklicht werden. Das Potenzial für den Technologietransfer wird also steigen. Die Schweizer Nachfrage hat allerdings keinen merklichen Einfluss auf diese generelle Ausweitung des CDM-Marktes. Grundsätzlich wird also ein beträchtliches und wachsendes Potenzial für Technologietransfer bestehen (sofern die grösseren Industriestaaten ihr Engagement auf dem CDM-Markt erhöhen), welches mehr oder weniger unabhängig ist vom verfolgten klimapolitischen Pfad in der Schweiz.

Unabhängig vom Szenario muss davon ausgegangen werden, dass es sich um einen einseitigen Technologietransfer handelt, d.h. dass die Schweiz kaum direkt von Innovationsimpulsen aus den CDM-Projekten profitieren kann.

---

<sup>41</sup> Der im Gutachten Econcept (2008) erwähnte Sekundärnutzen, dass die Branchen je nach klimapolitischen Massnahmen unterschiedlich profitieren, ist in den Modellrechnungen bereits enthalten.

Werden die Zertifikate auf dem freien Markt – also ohne eigene Mitinitiierung und möglicher beeinflussbarer Lieferantenbindung bei CDM-Projekten – eingekauft, ergeben sich keine Unterschiede bei der möglichen Ausschöpfung des Technologietransferpotenzials zwischen den drei Szenarien. Die Unterschiede zwischen dem Szenario «Klimainitiative» und den «BR»-Szenarien liegen vor allem in der Ausschöpfung des Technologietransferpotenzials bei Projekten, die durch die Schweiz mitinitiiert werden und bei denen eine Lieferantenbindung erreicht werden kann. Es ist anzunehmen, dass dieses Potenzial bei den «BR»-Szenarien aufgrund des grösseren CDM-Engagements höher ist.

*Fazit:* Das Potenzial für Technologietransfers bei CDM-Projekten wird wachsen. Ob in den «BR»-Szenarien aufgrund des höheren CDM-Engagements mehr Technologietransfer aus der Schweiz in die CDM-Projekte realisiert werden kann, ist heute noch nicht abschätzbar.

### **Beitrag des CDM zur nachhaltigen Entwicklung der ärmsten Länder**

Leistet der CDM einen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung der ärmsten Länder und welche potenziellen Unterschiede ergeben sich diesbezüglich zwischen den drei Hauptszenarien «BR -20%», «BR -30%» und «Klimainitiative»?

*Einschätzung der bisherigen Situation:* Die bisherige Leistungsbilanz in Bezug auf die Förderung einer nachhaltigen Entwicklung der ärmsten Länder ist sehr bescheiden bzw. unbefriedigend: Die Kriterien Nachhaltigkeit und Additionalität werden bei genauerer Analyse von den bisherigen CDM-Projekten nur für einen Teil der Projekte erfüllt. Verschiedene Evaluationen zeigen auch, dass die CDM-Projekte bisher keinen Beitrag zur Armutsbekämpfung leisten konnten.<sup>42</sup>

*Potenzielle Entwicklung in den beiden Hauptszenarien:* Die künftige Ausweitung des CDM-Marktes bietet Chancen auch in Bezug auf die nachhaltige Entwicklung der ärmsten Länder. Die Nutzung dieser Chancen ist allerdings abhängig von der künftigen Ausgestaltung und Regulierung des CDM-Marktes.

*Fazit:* Ob das grössere CDM-Engagement in den «BR»-Szenarien mehr für die nachhaltige Entwicklung ärmerer Länder leistet als das Szenario «Klimainitiative» hängt ab von der künftigen Ausgestaltung und Regulierung des CDM-Marktes bzw. dem Ausmass des direkten Schweizer Engagements für nachhaltige CDM-Projekte.

---

<sup>42</sup> Vgl. Econcept (2008).

## 5 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 exemplarisch in Kapitel 4 am Beispiel eines Klimas mit Erwärmung 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>43</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%. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Resultate der Sensitivitätsanalyse für die drei Szenarien «BR -20%», «BR -30%» und «Klimainitiative».

---

<sup>43</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.

Tabelle 5-1: Sensitivitätsanalyse mit unterschiedlichen Elastizitäten für die Szenarien «BR -20%», «BR -30%» und «Klimainitiative» i.Vgl. zu «BAU»

Szenario	Elastizitäten gemäss Basis- Annahmen	KLEM-Elastizitäten										Kapital- Brennstoff- Elastizität		Treibstoff- Elastizität		Alle Elastizitäten	
		$\sigma_{K\_L}$		$\sigma_{KL\_E}$		$\sigma_M$		$\sigma_{KLE\_M}$		alle $\sigma_{KLEM}$		-50%	+50%	-50%	+50%	-50%	+50%
		-50%	+50%	-50%	+50%	-50%	+50%	-50%	+50%	-50%	+50%	-50%	+50%	-50%	+50%	-50%	+50%
<b>Grenzvermeidungskosten [2020]</b>		<b>[CHF/t CO2, CHF 2005]</b>															
CO2-Abgabe «BR -20%»	113.0	113.8	113.0	117.3	109.8	113.4	113.4	113.6	113.2	118.1	79.6	185.4	82.0	113.4	113.4	198.0	79.6
«BR -30%»	181.0	181.2	180.1	188.3	173.9	180.7	180.5	181.0	180.2	189.4	121.3	323.8	125.1	180.5	180.7	351.4	121.3
«Klimainitiative»	245.0	246.0	244.7	257.6	234.5	244.7	244.5	245.2	244.1	260.0	140.9	378.9	181.0	410.1	191.0	815.9	141.0
ETS-Preis «BR -20%»	40.0	40.4	40.3	40.4	40.3	40.3	40.3	40.3	40.3	40.4	38.1	40.3	40.4	40.4	40.3	42.6	39.3
«BR -30%»	42.0	41.9	41.7	47.9	40.4	41.9	41.7	43.5	40.4	50.2	40.4	45.9	40.4	41.8	41.9	59.7	40.4
«Klimainitiative»	44.0	44.2	44.6	51.8	40.3	44.5	44.3	46.2	42.7	53.8	40.3	48.8	41.7	54.5	41.4	99.2	40.3
<b>BIP [2020]</b>		<b>im Vergleich zu «BAU»</b>															
BIP «BR -20%»	-0.69%	-0.68%	-0.70%	-0.70%	-0.68%	-0.69%	-0.69%	-0.69%	-0.69%	-0.69%	-0.59%	-0.93%	-0.60%	-0.69%	-0.69%	-0.95%	-0.59%
«BR -30%»	-0.94%	-0.92%	-0.96%	-0.96%	-0.93%	-0.94%	-0.94%	-0.94%	-0.94%	-0.94%	-0.77%	-1.43%	-0.77%	-0.94%	-0.94%	-1.47%	-0.77%
«Klimainitiative»	-2.04%	-2.01%	-2.07%	-2.11%	-1.99%	-2.04%	-2.04%	-2.04%	-2.03%	-2.08%	-1.37%	-2.94%	-1.64%	-3.19%	-1.66%	-5.75%	-1.37%
<b>Wohlfahrt</b>		<b>im Vergleich zu «BAU»</b>															
«BR -20%»	-0.36%	-0.37%	-0.35%	-0.38%	-0.34%	-0.36%	-0.36%	-0.36%	-0.36%	-0.39%	-0.29%	-0.44%	-0.32%	-0.36%	-0.36%	-0.49%	-0.30%
«BR -30%»	-0.58%	-0.60%	-0.57%	-0.63%	-0.54%	-0.58%	-0.58%	-0.59%	-0.58%	-0.65%	-0.46%	-0.75%	-0.49%	-0.58%	-0.58%	-0.89%	-0.46%
«Klimainitiative»	-0.83%	-0.84%	-0.83%	-0.88%	-0.79%	-0.83%	-0.83%	-0.83%	-0.83%	-0.89%	-0.58%	-1.03%	-0.70%	-1.24%	-0.68%	-2.10%	-0.58%

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

Bei der Analyse der Armingtonelastizitäten (inkl. Transformationselastizitäten) haben wir jeweils die Substitutionselastizität zwischen den Importen und der heimischen Produktion als auch zwischen den Importen verschiedener Länder um die Hälfte reduziert und um 50% erhöht. Die Resultate in Bezug auf die Armington- und Transformationselastizitäten (Grenzvermeidungskosten für CO<sub>2</sub>, BIP und Wohlfahrt) ändern nur in engen Bandbreiten.

### **Energienachfrageelastizität – grosser Einfluss auf die Höhe der CO<sub>2</sub>-Abgabe**

Je elastischer die Energienachfrage auf Preiserhöhungen bzw. Abgaben reagiert, desto niedriger muss die CO<sub>2</sub>-Abgabe ausfallen, um ein vorgegebenes Klimalenkungsziel zu erreichen. Dementsprechend führen deutlich höhere Elastizitäten zu einer tieferen CO<sub>2</sub>-Abgabe und tiefere Elastizitäten (unelastischere Nachfrage) zu einer höheren CO<sub>2</sub>-Abgabe (vgl. Tabelle 5-1). Die Bandbreite der CO<sub>2</sub>-Abgabe liegt bei sehr extremen Änderungen aller Elastizitäten zwischen 80 bis 200 CHF/t CO<sub>2</sub> für das Szenario «BR -20%». Im Szenario «BR -30%» beträgt die maximale Bandbreite 120 bis 350 CHF/t CO<sub>2</sub>. Die riesige Bandbreite der CO<sub>2</sub>-Abgabe im Szenario «Klimainitiative» ist auf den grossen Einfluss der Treibstoff-Elastizität zurückzuführen, die zu den unrealistisch hohen Bandbreiten führt.

Eine realistische Bandbreite für die zu wählende CO<sub>2</sub>-Abgabe dürfte etwa bei +/- 30% des berechneten Modellwerts liegen. Für das Szenario «BR -20%» lässt sich somit festhalten, dass die Höhe der CO<sub>2</sub>-Abgabe zur Erreichung der vorgegebenen CO<sub>2</sub>-Minderungsziele nicht über die bestehende gesetzliche Maximalgrenze von 210 CHF/t CO<sub>2</sub> erhöht werden muss.<sup>44</sup> Im Szenario «BR -30%» kann nicht ausgeschlossen werden, dass eine Abgabe von über 210 CHF/t CO<sub>2</sub> nötig sein wird, wahrscheinlicher ist allerdings, dass die CO<sub>2</sub>-Abgabe unter den 210 CHF/t CO<sub>2</sub> zu liegen kommt. Umgekehrtes gilt für das Szenario «Klimainitiative»: Hier kann nicht ausgeschlossen werden, dass eine Abgabe von unter 210 CHF/t CO<sub>2</sub> ausreichen würde, wahrscheinlicher ist allerdings, dass die CO<sub>2</sub>-Abgabe deutlich über 210 CHF/t CO<sub>2</sub> erhöht werden müsste.

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

Eine elastischere bzw. unelastischere Energienachfrage hat – ausser bei extremen Änderungen – kaum einen Einfluss auf den ETS-Preis. Dies aus zwei Gründen: Dass der Preis nicht weiter fällt, ist darauf zurückzuführen, dass die ETS-Sektoren 40% bis 50% ihrer CO<sub>2</sub>-

---

<sup>44</sup> Diese Aussage gilt allerdings nur unter der unterstellten BAU-Entwicklung. Nimmt der CO<sub>2</sub>-Ausstoss nicht im unterstellten Ausmass ab (weil bspw. der Ölpreis wieder sinkt, die Bevölkerung und die Wirtschaft stärker wächst oder die Energietechnologiefortschritte zu optimistisch eingeschätzt wurden), dann können zur Zielerreichung höhere Klimalenkungsabgaben nötig sein. Umgekehrtes gilt, wenn der Ölpreis steigt und/oder die Bevölkerung nicht so stark zunimmt wie unterstellt.

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 zugestanden CDM-Mengen verharren. Erst wenn die CDM-Limite ausgeschöpft ist, wird der Preis weiter steigen. Ein massiver Preiszuwachs ist nur dann zu erwarten, wenn die ETS-Sektoren äusserst unelastisch reagieren, bspw. wenn alle Elastizitäten um -50% reduziert werden (vgl. zweitletzte Kolonne der Tabelle 5-1).

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

Änderungen in den Energienachfrageelastizitäten haben auch einen Einfluss auf BIP und Wohlfahrt. Eine realistische Bandbreite für die BIP- und Wohlfahrtsresultate dürfte etwa bei +/- 20% der berechneten Modellwerte liegen.

**Fazit:** Die grösste Unsicherheit besteht bei der Höhe der CO<sub>2</sub>-Abgabe, da diese relativ stark von den unterstellten Energienachfrageelastizitäten abhängig ist, welche wir auf die Ergebnisse der Schweizer Energieperspektiven abgestimmt haben. Eine realistische Bandbreite für die zu wählende CO<sub>2</sub>-Abgabe dürfte etwa bei +/- 30% des berechneten Modellwerts liegen. Für die BIP- und Wohlfahrtsresultate dürfte eine realistische Bandbreite bei etwa +/- 20% liegen.

## 6 Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der Simulationen klimapolitischer Szenarien mit einem berechenbaren dynamischen Einländer-Gleichgewichtsmodell sind nicht als Prognose zu verstehen. Vielmehr lassen sich die ökonomischen und klimapolitischen Zusammenhänge anhand der Ergebnisse illustrieren. Zudem kann die ungefähre Grössenordnung der zugrunde liegenden mittelfristigen Effekte im Jahr 2020 eingeschätzt werden. Die in der Einleitung gestellten Fragen können wir aufgrund der vorliegenden Arbeit wie folgt beantworten:

### **Wie hoch müsste die CO<sub>2</sub>-Abgabe sein, damit die in den verschiedenen Szenarien anvisierte CO<sub>2</sub>-Reduktion erreicht werden kann?**

Die zur Zielerreichung notwendige *CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brennstoffe* beträgt für das Szenario «BR -20%» 113 CHF/t CO<sub>2</sub> (entspricht 30 Rp./Liter Heizöl EL). Dies unter der Annahme einer Rahmentwicklung gemäss «BAU» und unter Einführung eines Gebäudeprogramms, das ab 2013 die energetische Gebäudesanierung mit jährlich 200 Mio. CHF subventioniert. Wird das Ziel mit dem Szenario «BR -30%» verschärft, so muss auch die *CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brennstoffe* höher – nämlich auf 181 CHF/t CO<sub>2</sub> (entspricht 48 Rp./Liter Heizöl EL) – angesetzt werden. Die nötige *CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brenn- und Treibstoffe* für das Szenario «Klimainitiative» berechnet sich unter dem gegebenen Bauszenario «BAU» auf 245 CHF/t CO<sub>2</sub> (entspricht 65 Rp./Liter Heizöl EL oder 48 Rp./Liter Benzin).

Wie die Konsumenten und Produzenten auf die künftige Abgabe reagieren, kann nur aus Vergangenheitsinformationen abgeschätzt werden. Ob diese in der Vergangenheit festgestellte Reaktion auch für die Zukunft angewendet werden kann, ist zumindest mit einer gewissen Unsicherheit versehen. Diese Unsicherheit führt dazu, dass die oben dargelegten Werte für die CO<sub>2</sub>-Abgabe mit einer Bandbreite von rund +/- 30% zu versehen sind.

Auch eine Änderung beim unterstellten Basisszenario («BAU» - Business as Usual) hat einen grossen Einfluss auf die Höhe der CO<sub>2</sub>-Abgabe. Gehen wir davon aus, dass sich das Klima bis zum Jahr 2050 um 2 °C – oder 0.6 °C bis 2020 – erwärmt, könnte die Abgabe rund 10% tiefer angesetzt werden, weil die Winter weniger kalt sind und weniger geheizt werden muss. Auch eine Ölpreiserhöhung (bspw. von 55 auf 100 US\$/Fass) hat eine massive Reduktion der CO<sub>2</sub>-Abgabe zur Folge: Die CO<sub>2</sub>-Abgabe könnte rund 80 CHF/t CO<sub>2</sub> tiefer angesetzt werden. Insgesamt muss also angemerkt werden, dass die zur Erreichung der Ziele nötige CO<sub>2</sub>-Abgabe in ihrer Höhe nur mit Unsicherheiten abgeschätzt werden kann.

Weiter ist zu erwähnen, dass die Höhe der Abgabe auch davon abhängig ist, wie gross die Anstrengungen zur CO<sub>2</sub>-Minderung im Ausland sind. Je ambitionierter die CO<sub>2</sub>-Massnahmen des Auslands sind, desto höher muss die CO<sub>2</sub>-Abgabe in der Schweiz ausfallen. Allein dieser „ausländische“ Einfluss kann dazu führen, dass die CO<sub>2</sub>-Abgabe um rund 30 CHF/t CO<sub>2</sub> anzuheben wäre.



Insgesamt muss also angemerkt werden, dass die zur Erreichung der Ziele nötige CO<sub>2</sub>-Abgabe in ihrer Höhe nur mit Unsicherheiten abgeschätzt werden kann und sich die Einschätzung der „richtigen“ Höhe der CO<sub>2</sub>-Abgabe mit der Zeit (bspw. aufgrund einer abweichenden Entwicklung der Rahmenbedingung) wieder ändern kann.

### **Kompensationspflicht verteuert Treibstoffpreise nur unwesentlich**

In den Szenarien «BR -20%» und «BR -30%» beschränkt sich die CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brennstoffe. Bei den Treibstoffen wird eine Abgabe erhoben, aus dessen Einnahmen der Zukauf von ausländischen CO<sub>2</sub>-Zertifikaten ermöglicht wird (Kompensationspflicht). Die dazu nötige Abgabe verteuert den Treibstoffpreis nicht mehr als 2%, hat also keinerlei Lenkungswirkung auf den Treibstoffverbrauch. Einzig die Einführung der an die EU angelehnten Emissionsvorschriften auf Neuwagen trägt dazu bei, dass der Treibstoffverbrauch im Inland im Vergleich zur BAU-Entwicklung reduziert wird.

### **Moderater ETS-Preis**

Der Preis für die Emissionsrechte im Schweizer ETS, das annahmegemäss nicht mit dem EU-ETS verknüpft ist, bleibt moderat und steigt nur wenig über den Preis auf dem CDM-Markt. Höhere ETS-Preise sind in der Schweiz dann zu erwarten, wenn im Basisszenario «BAU» die CO<sub>2</sub>-Emissionen nicht so stark abnehmen, wie es die Energieperspektiven des BFE berechnet haben.

### **Mit welchen Auswirkungen auf die Wirtschaft insgesamt (BIP) ist zu rechnen?**

Die Auswirkungen auf die Wirtschaft sind bis zum Jahr 2020 moderat und verkraftbar – dies gilt insbesondere für die beiden Szenarien «BR -20%» und «BR -30%». Für diese beiden Szenarien ist aufgrund aller klimapolitischen Massnahmen (also inkl. der bereits in Kraft gesetzten Massnahmen, wie bspw. die bestehende CO<sub>2</sub>-Abgabe) mit einer BIP-Einbusse bis zum Jahr 2020 von -0.69% bzw. -0.94% zu rechnen. Gehen wir davon aus, dass diese bereits beschlossenen klimapolitischen Massnahmen (betrifft insbesondere die bereits beschlossene CO<sub>2</sub>-Abgabe) nicht zurückgenommen werden und wir nur an der Belastung der Wirtschaft durch die zusätzlichen klimapolitischen Massnahmen im Hinblick auf die Zielerreichung im Jahr 2020 interessiert sind, dann ergeben sich BIP-Einbussen von -0.40% im Szenario «BR -20%» und -0.65% im Szenario «BR -30%». Die jährliche BIP-Wachstumsrate würde sich damit zwischen den Jahren 2010 und 2020 von 1.58% (BIP-Wachstumsrate im «BAU») um -0.04% (Szenario «BR -20%») bzw. -0.07% (Szenario «BR -30%») verringern.

Im Szenario «Klimainitiative» liegt der BIP-Rückgang spürbar höher. Berücksichtigt man alle klimapolitischen Massnahmen, so liegt das BIP im Jahr 2020 -2.04% unter dem BIP des «BAU». Die Belastung der Wirtschaft der zusätzlichen Massnahmen zur Zielerreichung im Jahr 2020 führen zu einem BIP, das im Jahr 2020 -1.75% unter dem BIP des «BAU» liegt.

Die jährliche BIP-Wachstumsrate würde sich damit zwischen den Jahren 2010 und 2020 von 1.58% (BIP-Wachstumsrate im «BAU») um spürbare -0.18% auf 1.4% verringern.

Die Bandbreite der oben genannten BIP-Werte dürfte aufgrund der nicht genau vorhersehbarer Reaktion von Konsumenten und Produzenten auf die Erhöhung der CO<sub>2</sub>-Abgabe etwa +/- 20% betragen. Keinen wesentlichen Einfluss auf das Schweizer BIP hat die Klimapolitik unserer Handelspartnerländer, da sich die relativ verbesserte Wettbewerbsposition der Schweiz und der schrumpfende Exportmarkt gegenseitig ungefähr aufheben. Auch für die Auswirkungen auf das BIP gilt, dass diese abhängig sind von der unterstellten BAU-Entwicklung.

### **Mit welchen Auswirkungen auf die einzelnen Wirtschaftsbranchen ist zu rechnen?**

Grössere Effekte auf Exporte und Importe sind nicht auszuschliessen, betreffen aber im Wesentlichen wenig export- und importsensible Sektoren. Die gesamtwirtschaftlichen Export- und Importänderungen im Vergleich zum «BAU» fallen daher moderat aus. Dies auch unter der Annahme, dass die Handelspartnerländer keine weiteren klimapolitischen Massnahmen umsetzen. Treffen unsere wichtigsten Handelspartnerländer (insbesondere die EU) vergleichbare klimapolitische Massnahmen wie die Schweiz, so werden die negativen Aussenhandelseffekte geringer ausfallen. Nicht auszuschliessen ist auch eine relative Verbesserung der Wettbewerbsposition einzelner Sektoren.

Der Produktionsrückgang ist für einzelne, energieintensive Sektoren beträchtlich, er kann bis über 10% betragen. Allerdings ist zu beachten, dass der strukturelle Wandel in die gewünschte Richtung geht, also vor allem die energieintensiven Sektoren weniger produzieren und daher auch weniger Energie verbrauchen und CO<sub>2</sub> emittieren. Zu beachten ist auch, dass die stark betroffenen, energieintensiven Sektoren eher kleinere Sektoren sind.

### **Wie sind die Haushalte davon betroffen (Wohlfahrts- und Verteilungseffekte)?**

Eine aktive, ambitionierte Klimapolitik ist nicht gratis: Die Schweiz muss in den beiden Szenarien «BR -20%» und «BR -30%» mit – quantitativ allerdings geringen und verkraftbaren – Wohlfahrtseinbussen rechnen: -0.36% im Szenario «BR -20%» und -0.58% im Szenario «BR -30%» (gilt für alle klimapolitischen Massnahmen im Hinblick auf die Zielerreichung für die Periode 2008/2012 und 2020, die ausgewiesenen Wohlfahrtseffekte betreffen also auch die bereits beschlossenen klimapolitischen Massnahmen im Hinblick auf die Zielerreichung 2008/2012). Die hier berechnete Wohlfahrt entspricht den Konsummöglichkeiten der Haushalte, d.h. der Konsum liegt -0.36% bis -0.58% tiefer als im Basisszenario «BAU». Im Szenario «Klimainitiative» ist die Wohlfahrtseinbusse von -0.83% zwar etwas höher, darf aber ebenfalls als verkraftbar bezeichnet werden: Der maximale Wohlfahrtsverlust entspricht etwa dem Wohlfahrtswachstum eines Jahres, oder anders formuliert: Die Schweiz setzt in den nächsten rund 15 bis 20 Jahren zugunsten des Klimas maximal einmal ein Wachstumsjahr aus.

Die armen erwerbstätigen Haushalte werden trotz allgemeinem Wohlfahrtsverlust in allen drei Szenarien aufgrund der Pro-Kopf-Rückverteilung der CO<sub>2</sub>-Abgabe besser gestellt. Am stärksten betroffen sind die reichen Rentner: Die Wohlfahrtsverluste bewegen sich für einzelne Haushalte in den Szenarien «BR -20%» und «BR -30%» unter -2%. Im Szenario «Klimainitiative» sind maximale Wohlfahrtseinbussen von -3% zu erwarten. Die Wohlfahrtseinbussen sind verkraftbar, aber für einzelne Haushalte sicherlich spürbar: Für die reichsten Haushalte ist mit Einbussen von jährlich maximal -1'500 CHF (für das Szenario «BR»), -2'300 CHF (für das Szenario «BR -30%») bzw. -3'600 CHF (für das Szenario «Klimainitiative») zu rechnen.

**Wie gross sind die positiven Nebeneffekte (Sekundärnutzen) einer aktiven Klimapolitik?**

CO<sub>2</sub>-Minderungen im Inland führen gleichzeitig zur Minderung des Ausstosses anderer Schadstoffe, so dass klimapolitische Anstrengungen die externen Kosten ökonomischer Aktivitäten senken. Dieser positive, monetarisierbare Nebeneffekt kann in allen drei Szenarien die moderaten Wohlfahrtseinbussen aber nur zu rund 10% kompensieren – auch unter Berücksichtigung dieser Sekundärnutzen führt die Klimalenkungsabgabe zu moderaten Wohlfahrtseinbussen.

Wie gross die restlichen – nicht quantifizierbaren – positiven Nebeneffekte einer aktiven Klimapolitik sind, muss offen bleiben. Sicher ist, dass die Auslandhängigkeit aufgrund weniger Importen fossiler Energieträger zurückgeht. Ob und in welchem Umfang zusätzliche Wachstumspotenziale (bspw. über First Mover Vorteile oder Innovationsanreize) genutzt werden können, muss offen bleiben. Grundsätzlich darf aber davon ausgegangen werden, dass zumindest das Potenzial bzw. das Umfeld für Innovationen vergrössert bzw. verbessert wird.

Allein auf der Basis der vorliegenden Resultate darf aber keine Aussage über die Vorteilhaftigkeit unterschiedlicher Klimapolitiken gemacht werden, da die Nutzen des Klimaschutzes nicht berücksichtigt wurden. Negative Vorzeichen bei den Wohlfahrtseffekten bedeuten daher nicht, dass diese auch nach einer Berücksichtigung der Nutzen des Klimaschutzes Bestand hätten.



## 7 Anhang A – Modellparametrisierung und Resultattabellen

### 7.1 Daten und Parametrisierung

#### Die Input-Output-Tabelle (IOT) und die Social Accounting Matrix (SAM)

Als Benchmarkjahr wurde das Jahr 2005 gewählt. Für dieses Jahr liegt eine aktualisierte Input-Output-Tabelle und eine Social Accounting Matrix für die Schweiz vor, welche für das hier entwickelte dynamische Einländer-Gleichgewichtsmodell eingesetzt wurden.

#### KLEM-Parametrisierung

Die nachfolgende Tabelle zeigt die gewählten KLEM-Elastizitäten (KLEM = Kapital, Arbeit, Energie, Vorleistungen), die aus Okagawa/Ban (2008) stammen. Diese KLEM-Elastizitäten wurden auf Basis von Paneldaten aus den Jahren 1995 bis 2004 geschätzt. Es handelt sich um die aktuellste verfügbare empirische Schätzung der KLEM-Elastizitäten, welche für einen mittelfristigen Zeithorizont ansetzbar sind.

Für einen längerfristigen Zeithorizont sind die KLEM-Elastizitäten höher anzusetzen, da das Substitutionspotenzial mit der Zeit zunimmt. Dies wird u.a. mit dem technischen Fortschritt begründet. Weiter spielen aber auch Erneuerungs- und Ersatzzyklen eine wesentliche Rolle: Viele energetische Massnahmen lassen sich nur bei einem Ersatz oder im Rahmen einer Gesamterneuerung wirtschaftlich umsetzen. Je länger der Zeithorizont, desto grösser das durch Ersatz und Erneuerung ermöglichte Einsparpotenzial. Verschiedene Studien zeigen, dass die Substitutionselastizitäten aus einer längerfristigen Sicht (in der Regel ökonometrisch geschätzt mittels Querschnittsanalysen) in etwa doppelt so hoch sind wie die kurz- und mittelfristigen Elastizitäten (geschätzt mittels Zeitreihenanalyse oder Paneldaten).<sup>45</sup> In der vorliegenden Studie unterstellen wir die in der nachfolgenden Tabelle festgehaltenen KLEM-Elastizitäten und gehen davon aus, dass sich diese bis 2030 verdoppeln.

---

<sup>45</sup> Vgl. bspw. Mark J. Koetse Mark J, de Groota Henri L.F., Floraxa Raymond J.G.M. (2006), Capital-Energy Substitution and Shifts in Factor Demand: A Meta-Analysis, Tinbergen Institute Discussion Paper, TI 2006-061/3.

**Tabelle 7-1: KLEM-Elastizitäten – Elastizitäten zwischen Arbeit, Kapital, Energie und Vorleistungen (für die Bezeichnung der Elastizitäten vgl. Grafik 3-1)**

Sektorbezeichnung	Noga-Klassierung	KLEM-Substitutionselastizitäten			
		$\sigma_{KL}$	$\sigma_{KL\_E}$	$\sigma_M$	$\sigma_{KLE\_M}$
Landwirtschaft	1,2,5	0.023	0.516	-	0.392
Steine/Erden	10,11,12,13,14	0.139	0.553	0.309	0.729
Nahrung	15	0.382	0.395	-	0.329
Textil	17	0.161	0.637	0.597	0.722
Papier	21	0.381	0.211	-	0.187
Chemie	24	0.334	-	0.082	0.848
Zement	26	0.358	0.411	0.191	0.306
Metalle, Metallprodukte	27, 28	0.084	0.554	0.297	0.574
Maschinen	29	0.295	0.292	0.459	0.130
Apparate	30,31,32,33	0.046	0.529	0.309	0.406
Druck	22	0.381	0.211	-	0.187
Rest Industrie	16,18,19, 20,23,25,34,35,36,37	0.046	0.529	0.309	0.406
Bau	45	0.065	0.529	-	1.264
Handel	50, 51, 52	0.250	0.500	0.000	0.500
Hotel	55	0.250	0.500	0.000	0.500
Transport	60, 61, 62	0.310	0.281	0.331	0.352
Kommunikation	63, 64	0.370	0.518	0.711	0.654
Finanz DL	65, 66	0.264	0.320	-	0.492
Rest DL	40,41,70,71,72,73,74,90,91,92,93	0.250	0.500	0.000	0.500
Öffentlicher Sektor	75, 80, 85	0.250	0.500	0.000	0.500

Sektoren im ETS

## 7.2 Herleitung des Basisszenarios «BAU»

Die Entwicklung der Treibhausgasemissionen des Szenarios «BAU» wurde grob aus den aktuellen Energieperspektiven abgeschätzt. Unterstellt wurde das Szenario I (Ölpreis 50 US\$ und Stromvariante A) der Energieperspektiven, wobei eine höhere Bevölkerungsentwicklung (gemäss Bevölkerungsszenario Trend 2005/09 des Bundesamts für Statistik) eine leicht höhere Zunahme des BIPs (gemäss dem aktuellsten zur Verfügung stehenden Abschätzun-

gen zur Entwicklung des potenziellen BIPs) unterstellt wurde. Weiter wurde angenommen, dass der Ölpreis erst nach 2020 über 50 US\$<sup>46</sup> steigen wird.

Die nachfolgenden Tabelle 7-2 bis Tabelle 7-11 zeigen, mit welchen – teils groben – Annahmen die Korrektur der Energieperspektiv-Resultate hinsichtlich des höheren Bevölkerungswachstums der höheren BIP-Entwicklung und der ab 2020 steigenden Ölpreisen vorgenommen wurde.

- Die Tabelle 7-2 und Tabelle 7-3 stellen die wichtigsten Annahmen für das Szenario I der Energieperspektiven zusammen. Dargestellt werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen für
  - Szenario I, 30 US\$, Stromvariante A (Tabelle 7-2)
  - Szenario I, 30 US\$, Stromvariante A, BIP hoch (Tabelle 7-3) und
  - Szenario I, 50 US\$, Stromvariante A (Tabelle 7-3)
- Die Tabelle 7-4 zeigt die im Szenario «BAU» unterstellte Bevölkerungs- und BIP-Entwicklung.
- Die Tabelle 7-5 zeigt, wie die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Energieperspektiven auf das höhere angenommene Bevölkerungswachstum hochgerechnet wurden (teils grobe Annahme, wie sich das vermehrte Bevölkerungswachstum auf die einzelnen Komponenten – Brenn-, Treibstoffe, usw. – durchschlägt).
- Die Tabelle 7-6 zeigt, wie sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Energieperspektiven verändern, wenn die BIP-Entwicklung gemäss Szenario«BAU» unterstellt wird (lineare Interpolation zwischen den Energieperspektivszenarien mit hohem und tiefem BIP-Wachstum)
- In der Tabelle 7-7 wird dargestellt, wie sich die nach 2020 zunehmenden Ölpreise auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen auswirken (dabei wurden die in den Energieperspektiven ausgewiesenen CO<sub>2</sub>-Emissionen für das Szenario I mit einem Ölpreis von 30 US\$ verglichen mit den CO<sub>2</sub>-Emissionen für das Szenario I mit 50 US\$ und unter Annahme einer leicht steigenden Grenzkostenkurve der CO<sub>2</sub>-Vermeidung der Effekt eines weiteren Ölpreisanstiegs von 50 US\$ auf 100 US\$ auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen abgeschätzt).
- Die sich aufgrund der geänderten Annahmen bei der Bevölkerung, beim BIP und dem nach 2020 steigenden Ölpreis ergebende Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Szenario «BAU» zeigen die Tabelle 7-8 (für die Brennstoffe), Tabelle 7-9 (für die Treibstoffe) und Tabelle 7-10 (für Brenn- und Treibstoffe zusammen). Relevant sind hier vor allem die abgeschätzten relativen Veränderungen gegenüber 2005.
- Da wir in der vorliegenden Studie ein aktualisiertes Mengengerüst zu den CO<sub>2</sub>-Emissionen verwenden, wurden die in der Tabelle 7-8 und Tabelle 7-9 hergeleiteten relativen Veränderungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen gegenüber 2005 auf das aktualisierte Mengengerüst angewendet und so die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen für Brenn- und Treibstoffe im Szenario «BAU» abgeschätzt. Die Tabelle 7-11 zeigt die unterstellte Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Szenario «BAU» für alle Treibhausgase.

---

<sup>46</sup> Die 50 US\$ beziehen sich auf Preise 2003, unter Berücksichtigung der Wechselkursänderungen entsprechen die 50 US\$ im Jahre 2005 55 US\$.

**Tabelle 7-2: Annahmen und CO<sub>2</sub>-Emissionen zum Szenario I (30\$), Stromvariante A, der Energieperspektiven**

		1990	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	Quelle / Bemerkungen
<b>Szenario I (30\$), Stromvar. A</b>													
Wechselkurs CHF/\$		1.39	1.33	1.32	1.31	1.29	1.27	1.25	1.25				Stand 1.6.05 1.350 für 2003
<b>Bevölkerung</b>	[Mio.]	6.80	7.46	7.54	7.57	7.60	7.61	7.61	7.57				Band 2, Seite 71, Band 4, Kap. 1, S. 13
Index, 2005 =100	Index	91	100	101	101	102	102	102	101				
<b>BIP real zu Preisen 2003</b>	[Mrd. CHF]	387.9	440.6	473.6	502.7	526	541.9	554.5	572.3				Band 2, Seite 71
Index, 2005 =100	Index	88	100	107	114	119	123	126	130				
<b>Ölpreis real zu Preisen 2003</b>	US\$/bbl	31.23	30	30	30	30	30	30	30	(in Epersp: 33.4 im 2035)			Band 4, Kap. 1, S. 13
HEL Haushalte, real zu Preisen 2003	Rp./l	42.9	42.8	44.2	45.4	46	46.7	46.8	50.6				Band 2, Seite 71
Erdgas Haushalte, real zu Preisen 2003	Rp./kWh	6	6.6	6.6	6.7	6.8	6.8	6.9	7.2				Band 2, Seite 71
Strom Haushalte, real zu Preisen 2003	Rp./kWh	18	17.7	17.1	17.5	18.1	18.4	18.6	18.2				Band 2, Seite 71
HEL Industrie, real zu Preisen 2003	CHF/t	461.5	421.4	432.2	443.3	445.5	447.5	449.2	488.9				Band 2, Seite 71
Erdgas Industrie, real zu Preisen 2003	Rp./kWh	3.3	4	3.8	3.9	4	4	4	4.3				Band 2, Seite 71
Strom Industrie, real zu Preisen 2003	Rp./kWh	15.1	11.1	9.5	9.9	10.4	10.8	11	10.8				Band 2, Seite 71
Benzin	CHF/l	1.2	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4				Band 2, Seite 71
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen</b>	[Mio. t CO <sub>2</sub> ]	41.8	42	41.3	40.3	39.4	38.5	37.8	37.1				Band 2, Seite 72, ohne Raff.-EV gemäss CO <sub>2</sub> -Gesetz
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen der Nachfrage</b>													
Haushalte		12.8	11.8	11.5	11.0	10.5	10.0	9.5	9.1				Band 2, Seite 72
Dienstleistungen		5.3	4.7	4.5	4.3	4.2	4.1	4.0	3.9				Band 2, Seite 72
Industrie		6.3	5.7	5.7	5.7	5.6	5.4	5.3	5.3				Band 2, Seite 72
Verkehr		15.6	17.4	17.2	16.8	16.6	16.5	16.4	16.5				Band 2, Seite 72
<b>Total</b>		40.0	39.6	38.9	37.8	36.9	36.0	35.2	34.8				Band 2, Seite 72



**Tabelle 7-3: Annahmen und CO<sub>2</sub>-Emissionen zum Szenario I (30\$), BIP hoch, und zum Szenario I (50\$), der Energieperspektiven**

		1990	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	Quelle / Bemerkungen
<b>Szenario I (30\$), Stromvar. A, BIP hoch</b>													
BIP real zu Preisen 2003	[Mrd. CHF]	387.9	449.6	497	546.4	590.6	630	662.5	692.2				Band 2, Seite 123
Index, 2005 =100	Index	86	100	111	122	131	140	147	154				
CO <sub>2</sub> -Emissionen	[Mio. t CO <sub>2</sub> ]	41.8	42	41.6	40.8	40.2	39.6	39.2	38.6				Band 2, Seite 124, , ohne Raff.-EV gemäss CO <sub>2</sub> -Gesetz
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen der Nachfrage</b>													
Haushalte		12.8	11.8	11.4	10.9	10.4	9.8	9.3	8.8				Band 2, Seite 124
Dienstleistungen		5.3	4.7	4.5	4.4	4.2	4.1	4.0	3.9				Band 2, Seite 124
Industrie		6.3	5.7	5.8	5.8	5.8	5.6	5.6	5.6				Band 2, Seite 124
Verkehr		15.6	17.4	17.5	17.3	17.4	17.5	17.7	17.8				Band 2, Seite 124
Total		40.0	39.6	39.2	38.4	37.8	37.0	36.6	36.1				Band 2, Seite 124
<b>Szenario I (50\$), Stromvar. A</b>													
Ölpreis real zu Preisen 2003	US\$/bbl	31	45	50	50	50	50	50	50				Band 4, Kap. 1, S. 14
HEL Haushalte, real zu Preisen 2003	Rp./l	42.9	57	63.8	65.8	66.7	67.6	67.8	68				Band 2, Seite 131
Erdgas Haushalte, real zu Preisen 2003	Rp./kWh	6	7.2	8.4	8.6	8.7	8.8	8.9	8.9				Band 2, Seite 131
Strom Haushalte, real zu Preisen 2003	Rp./kWh	18	17.7	17.1	17.6	18.3	18.8	19	18.8				Band 2, Seite 131
HEL Industrie, real zu Preisen 2003	CHF/t	461.5	577.4	646.5	664.4	667.5	670.5	672.8	674.7				Band 2, Seite 131
Erdgas Industrie, real zu Preisen 2003	Rp./kWh	3.3	4.5	5.6	5.7	5.7	5.8	5.8	5.8				Band 2, Seite 131
Strom Industrie, real zu Preisen 2003	Rp./kWh	15.1	11.1	9.5	10.1	10.7	11.2	11.6	11.5				Band 2, Seite 131
Benzin	CHF/l	1.2	1.4	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6				Band 2, Seite 131
CO <sub>2</sub> -Emissionen	[Mio. t CO <sub>2</sub> ]	41.8	41.9	40.2	38.7	37.5	36.2	35.2	34.4				Band 2, Seite 132, , ohne Raff.-EV gemäss CO <sub>2</sub> -Gesetz
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen der Nachfrage</b>													
Haushalte		12.8	11.8	11.3	10.5	9.8	9.1	8.4	7.8				Band 2, Seite 132
Dienstleistungen		5.3	4.7	4.4	4.1	3.9	3.7	3.5	3.3				Band 2, Seite 133
Industrie		6.3	5.7	5.5	5.4	5.3	5.1	5.0	5.0				Band 2, Seite 134
Verkehr		15.6	17.4	16.7	16.3	16.1	15.9	15.9	15.9				Band 2, Seite 135
Total		40.0	39.6	37.9	36.3	35.1	33.8	32.8	32.0				Band 2, Seite 136

**Tabelle 7-4: Annahmen für die Bevölkerungs- und BIP-Entwicklung im Szenario «BAU»**

		1990	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	Quelle / Bemerkungen
<b>Bevölkerung 2005/09</b>	[Mio.]	6.80	7.46	7.80	8.03	8.18	8.28	8.36	8.39	8.40	8.37	8.33	Bilanz der ständigen Wohnbevölkerung (Total) nach dem Szenario A-00-2005/09, 2009-2050
Index, 2005 =100	Index	91	100	105	108	110	111	112	113	113	112	112	
<b>BIP real zu Preisen 2005</b>	[Mrd. CHF]	379.6	449.8	478.1	528.4	559.1	584.3	605.4	629.5	657.8	686.3	712.9	SECO
Index, 2005 =100	Index	84	100	106	117	124	130	135	140	146	153	159	

**Tabelle 7-5: Grobe Abschätzung der zusätzlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen aufgrund des höheren Bevölkerungswachstums**

	1990	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	Quelle / Bemerkungen
<b>Grobe Abschätzung der zusätzlichen Emissionen aufgrund des höheren Bevölkerungswachstums</b>												
Zusätzliches Bevölkerungswachstum 2005/09 gegenüber Annahmen Energieperspektiven	0.0%	0.0%	3.5%	6.0%	7.6%	8.9%	9.8%	10.9%				
Durchschlagen des zusätzlichen Bevölkerungswachstums auf die CO <sub>2</sub> -Emissionsnachfrage												
Haushalte	12.80	11.80	11.40	10.66	9.99	9.30	8.61	8.01				1)
Dienstleistungen	5.30	4.70	4.44	4.16	3.97	3.78	3.59	3.39				2)
Industrie	6.30	5.70	5.50	5.40	5.30	5.10	5.00	5.00				3)
Verkehr	15.60	17.40	17.16	17.09	17.08	17.04	17.15	17.28				4)
Total	40.0	39.6	38.5	37.3	36.3	35.2	34.3	33.7				
davon Brennstoffe	24.4	22.2	21.3	20.2	19.3	18.2	17.2	16.4				
davon Treibstoffe	15.6	17.4	17.2	17.1	17.1	17.0	17.2	17.3				
Zusätzliche CO <sub>2</sub> -Emissionen aufgrund zusätzlichem Bevölkerungswachstum: Total	0.0%	0.0%	1.6%	2.8%	3.5%	4.2%	4.7%	5.3%				
Zusätzliche CO <sub>2</sub> -Emissionen aufgrund zusätzlichem Bevölkerungswachstum: Brennstoffe	0.0%	0.0%	0.6%	1.1%	1.4%	1.6%	1.7%	1.9%				
Zusätzliche CO <sub>2</sub> -Emissionen aufgrund zusätzlichem Bevölkerungswachstum: Treibstoffe	0.0%	0.0%	2.8%	4.8%	6.1%	7.2%	7.9%	8.7%				

Legende:

- 1) Der Bevölkerungszuwachs führt zu Neubauten, Neubauten haben deutlich tiefere Energiekennzahlen: Grobe Annahme: dieser Effekt führt dazu, dass nur 25% des Bevölkerungszuwachs durchschlägt.
- 2) In Dienstleistung ist CO<sub>2</sub> hauptsächlich durch Raumwärme bestimmt. Der Bevölkerungszuwachs führt zu höheren Büroflächen, die aber deutlich tiefere Energiekennzahlen aufweisen als die heutigen: Grobe Annahme: dieser Effekt führt dazu, dass nur 25% des Bevölkerungszuwachs durchschlägt.
- 3) Im Industriebereich ist CO<sub>2</sub> hauptsächlich durch Prozesswärme bestimmt. Nicht Bevölkerung, sondern BIP ist bestimmende Grösse.
- 4) grobe Abschätzung, schlägt nicht 100% durch, da angenommen wird, dass bei höherem Bevölkerungswachstum der ModalSplit zugunsten der Schiene verändert wird.

**Tabelle 7-6: Grobe Abschätzung der Emissionsänderung aufgrund unterschiedlicher BIP-Annahmen**

	1990	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	Quelle / Bemerkungen
<b>Grobe Abschätzung der Emissionsveränderung aufgrund unterschiedlicher BIP-Annahmen</b>												
BIP-Index BAU-Pfad		100	106	117	124	130	135	140				
BIP tief Energieperspektiven		100	107	114	119	123	126	130				
BIP hoch Energieperspektiven		100	111	122	131	140	147	154				
Differenz der CO2-Emissionsnachfrage des Szenarios I BIP-hoch minus Szenario BIP-tief der Energieperspektiven												
Haushalte		-	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.2	-0.3				
Dienstleistungen		-	-	0.1	-	-	-	-				
Industrie		-	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3				
Verkehr		-	0.3	0.5	0.8	1.0	1.3	1.3				
Total		-	0.3	0.6	0.9	1.0	1.4	1.3				
Durchschlagen des zusätzlichen Bevölkerungswachstums auf die CO2-Emissionsnachfrage												
Haushalte		11.80	11.54	10.95	10.46	9.92	9.42	8.97				lineare Interpolation der BIP-Wirkung
Dienstleistungen		4.70	4.50	4.35	4.20	4.10	4.00	3.90				"
Industrie		5.70	5.66	5.75	5.68	5.48	5.42	5.43				"
Verkehr		17.40	17.08	17.03	16.93	16.90	16.93	17.04				"
Total		39.60	38.8	38.1	37.3	36.4	35.8	35.3				
davon Brennstoffe		22.20	21.70	21.05	20.34	19.50	18.84	18.30				
davon Treibstoffe		17.40	17.08	17.03	16.93	16.90	16.93	17.04				
Veränderte CO2-Emissionen aufgrund der unterschiedlichen BIP-Annahmen: Total		0.0%	-0.3%	0.7%	1.0%	1.1%	1.6%	1.6%				
Veränderte CO2-Emissionen aufgrund der unterschiedlichen BIP-Annahmen: Brennstoffe		0.0%	0.0%	0.2%	0.2%	0.0%	0.2%	0.0%				
Veränderte CO2-Emissionen aufgrund der unterschiedlichen BIP-Annahmen: Treibstoffe		0.0%	-0.7%	1.4%	2.0%	2.4%	3.2%	3.3%				

**Tabelle 7-7: Grobe Abschätzung der Emissionsänderung aufgrund unterschiedlicher Annahmen zur Ölpreisentwicklung (erst ab 2020 relevant)**

	1990	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	Quelle / Bemerkungen
<b>Eine Ölpreiserhöhung gemäss Energieperspektiven von US\$ 30 auf US\$ 50 führt zu Preiserhöhungen von</b>												
Ölpreis			66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%				
HEL Haushalte			44.3%	44.9%	45.0%	44.8%	44.9%	34.4%				
Erdgas Haushalte			27.3%	28.4%	27.9%	29.4%	29.0%	23.6%				
Strom Haushalte			0.0%	0.6%	1.1%	2.2%	2.2%	3.3%				
HEL Industrie			49.6%	49.9%	49.8%	49.8%	49.8%	38.0%				
Erdgas Industrie			47.4%	46.2%	42.5%	45.0%	45.0%	34.9%				
Strom Industrie			0.0%	2.0%	2.9%	3.7%	5.5%	6.5%				
Benzin			15.4%	15.4%	7.1%	14.3%	14.3%	14.3%				
<b>Eine Ölpreiserhöhung gemäss Energieperspektiven von US\$ 30 auf US\$ 50 führt zu zusätzlichen CO2-Emissionen von</b>												
zusätzliche CO2-Emissionen: Total			-2.7%	-4.0%	-4.8%	-6.0%	-6.9%	-7.3%				
zusätzliche CO2-Emissionen: Brennstoffe			-2.5%	-4.7%	-6.1%	-7.7%	-9.8%	-10.2%				
zusätzliche CO2-Emissionen: Treibstoffe			-2.9%	-3.0%	-3.0%	-3.6%	-3.0%	-3.6%				
<b>Eine Ölpreiserhöhung gemäss Energieperspektiven von US\$ 50 auf US\$ 100 führt zu Preiserhöhungen von</b>												
Ölpreis zu Preisen 2005 gemäss Szenario I, 50\$ (Preis 2003)			55.1	55.1	55.1	55.1	55.1	55.1	55.1	55.1	55.1	
Ölpreis zu Preisen 2005, 100\$			55.1	55.1	55.1	62.5	70.0	77.5	85.0	92.5	100.0	
Zunahme des Ölpreises			0%	0%	0%	14%	27%	41%	54%	68%	82%	
Berücksichtigung zunehmender Grenzvermeidungskosten: Nächster Preierhöhungsschritt bringt nur noch 80% der Reduktion:						80%	80%	80%	80%	80%	80%	
<b>Eine Ölpreiserhöhung gemäss Energieperspektiven von US\$ 50 auf US\$ 100 führt zu zusätzlichen CO2-Emissionen von</b>												
zusätzliche CO2-Emissionen: Total		0%	0%	0%	0%	-0.4%	-1.3%	-2.4%	-3.9%	-5.6%	-7.1%	grobe Abschätzung: Annahme: in etwa gleiche Reaktion wie von 30 auf 50 \$ (zunehmende Grenzvermeidungskosten)
zusätzliche CO2-Emissionen: Brennstoffe		0%	0%	0%	0%	-0.4%	-1.5%	-3.0%	-5.0%	-8.0%	-10.0%	
zusätzliche CO2-Emissionen: Verkehr		0%	0%	0%	0%	-0.5%	-1.0%	-1.5%	-2.4%	-2.5%	-3.6%	

**Tabelle 7-8: Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Szenario «BAU»: BRENNSTOFFE (relative Veränderung gegenüber 2005)**BRENNSTOFFE: CO<sub>2</sub>-Emissionen in Mio. Tonnen, ohne Raff.-EV gemäss CO<sub>2</sub>-Gesetz bei einem Anstieg des Ölpreises von 50\$ auf 100\$ ab 2020 bis 2050

		1990	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	Quelle / Bemerkungen
Szenario I (50\$), Stromvar. A	[Mio. t CO <sub>2</sub> ]	26.20	24.50	23.50	22.40	21.40	20.30	19.30	18.50				
	% i.Vgl. 2005		0.0%	-4.1%	-8.6%	-12.7%	-17.1%	-21.2%	-24.5%				
	t CO <sub>2</sub> /Kopf		3.28	3.12	2.96	2.82	2.67	2.54	2.44				
	autonomer techn. Fortschritt pro Kopf			-1.04%	-1.03%	-0.99%	-1.06%	-1.02%	-0.74%				
Einfluss höhere Bevölkerung	% Veränderung		0.0%	0.6%	1.1%	1.4%	1.6%	1.7%	1.9%				
Einfluss höheres BIP	% Veränderung		0.0%	0.0%	0.2%	0.2%	0.0%	0.2%	0.0%				
Einfluss höherer Ölpreis	% Veränderung		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-0.4%	-1.5%	-3.0%				
Total Einfluss Ölpreis und Bevölkerung bzw. BIP	% Veränderung		0.0%	0.6%	1.3%	1.6%	1.2%	0.4%	-1.1%				
Entwicklung CO <sub>2</sub> -Emissionen im BAU-Szenario	[Mio. t CO <sub>2</sub> ]	26.2	24.5	23.7	22.7	21.7	20.5	19.4	18.3	17.63	16.78	16.10	
	% i.Vgl. 2005		0.0%	-3.5%	-7.4%	-11.3%	-16.2%	-20.9%	-25.3%	-28.0%	-31.5%	-34.3%	
	t CO <sub>2</sub> /Kopf		3.28	3.03	2.83	2.66	2.48	2.32	2.18	2.10	2.00	1.93	
	autonomer techn. Fortschritt pro Kopf			-1.59%	-1.38%	-1.22%	-1.39%	-1.33%	-1.23%	-0.73%	-0.93%	-0.73%	
BRENNSTOFFE: CO <sub>2</sub> -Emissionen in Mio. Tonnen, ohne Raff.-EV gemäss CO <sub>2</sub> -Gesetz bei einem konstanten Ölpreis von ca. 50US\$ (exakt 55US\$ zu Preisen 2005)													
Entwicklung CO <sub>2</sub> -Emissionen im BAU-Szenario	% Veränderung	26.2	24.5	23.7	22.7	21.7	20.6	19.7	18.8	18.57	18.25	17.88	
	% i.Vgl. 2005		0.0%	-3.5%	-7.4%	-11.3%	-15.8%	-19.7%	-23.1%	-24.2%	-25.5%	-27.0%	
	t CO <sub>2</sub> /Kopf		3.28	3.03	2.83	2.66	2.49	2.35	2.25	2.21	2.18	2.15	
	autonomer techn. Fortschritt pro Kopf			-1.59%	-1.38%	-1.22%	-1.31%	-1.11%	-0.94%	-0.30%	-0.30%	-0.30%	

**Tabelle 7-9: Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Szenario «BAU»: TREIBSTOFFE (relative Veränderung gegenüber 2005)**TREIBSTOFFE: CO<sub>2</sub>-Emissionen in Mio. Tonnen, ohne Raff.-EV gemäss CO<sub>2</sub>-Gesetz bei einem Anstieg des Ölpreises von 50\$ auf 100\$ ab 2020 bis 2050

		1990	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	Quelle / Bemerkungen
Szenario I (50\$), Stromvar. A	[Mio. t CO <sub>2</sub> ]	15.60	17.40	16.70	16.30	16.10	15.90	15.90	15.90				
	% i. Vgl. 2005		0.0%	-4.0%	-6.3%	-7.5%	-8.6%	-8.6%	-8.6%				
	t CO <sub>2</sub> /Kopf		2.33	2.21	2.15	2.12	2.09	2.09	2.10				
	autonomer techn. Fortschritt pro Kopf			-1.03%	-0.56%	-0.33%	-0.26%	-0.01%	0.11%				
Einfluss höhere Bevölkerung	% Veränderung		0.0%	2.8%	4.8%	6.1%	7.2%	7.9%	8.7%				
Einfluss höheres BIP	% Veränderung		0.0%	-0.7%	1.4%	2.0%	2.4%	3.2%	3.3%				
Einfluss höherer Ölpreis	% Veränderung		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-0.5%	-1.0%	-1.5%				
Total Einfluss Ölpreis und Bevölkerung bzw. BIP	% Veränderung		0.0%	2.1%	6.2%	8.0%	9.1%	10.1%	10.5%				
Entwicklung CO <sub>2</sub> -Emissionen im BAU-Szenario	[Mio. t CO <sub>2</sub> ]	15.6	17.4	17.0	17.3	17.4	17.3	17.5	17.6	17.30	17.15	16.79	
	% i. Vgl. 2005		0.0%	-2.0%	-0.5%	0.0%	-0.3%	0.6%	1.0%	-0.6%	-1.4%	-3.5%	
	t CO <sub>2</sub> /Kopf		2.33	2.19	2.16	2.13	2.09	2.09	2.09	2.06	2.05	2.02	
	autonomer techn. Fortschritt pro Kopf			-1.30%	-0.27%	-0.27%	-0.32%	0.01%	-0.01%	-0.31%	-0.12%	-0.32%	
TREIBSTOFFE: CO <sub>2</sub> -Emissionen in Mio. Tonnen, ohne Raff.-EV gemäss CO <sub>2</sub> -Gesetz bei einem konstanten Ölpreis von ca. 50US\$ (exakt 55US\$ zu Preisen 2005)													
Entwicklung CO <sub>2</sub> -Emissionen im BAU-Szenario	% Veränderung	15.6	17.4	17.0	17.3	17.4	17.4	17.7	17.8	17.72	17.59	17.41	
	% i. Vgl. 2005		0.0%	-2.0%	-0.5%	0.0%	0.1%	1.5%	2.3%	1.9%	1.1%	0.1%	
	t CO <sub>2</sub> /Kopf		2.33	2.19	2.16	2.13	2.10	2.11	2.12	2.11	2.10	2.09	
	autonomer techn. Fortschritt pro Kopf			-1.30%	-0.27%	-0.27%	-0.23%	0.10%	0.08%	-0.10%	-0.10%	-0.10%	

**Tabelle 7-10: Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Szenario «BAU»: TOTAL Brenn- und Treibstoffe (relative Veränderung gegenüber 2005)**

		1990	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	Quelle / Bemerkungen
Szenario I (50\$), Stromvar. A	[Mio. t CO <sub>2</sub> ]	41.8	41.9	40.2	38.7	37.5	36.2	35.2	34.4				
	% i. Vgl. 2005		0.0%	-4.1%	-7.6%	-10.5%	-13.6%	-16.0%	-17.9%				
	t CO <sub>2</sub> /Kopf		5.62	5.33	5.11	4.93	4.76	4.63	4.54				
	autonomer techn. Fortschritt pro Kopf			-1.04%	-0.84%	-0.71%	-0.72%	-0.57%	-0.35%				
Einfluss höhere Bevölkerung	% Veränderung		0.0%	1.6%	2.8%	3.5%	4.2%	4.7%	5.3%				
Einfluss höheres BIP	% Veränderung		0.0%	-0.3%	0.7%	1.0%	1.1%	1.6%	1.6%				
Einfluss höherer Ölpreis	% Veränderung		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-0.4%	-1.3%	-2.4%				
Total Einfluss Ölpreis und Bevölkerung bzw. BIP	% Veränderung		0.0%	1.3%	3.5%	4.5%	4.9%	5.0%	4.5%				
Entwicklung CO <sub>2</sub> -Emissionen im BAU-Szenario	[Mio. t CO <sub>2</sub> ]	41.8	41.9	40.7	40.0	39.1	37.9	36.9	35.9	34.9	33.9	32.9	
	% i. Vgl. 2005		0.0%	-2.9%	-4.5%	-6.6%	-9.6%	-12.0%	-14.4%	-16.6%	-19.0%	-21.5%	
	t CO <sub>2</sub> /Kopf		5.62	5.22	4.98	4.79	4.57	4.41	4.27	4.16	4.05	3.95	
	autonomer techn. Fortschritt pro Kopf			-1.47%	-0.91%	-0.81%	-0.90%	-0.71%	-0.65%	-0.53%	-0.53%	-0.52%	
<b>TOTAL: CO<sub>2</sub>-Emissionen in Mio. Tonnen, ohne Raff.-EV gemäss CO<sub>2</sub>-Gesetz bei einem konstanten Ölpreis von ca. 50US\$ (exakt 55US\$ zu Preisen 2005)</b>													
Entwicklung CO <sub>2</sub> -Emissionen im BAU-Szenario	% Veränderung	41.8	41.9	40.7	40.0	39.1	38.0	37.3	36.7	36.3	35.8	35.3	
	% i. Vgl. 2005		0.0%	-2.9%	-4.5%	-6.6%	-9.2%	-10.9%	-12.5%	-13.4%	-14.5%	-15.8%	
	t CO <sub>2</sub> /Kopf		5.62	5.22	4.98	4.79	4.59	4.47	4.37	4.32	4.28	4.24	
	autonomer techn. Fortschritt pro Kopf			-1.47%	-0.91%	-0.81%	-0.82%	-0.55%	-0.45%	-0.20%	-0.20%	-0.20%	
													längerfristig wurden die Entkoppelungen gemäss int. Studien (DOE) unterstellt.

Tabelle 7-11: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Szenario «BAU» (absolute Entwicklung und relative Veränderung gegenüber 2005)

	nicht klimakorrigiert	klimakorrigiert auf Klimadurchschnitt der letzten 20 Jahre										
		1990	1990	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
<b>CO2 Brennstoffe</b>	<b>23.63</b>	<b>25.40</b>	<b>23.87</b>	<b>23.04</b>	<b>22.11</b>	<b>21.18</b>	<b>20.01</b>	<b>18.88</b>	<b>17.82</b>	<b>17.18</b>	<b>16.35</b>	<b>15.68</b>
<i>i. Vgl. zu 2005</i>			0.0%	-3.5%	-7.4%	-11.3%	-16.2%	-20.9%	-25.3%	-28.0%	-31.5%	-34.3%
<b>CO2 Treibstoffe</b>	<b>15.48</b>	<b>15.48</b>	<b>16.86</b>	<b>16.52</b>	<b>16.77</b>	<b>16.85</b>	<b>16.81</b>	<b>16.97</b>	<b>17.03</b>	<b>16.76</b>	<b>16.62</b>	<b>16.27</b>
<i>i. Vgl. zu 2005</i>			0.0%	-2.0%	-0.5%	0.0%	-0.3%	0.6%	1.0%	-0.6%	-1.4%	-3.5%
<b>CO2 Total Brenn- und Treibstoffe</b>	<b>39.11</b>	<b>40.88</b>	<b>40.73</b>	<b>39.56</b>	<b>38.88</b>	<b>38.03</b>	<b>36.82</b>	<b>35.85</b>	<b>34.85</b>	<b>33.94</b>	<b>32.97</b>	<b>31.95</b>
<i>i. Vgl. zu 2005</i>			0.0%	-2.9%	-4.5%	-6.6%	-9.6%	-12.0%	-14.4%	-16.7%	-19.0%	-21.6%
<b>CO2 geogen, Zementproduktion</b>	<b>2.53</b>	<b>2.525</b>	<b>1.807</b>	<b>1.807</b>	<b>1.807</b>	<b>1.807</b>	<b>1.807</b>	<b>1.807</b>	<b>1.807</b>	<b>1.807</b>	<b>1.807</b>	<b>1.807</b>
<i>i. Vgl. zu 2005</i>			0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<b>CO2 übrige Emissionen (Raffinerien)</b>	<b>1.13</b>	<b>1.127</b>	<b>1.486</b>	<b>1.486</b>	<b>1.486</b>	<b>1.486</b>	<b>1.486</b>	<b>1.486</b>	<b>1.486</b>	<b>1.486</b>	<b>1.486</b>	<b>1.486</b>
<i>i. Vgl. zu 2005</i>			0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<b>Total CO2-Emissionen ohne Abfall</b>	<b>42.76</b>	<b>44.54</b>	<b>44.02</b>	<b>42.86</b>	<b>42.17</b>	<b>41.32</b>	<b>40.12</b>	<b>39.14</b>	<b>38.14</b>	<b>37.24</b>	<b>36.26</b>	<b>35.24</b>
<i>i. Vgl. zu 2005</i>			0.0%	-2.7%	-4.2%	-6.1%	-8.9%	-11.1%	-13.4%	-15.4%	-17.6%	-19.9%
<b>Restliche THG-Emissionen</b>												
CO2 Abfall	1.739	1.739	2.321									
Methan Landwirtschaft												
Methan Abfall	4.348	4.348	3.516									
Methan aus anderen Quellen												
Lachgas Landwirtschaft												
Lachgas Verkehr	3.613	3.613	3.220									
Lachgas andere Quellen												
HFC												
PFC	0.244	0.244	0.891									
SF6												
<b>Restliche THG-Emissionen</b>	<b>9.94</b>	<b>9.94</b>	<b>9.95</b>	<b>9.76</b>	<b>9.58</b>	<b>9.40</b>	<b>9.22</b>	<b>9.04</b>	<b>9.04</b>	<b>9.04</b>	<b>9.04</b>	<b>9.04</b>
<i>Jährlicher Absenkepfad von -0.38% zwischen 2005 und 2030, konstant danach</i>				-0.38%	-0.38%	-0.38%	-0.38%	-0.38%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<b>Total</b>	<b>52.71</b>	<b>54.48</b>	<b>53.97</b>	<b>52.61</b>	<b>51.75</b>	<b>50.72</b>	<b>49.34</b>	<b>48.18</b>	<b>47.18</b>	<b>46.28</b>	<b>45.31</b>	<b>44.29</b>



Tabelle 7-12: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Szenario «BAU Klimaerwärmung» (absolute Entwicklung und relative Veränderung gegenüber 2005)

	nicht klimakorrigiert	klimakorrigiert auf das wärmer werdende Klima aufgrund der Klimaerwärmung										
		1990	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
<b>CO2 Brennstoffe</b>	<b>23.63</b>	<b>25.40</b>	<b>23.87</b>	<b>22.76</b>	<b>21.55</b>	<b>20.34</b>	<b>19.10</b>	<b>17.65</b>	<b>16.61</b>	<b>16.01</b>	<b>15.24</b>	<b>14.62</b>
<i>i. Vgl. zu 2005</i>			0.0%	-4.7%	-9.7%	-14.8%	-20.0%	-26.1%	-30.4%	-32.9%	-36.1%	-38.8%
<b>CO2 Treibstoffe</b>	<b>15.48</b>	<b>15.48</b>	<b>16.86</b>	<b>16.52</b>	<b>16.77</b>	<b>16.85</b>	<b>16.81</b>	<b>16.97</b>	<b>17.03</b>	<b>16.76</b>	<b>16.62</b>	<b>16.27</b>
<i>i. Vgl. zu 2005</i>			0.0%	-2.0%	-0.5%	0.0%	-0.3%	0.6%	1.0%	-0.6%	-1.4%	-3.5%
<b>CO2 Total Brenn- und Treibstoffe</b>	<b>39.11</b>	<b>40.88</b>	<b>40.73</b>	<b>39.28</b>	<b>38.32</b>	<b>37.19</b>	<b>35.91</b>	<b>34.61</b>	<b>33.63</b>	<b>32.78</b>	<b>31.86</b>	<b>30.89</b>
<i>i. Vgl. zu 2005</i>			0.0%	-3.6%	-5.9%	-8.7%	-11.8%	-15.0%	-17.4%	-19.5%	-21.8%	-24.2%
<b>CO2 geogen, Zementproduktion</b>	<b>2.53</b>	<b>2.525</b>	<b>1.807</b>	<b>1.807</b>	<b>1.807</b>	<b>1.807</b>	<b>1.807</b>	<b>1.807</b>	<b>1.807</b>	<b>1.807</b>	<b>1.807</b>	<b>1.807</b>
<i>i. Vgl. zu 2005</i>			0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<b>CO2 übrige Emissionen (Raffinerien)</b>	<b>1.13</b>	<b>1.127</b>	<b>1.486</b>	<b>1.486</b>	<b>1.486</b>	<b>1.486</b>	<b>1.486</b>	<b>1.486</b>	<b>1.486</b>	<b>1.486</b>	<b>1.486</b>	<b>1.486</b>
<i>i. Vgl. zu 2005</i>			0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<b>Total CO2-Emissionen ohne Abfall</b>	<b>42.76</b>	<b>44.54</b>	<b>44.02</b>	<b>42.57</b>	<b>41.61</b>	<b>40.49</b>	<b>39.21</b>	<b>37.91</b>	<b>36.93</b>	<b>36.07</b>	<b>35.15</b>	<b>34.18</b>
<i>i. Vgl. zu 2005</i>			0.0%	-3.3%	-5.5%	-8.0%	-10.9%	-13.9%	-16.1%	-18.1%	-20.1%	-22.4%
<b>Restliche THG-Emissionen</b>												
CO2 Abfall	1.739	1.739	2.321									
Methan Landwirtschaft												
Methan Abfall	4.348	4.348	3.516									
Methan aus anderen Quellen												
Lachgas Landwirtschaft												
Lachgas Verkehr	3.613	3.613	3.220									
Lachgas andere Quellen												
HFC												
PFC	0.244	0.244	0.891									
SF6												
<b>Restliche THG-Emissionen</b>	<b>9.94</b>	<b>9.94</b>	<b>9.95</b>	<b>9.76</b>	<b>9.58</b>	<b>9.40</b>	<b>9.22</b>	<b>9.04</b>	<b>9.04</b>	<b>9.04</b>	<b>9.04</b>	<b>9.04</b>
<i>Jährlicher Absenkpfad von -0.38% zwischen 2005 und 2030, konstant danach</i>				-0.38%	-0.38%	-0.38%	-0.38%	-0.38%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<b>Total</b>	<b>52.71</b>	<b>54.48</b>	<b>53.97</b>	<b>52.33</b>	<b>51.18</b>	<b>49.88</b>	<b>48.43</b>	<b>46.95</b>	<b>45.97</b>	<b>45.11</b>	<b>44.20</b>	<b>43.22</b>

### 7.3 Ziele der Szenarien «BR -20%», «BR -30%», «Klimainitiative»

Tabelle 7-13: Ziele der Szenarien «BR -20%», «BR -30%», «Klimainitiative» im Vergleich zum «BAU»

#### Szenario «BR -20%»

	1990	2008/12	2020									
			total		BAU	after subs./reg.	reduction shares cdm		domestic emissions		Target % BAU (before subs./reg.)	
			%1990 %08/12	Mio.tCO2			Total	CDM	%1990	Mio.tCO2		
Mio.tCO2												
CO2 heating fuels	20.13		-25.0%	15.10	18.45	16.25				-25%	15.10	-18.2%
CO2 energy intensive (incl. refinery., geo. cement)	7.15	6.29	-13.1%	5.47	6.02	6.02	0.82	40%	0.33	-19%	5.80	-3.6%
CO2 motor fuels	15.48		-25.0%	11.61	16.85	15.35	3.74	100%	3.74	-1%	15.35	-8.9%
Rest greenhouse gas emissions (BAU)	9.94		-5.5%	9.40	9.40	9.40				-6%	9.40	0.0%
<b>Total</b>	<b>52.71</b>		<b>-21.1%</b>	<b>41.57</b>	<b>50.72</b>	<b>47.02</b>			<b>4.07</b>	<b>-13%</b>	<b>45.64</b>	<b>-10.0%</b>

#### Szenario «BR -30%»

	1990	2008/12	2020									
			total		BAU	after subs./reg.	reduction shares domestic / cdm		domestic emissions		Target % BAU (without subs./reg.)	
			%1990 %08/12	Mio.tCO2			Total	CDM	%1990	Mio.tCO2		
Mio.tCO2												
CO2 heating fuels	20.13		-35.0%	13.08	18.45	16.25				-35%	13.08	-29.1%
CO2 energy intensive (incl. refinery., geo. cement)	7.15	6.29	-21.0%	4.97	6.02	6.02	1.32	50%	0.66	-21%	5.63	-6.4%
CO2 motor fuels	15.48		-40.0%	9.29	16.85	15.35	6.07	100%	6.07	-1%	15.35	-8.9%
Rest greenhouse gas emissions (BAU)	9.94		-5.5%	9.40	9.40	9.40				-6%	9.40	0.0%
<b>Total</b>	<b>52.71</b>		<b>-30.3%</b>	<b>36.74</b>	<b>50.72</b>	<b>47.02</b>			<b>6.73</b>	<b>-18%</b>	<b>43.47</b>	<b>-14.3%</b>

#### Szenario «Klimainitiative»

	1990	2008/12	2020									
			total		BAU	after subs./reg.	reduction shares domestic / cdm		domestic emissions		Target % BAU (without subs./reg.)	
			%1990 %08/12	Mio.tCO2			Total	CDM	%1990	Mio.tCO2		
Mio.tCO2												
CO2 heating fuels	35.61		-36.7%	22.53	35.31	31.61				-37%	22.53	-36.2%
CO2 motor fuels												
CO2 energy intensive (incl. refinery., geo. cement)	7.15	6.29	-21.0%	4.97	6.02	6.02	1.32	50%	0.66	-21%	5.63	-6.4%
Rest greenhouse gas emissions (BAU)	9.94		-5.5%	9.40	9.40	9.40				-6%	9.40	0.0%
<b>Total</b>	<b>52.71</b>		<b>-30.0%</b>	<b>36.89</b>	<b>50.72</b>	<b>47.02</b>			<b>0.66</b>	<b>-28.7%</b>	<b>37.55</b>	<b>-26.0%</b>

Tabelle 7-14: Ziele der Szenarien «BR -20%», «BR -30%», «Klimainitiative» im Vergleich zum «BAU Klimaerwärmung»

## Szenario «BR -20%»

	1990	2008/12	2020									
			total		BAU	after subs./reg.	reduction shares cdm		domestic emissions		Target % BAU (before subs./reg.)	
			%1990 %08/12	Mio.tCO2			Total	CDM	%1990	Mio.tCO2		
CO2 heating fuels	20.13		-25.0%	15.10	17.62	15.42			-25%	15.10	-14.3%	
CO2 energy intensive (incl. refinery., geo. cement)	7.15	6.29	-13.1%	5.47	6.02	6.02	0.82	40%	0.33	-19%	5.80	-3.6%
CO2 motor fuels	15.48		-25.0%	11.61	16.85	15.35	3.74	100%	3.74	-1%	15.35	-8.9%
Rest greenhouse gas emissions (BAU)	9.94		-5.5%	9.40	9.40	9.40				-6%	9.40	0.0%
<b>Total</b>	<b>52.71</b>		<b>-21.1%</b>	<b>41.57</b>	<b>49.88</b>	<b>46.18</b>			<b>4.07</b>	<b>-13%</b>	<b>45.64</b>	<b>-8.5%</b>

## Szenario «BR -30%»

	1990	2008/12	2020									
			total		BAU	after subs./reg.	reduction shares domestic / c		domestic emissions		Target % BAU (without subs./reg.)	
			%1990 %08/12	Mio.tCO2			Total	CDM	%1990	Mio.tCO2		
CO2 heating fuels	20.13		-35.0%	13.08	17.62	15.42			-35%	13.08	-25.7%	
CO2 energy intensive (incl. refinery., geo. cement)	7.15	6.29	-21.0%	4.97	6.02	6.02	1.32	50%	0.66	-21%	5.63	-6.4%
CO2 motor fuels	15.48		-40.0%	9.29	16.85	15.35	6.07	100%	6.07	-1%	15.35	-8.9%
Rest greenhouse gas emissions (BAU)	9.94		-5.5%	9.40	9.40	9.40				-6%	9.40	0.0%
<b>Total</b>	<b>52.71</b>		<b>-30.3%</b>	<b>36.74</b>	<b>49.88</b>	<b>46.18</b>			<b>6.73</b>	<b>-18%</b>	<b>43.47</b>	<b>-12.9%</b>

## Szenario «Klimainitiative»

	1990	2008/12	2020									
			total		BAU	after subs./reg.	reduction shares domestic / c		domestic emissions		Target % BAU (without subs./reg.)	
			%1990 %08/12	Mio.tCO2			Total	CDM	%1990	Mio.tCO2		
CO2 heating fuels	35.61		-36.7%	22.53	34.47	30.77				-37%	22.53	-34.7%
CO2 energy intensive (incl. refinery., geo. cement)	7.15	6.29	-21.0%	4.97	6.02	6.02	1.32	50%	0.66	-21%	5.63	-6.4%
Rest greenhouse gas emissions (BAU)	9.94		-5.5%	9.40	9.40	9.40				-6%	9.40	0.0%
<b>Total</b>	<b>52.71</b>		<b>-30.0%</b>	<b>36.89</b>	<b>49.88</b>	<b>46.18</b>			<b>0.66</b>	<b>-28.7%</b>	<b>37.55</b>	<b>-24.7%</b>

## 7.4 Detailresultate

Tabelle 7-15: CO<sub>2</sub>-Abgabe, ETS-Preise im Jahr 2010, 2015, 2020

Rahmenentwicklung gemäss «BAU» (Klima ohne Erwärmung, Ölpreis 55 US\$/Fass)				
		2010	2015	2020
<b>Abgabehöhe / ETS-Preis</b>				
«BR -20%»	ETS	4	23	40
	CO <sub>2</sub> -Abgabe [CHF/t CO <sub>2</sub> ]	41	82	113
	Finanzierungsabgabe Treibstoff [in % des Treibstoffpreises]	0.2%	0.9%	1.5%
«BR -30%»	ETS	4	32	42
	CO <sub>2</sub> -Abgabe [CHF/t CO <sub>2</sub> ]	41	113	181
	Finanzierungsabgabe Treibstoff [in % des Treibstoffpreises]	0.2%	1.1%	1.9%
«Klimainitiative»	ETS	2	31	44
	CO <sub>2</sub> -Abgabe [CHF/t CO <sub>2</sub> ]	21	103	245
Rahmenentwicklung gemäss «BAU Klimaerwärmung» (Klima mit Erwärmung, Ölpreis 55 US\$/Fass)				
		2010	2015	2020
<b>Abgabehöhe / ETS-Preis</b>				
«BR -20%»	ETS	4	22	40
	CO <sub>2</sub> -Abgabe [CHF/t CO <sub>2</sub> ]	36	72	99
	Finanzierungsabgabe Treibstoff [in % des Treibstoffpreises]	0.2%	0.9%	1.4%
«BR -30%»	ETS	4	32	40
	CO <sub>2</sub> -Abgabe [CHF/t CO <sub>2</sub> ]	36	102	162
	Finanzierungsabgabe Treibstoff [in % des Treibstoffpreises]	0.2%	1.1%	1.9%
«Klimainitiative»	ETS	2	30	43
	CO <sub>2</sub> -Abgabe [CHF/t CO <sub>2</sub> ]	21	95	227
Rahmenentwicklung gemäss «BAU», Ölpreis steigt auf 100 US\$				
		2010	2015	2020
<b>Abgabehöhe / ETS-Preis</b>				
«BR -20%»	ETS	4	21	40
	CO <sub>2</sub> -Abgabe [CHF/t CO <sub>2</sub> ]	41	58	33
	Finanzierungsabgabe Treibstoff [in % des Treibstoffpreises]	0.2%	0.6%	0.6%
«BR -30%»	ETS	4	32	40
	CO <sub>2</sub> -Abgabe [CHF/t CO <sub>2</sub> ]	41	89	100
	Finanzierungsabgabe Treibstoff [in % des Treibstoffpreises]	0.2%	0.8%	1.0%
«Klimainitiative»	ETS	3	29	40
	CO <sub>2</sub> -Abgabe [CHF/t CO <sub>2</sub> ]	21	78	162

Tabelle 7-16: Auswirkungen auf das BIP für die Jahre 2010, 2015 und 2020

Rahmenentwicklung gemäss «BAU» (Klima ohne Erwärmung, Ölpreis 55 US\$/Fass)			
	2010	2015	2020
<b>Auswirkungen auf das BIP i.Vgl. zu «BAU»</b>			
«BR -20%»	-0.29%	-0.53%	-0.69%
«BR -30%»	-0.29%	-0.68%	-0.94%
«Klimainitiative»	-0.38%	-1.24%	-2.04%

Rahmenentwicklung gemäss «BAU Klimaerwärmung» (Klima mit Erwärmung, Ölpreis 55 US\$/Fass)			
	2010	2015	2020
<b>Auswirkungen auf das BIP i.Vgl. zu «BAU Klimaerwärmung»</b>			
«BR -20%»	-0.27%	-0.50%	-0.65%
«BR -30%»	-0.28%	-0.64%	-0.89%
«Klimainitiative»	-0.37%	-1.17%	-1.93%

## 7.5 Externe Kosten - Sekundärnutzen

Tabelle 7-17: Spezifische (Grenz-)Schadenskosten zur Berechnung des Sekundärnutzens der Luftschadstoffreduktion [CHF/kg]

Schadstoffparameter	Gesundheit und Gebäude (1)	Ernteaufälle (2)	Schäden in der Biosphäre (2)	Biodiversitätsverluste (2)	Total Luftschadstoffe
	[CHF/kg]	[CHF/kg]	[CHF/kg]	[CHF/kg]	[CHF/kg]
PM <sub>10</sub>	127.0				127.0
NO <sub>x</sub>	33.0	1.0	0.7	4.5	39.2
SO <sub>2</sub>	34.0			0.7	34.7
VOC	2.4				2.4

Quellen: (1) Ecoplan (2007c)  
(2) Econcept (2008)

**Tabelle 7-18: Spezifische (Grenz-)Schadenskosten ausgewählter Feuerungen zur Berechnung des Sekundärnutzens der Luftschadstoffreduktion [Rp./kWh Inputenergie]**

Externe Kosten des Öl-, Gas-, Kohleverbrauchs			
1) Heizöl Low Nox	spez. Ext. Kosten [CHF/kg]	Emissionen	spez. Ext. Kosten Rp./kWh Inputenergie
	NOx	33.00 kg/TJ	0.47
	SO <sub>2</sub>	33.00 kg/TJ	0.41
	PM <sub>10</sub>	0.20 kg/TJ	0.01
	VOC	6.00 kg/TJ	0.01
			0.89
2) Erdgas Low Nox	spez. Ext. Kosten [CHF/kg]	Emissionen	spez. Ext. Kosten Rp./kWh Inputenergie
	NOx	0.50 kg/TJ	0.01
	SO <sub>2</sub>	15.00 kg/TJ	0.19
	PM <sub>10</sub>	0.10 kg/TJ	0.00
	VOC	2.00 kg/TJ	0.00
			0.20
3) Kohle Industrie	spez. Ext. Kosten [CHF/kg]	Emissionen	spez. Ext. Kosten Rp./kWh Inputenergie
	NOx	200.00 kg/TJ	2.82
	SO <sub>2</sub>	500.00 kg/TJ	6.25
	PM <sub>10</sub>	45.00 kg/TJ	2.06
	VOC	10.00 kg/TJ	0.01
			11.14

**Tabelle 7-19: Zusammenfassung – Externe Kosten Gesundheit, Gebäude, Ernteauffälle, Schäden in der Biosphäre, Biodiversität.**

Feuerungen	Rappen pro kWh Inputenergie
Öl	0.89
Gas	0.20
Kohle	11.14
Verkehr	Mio. CHF
Strasse	972
Schiene	67
Nichtenergetische externe Kosten in der Produktion	Mio. CHF
Landwirtschaft	855
Chemische Industrie	28
Maschinenindustrie	28
Rest Industrie	476
Bau	553
Dienstleistungen (ohne Transport)	376
Raffinerien	45

## 7.6 Umrechnungsfaktoren

**Tabelle 7-20: Annahmen / Umrechnungsfaktoren**

Mineralösteuern	Benzin CHF/GJ	Diesel CHF/GJ	Kerosen CHF/GJ	Heizöl EL CHF/GJ	Erdgas CHF/GJ	Kohle CHF/GJ	Elektrizität CHF/GJ
Offroad	23.29	10.97	0.10	0.09	0.0146		
Verkehr	23.29	21.54	-	-			
Wasserrechtsabgaben							2.1%
MWST	7.6%	7.6%	7.6%	7.6%	7.6%	7.6%	7.6%
Spezifische Emissionsfaktoren	Benzin [in t CO <sub>2</sub> /TJ]	Diesel [in t CO <sub>2</sub> /TJ]	Kerosen [in t CO <sub>2</sub> /TJ]	Heizöl [in t CO <sub>2</sub> /TJ]	Erdgas [in t CO <sub>2</sub> /TJ]	Kohle [in t CO <sub>2</sub> /TJ]	Elektrizität [in t CO <sub>2</sub> /TJ]
Spezifische Emissionsfaktoren	73.9	73.6	73.2	73.7	55.0	94.0	-

## 7.7 Energieeinsparung der klimapolitischen Szenarien

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Energieeinsparungen in TJ und umgerechnet in Rohöl-äquivalenten für die drei Szenarien «BR -20%», «BR -30%» und «Klimainitiative» im Vergleich zum «BAU».

**Tabelle 7-21: Reduktion der fossilen Energienachfrage im Jahr 2020 im Vergleich zu BAU in TJ, Tonnen und Barrel Rohöläquivalenten**

Umrechnungsfaktoren	Tonne -> TJ	0.0432			
	1 Barrel	158.987295 Liter			
	Barrel -> Tonne	0.136 Tonne/Barrel			
	Total 2020 (exkl. int. Flugtreibstoffe) TJ	Reduktion gegenüber BAU Jahr 2020 in %	in TJ	Tausend t Rohöläquivalent Jahr 2020	Millionen Barrel Rohöläquivalent Jahr 2020
BAU	546'383			12'648	93.00
«BR -20%» i.Vgl. zu BAU		-12.5%	-68'311	-1'581	-11.63
«BR -30%» i.Vgl. zu BAU		-17.2%	-94'247	-2'182	-16.04
«Klimainitiative» i.Vgl. zu BAU		-32.0%	-175'077	-4'053	-29.80





## Literaturverzeichnis

- Armington P.S. (1969)  
A Theory of Demand for Producers Distinguished by Place of Production. IMF Staff Papers. 1969, 16, 159-178.
- Baranzini A., Neto D., Weber S. (2009)  
Elasticité-prix de la demande d'essence en Suisse. Studie im Auftrag des Bundesamts für Energie und des Bundesamt für Umwelt. Genève.
- BAFU (2007)  
Emissionen nach CO<sub>2</sub>-Gesetz und Kyoto-Protokoll, Stand. 25.6.2008. Bern.
- Bundesamt für Energie (2007)  
Die Energieperspektiven 2035 – Band 1, Synthesebericht, Bern.
- Bundesgesetz über die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen (CO<sub>2</sub>-Gesetz) (vom 8. Oktober 1999, Stand 1. Mai 2007).
- De Haan, Peter (2009a)  
CO<sub>2</sub>-Emissionen der PW-Neuzulassungen der Schweiz: Orientierung an die EU (Hauptbericht, Mai 2009, im Auftrag des BFE). ETH Zurich, Dept. of Environmental Sciences, Institute for Environmental Decisions (IED). Zürich.
- De Haan, Peter (2009b)  
Umsetzung der 130 g CO<sub>2</sub>/km-Strategie für die Schweiz: CO<sub>2</sub>-Reduktionseffekte 2012–2020 (Zusatzbericht, Mai 2009, im Auftrag des BAFU). ETH Zurich, Dept. of Environmental Sciences, Institute for Environmental Decisions (IED). Zürich.
- Econcept (2008)  
Reduktion Treibhausgasemissionen: Gutachten Sekundärnutzen. Schlussbericht im Auftrag des Bundesamts für Umwelt. Zürich.
- Ecoplan (2007a)  
Auswirkungen langfristig hoher Ölpreise. Einfluss eines hohen langfristigen Ölpreises auf Wirtschaftswachstum, Strukturwandel sowie Energieangebot und –nachfrage. Bern.
- Ecoplan (2007b)  
Die Energieperspektiven 2035 – Band 3. Volkswirtschaftliche Auswirkungen. Ergebnisse des dynamischen Gleichgewichtsmodells, mit Anhang über die externen Kosten des Energiesektors. Bern.
- Ecoplan (2007c)  
Auswirkungen der Klimaänderung auf die Schweizer Volkswirtschaft (nationale Einflüsse). Bericht im Auftrag des Bundesamts für Umwelt. Bern.
- First Climate/Econability (2009)  
Studie Schweizer Emissionshandelssystem nach 2012: Auswirkungen für die Wirtschaft, im Auftrage des BAFU/SECO.

- Jaffe A.B., Newell R. G., Stavins R.N. (1999)  
Energy-Efficient Technologies and Climate Change Policies: Issues and Evidence.  
Climate Issues Working Paper No. 19; KSG Working Paper. Available at SSRN:  
<http://ssrn.com/abstract=198829> or DOI: 10.2139/ssrn.198829.
- Okagawa A. und Ban K. (2008)  
Estimation of substitution elasticities for CGE models. Discussion Paper 08-16.
- Schweizer Bundesrat – Pressemitteilung vom 21.2.2008 (2008)  
«Bundesrat will für Zeit nach 2012 das CO<sub>2</sub>-Gesetz revidieren und verabschiedet  
energiepolitische Aktionspläne», [www.bafu.admin.ch](http://www.bafu.admin.ch).
- SECO (2008)  
Konjunkturtendenzen und Prognosen der Expertengruppe Konjunkturprognosen des  
Bundes - Sommer 2008. Bern. Medienmitteilung vom 23.6.2008.
- UVEK – Eidg. Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (2007)  
Klimabericht. Bericht des UVEIK über die zukünftige Klimapolitik der Schweiz. Bern.
- Verordnung über die CO<sub>2</sub>-Abgabe (vom 8. Juni 2007, Stand 1. Jul 2007).
- OcCC (2003)  
Extremereignisse und Klimaänderung. Bern.
- OcCC (2007)  
Klimaänderung und die Schweiz 2050. Erwartete Auswirkungen auf Umwelt,  
Gesellschaft und Wirtschaft. Hrsg. OcCC / ProClim. Bern.
- IPCC (2007)  
Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to  
the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core  
Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.