

Volkswirtschaftliche Auswirkungen von CO₂-Abgaben und Emissions- handel für das Jahr 2020

**Analyse der volkswirtschaftlichen Auswirkungen mit Hilfe eines allge-
meinen Mehrländer-Gleichgewichtsmodell**

im Auftrag des Bundesamts für Umwelt

17. September 2008

Impressum

Empfohlene Zitierweise

Autor: Ecoplan
Titel: Volkswirtschaftliche Auswirkungen von CO₂-Abgaben und Emissionshandel für das Jahr 2020
Untertitel: Analyse der volkswirtschaftlichen Auswirkungen mit Hilfe eines allgemeinen Mehrländer-Gleichgewichtsmodell
Auftraggeber: BAFU – Bundesamt für Umwelt
Ort: Bern
Jahr: 2008
Bezug: BAFU

Begleitgruppe

Andrea Burkhardt, BAFU, Projektleitung
Lukas Gutzwiller, BFE
Matthias Gysler, BFE
Silvia Ruprecht-Martignoli, BAFU
Thomas Roth, seco
Michael Schuler, EFV

Projektteam Ecoplan

André Müller (Projektleiter)
Renger van Nieuwkoop (Modellierung)

Beratung und Hilfestellung bei Modellierung: Prof. Dr. Christoph Böhringer

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

Ecoplan

Forschung und Beratung
in Wirtschaft und Politik

www.ecoplan.ch

Thunstrasse 22

CH - 3005 Bern

Tel +41 31 356 61 61

Fax +41 31 356 61 60

bern@ecoplan.ch

Postfach

CH - 6460 Altdorf

Tel +41 41 870 90 60

Fax +41 41 872 10 63

altdorf@ecoplan.ch

Inhaltsübersicht

	Das Wichtigste auf zwei Seiten.....	2
	Inhaltsverzeichnis	4
	Abkürzungsverzeichnis.....	6
	Glossar	7
	Kurzfassung.....	9
1	Einleitung und Fragestellung.....	23
2	Heutige Klimapolitik der Schweiz im internationalen Kontext	26
3	Szenarien der Schweizer Post-Kyoto-Politik.....	35
4	Das Gleichgewichtsmodell im Überblick.....	65
5	Auswirkungen der klimapolitischen Hauptszenarien	70
6	Nebenszenarien und Sensitivitätsanalyse	93
7	Schlussfolgerungen.....	103
8	Anhang A – Daten und Modellparametrisierung.....	106
	Literaturverzeichnis	132

Das Wichtigste auf zwei Seiten

Das CO₂-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 will in einer Vernehmlassung zur Revision des CO₂-Gesetzes verschiedene Instrumente zur Diskussion stellen. Ebenfalls soll in der Vernehmlassung zur Idee einer klimaneutralen Schweiz Stellung genommen werden können.

Zwei klimapolitische Szenarien werden im Rahmen der vorliegenden Studie mit Hilfe eines berechenbaren **Mehrländergleichgewichtsmodells** auf ihre volkswirtschaftlichen Auswirkungen im Jahre 2020 analysiert:

- Mit Hilfe einer «*Klimalenkungsabgabe*» sollen die einheimischen CO₂-Emissionen bis ins Jahr 2020 um 20% gegenüber 1990 reduziert werden.
- «*Klimaneutrale Schweiz*»: Durch Zukauf von ausländischen CO₂-Gutschriften auf dem CDM-Markt (Clean Development Mechanism) soll die Schweiz bis 2020 weitgehend CO₂-frei sein. Die Minderungsverpflichtung kann vollständig durch den Zukauf von ausländischen Gutschriften erfolgen, Supplementaritäts-Restriktionen gibt es also keine.

Die beiden Szenarien wurden vor der Verfassung des Vernehmlassungsberichts durch das Bundesamt für Umwelt definiert. **Die in dieser Studie berechneten Szenarien stimmen nicht mit den in die Vernehmlassung eingeflossenen Vorschläge für die Umsetzung der Post-Kyoto-Politik überein.**

Die wichtigsten Fragen und Antworten können wie folgt zusammengefasst werden:

Wie hoch müsste eine Klimalenkungsabgabe zur Erreichung einer inländischen Treibhausgasreduktion von 20% (gegenüber 1990) sein?

Die «*Klimalenkungsabgabe*» müsste in der Grössenordnung von 150 bis 180 CHF/t CO₂ liegen. Die Höhe der Abgabe ist abhängig davon, wie gross die Anstrengungen zur CO₂-Minderung im Ausland sind. Je ambitionierter die CO₂-Massnahmen des Auslands sind, desto höher muss die Klimalenkungsabgabe in der Schweiz ausfallen. Die Sensitivitätsanalyse hat aber gezeigt, dass die zur Erreichung der für das Jahr 2020 vorgegebenen Minderungsziele von -20% (gegenüber 1990) nötige Klimalenkungsabgabe in ihrer Höhe nur mit grossen Unsicherheiten und Unwägbarkeiten abgeschätzt werden kann.

Wie hoch müsste die Finanzierungsabgabe zur Erreichung einer klimaneutralen Schweiz sein?

Werden keine heimischen CO₂-Minderungsziele vorgegeben, sondern für das Jahr 2020 eine beinahe «*klimaneutrale Schweiz*» durch Zukauf von ausländischen CO₂-Gutschriften angestrebt, so sind die Unsicherheiten bzgl. der nötigen Abgabehöhe zur Finanzierung der CO₂-Gutschriften kleiner als bei der Klimalenkungsabgabe. Die Höhe der Finanzierungsabgabe ist abhängig von den Preisen auf dem CDM-Markt. Wie hoch der CDM-Preis in Zukunft sein wird, hängt von der Ausgestaltung des CDM-Marktes ab. Eine weitgehend klimaneutrale Schweiz lässt sich bis ins Jahr 2020 durch eine Abgabe in der Grössenordnung von 10 bis 30 CHF/t CO₂ finanzieren.

Mit welchen Auswirkungen auf die Wirtschaft insgesamt (BIP) und auf die einzelnen Wirtschaftsbranchen ist zu rechnen?

Die Auswirkungen auf die Wirtschaft sind bis zum Jahr 2020 moderat und verkraftbar – dies gilt sowohl für den Fall einer doch relativ hohen «*Klimalenkungsabgabe*» als auch für die Verwirklichung einer weitgehend klimaneutralen Schweiz bis zum Jahr 2020. Im Szenario mit einer Klimalenkungsabgabe liegt das BIP im Jahr 2020 um -0.7% unter der Referenzentwicklung, was einer jährlichen Wachstumseinbusse von -0.08% entspricht. Aufgrund der Einbindung der energieintensiven Unternehmen in das International Emission Trading Scheme (IETS) können grössere Aussenhandels- und Struktureffekte vermieden werden. Eine weitgehend «*klimaneutrale Schweiz*» kann ohne BIP-Verluste verwirklicht werden.

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

Eine aktive, ambitionierte Klimapolitik ist nicht gratis zu haben: Die Schweiz muss mit - quantitativ allerdings sehr geringen – Wohlfahrtseinbussen rechnen. Bis zum Jahr 2020 ist bei einer Realisierung einer «*Klimalenkungsabgabe*» mit negativen Effekten bei der Wohlfahrt von rund -0.5% zu rechnen. Die hier berechnete Wohlfahrt entspricht den Konsummöglichkeiten der Haushalte, d.h. der Konsum liegt im Jahre 2020 0.5% tiefer als im Referenzfall.

Trotz generellem Wohlfahrtsverlust, der alle Haushalte trifft, kann bei einer Klimalenkungsabgabe für die ärmsten Haushalte mit einem – zwar sehr beschränkten – Wohlfahrtsgewinn in der Grössenordnung von +0.7% gerechnet werden.

Eine weitgehend «*klimaneutrale Schweiz*» ist bis zum Jahre 2020 ohne wesentliche Wohlfahrtsverluste umsetzbar. Auch wenn davon ausgegangen wird, dass der CDM-Markt für den Zukauf von Gutschriften nicht optimal funktioniert und der CDM-Preis über den tatsächlich theoretisch zu erwartenden Grenzkosten zu liegen kommt, ist kaum mit Wohlfahrtseinbussen über -0.1% im Jahr 2020 zu rechnen. Bei der Umsetzung einer klimaneutralen Schweiz treten keine nennenswerte Verteilungseffekte zwischen ärmeren und reicheren Haushalten auf.

Wie gross sind die positiven Nebeneffekte (Sekundärnutzen)?

Die monetarisierbaren Sekundärnutzen (bspw. weniger Luftschadstoffemissionen) sind sehr gering und vermögen den Wohlfahrtsverlust bei der «*Klimalenkungsabgabe*» nur zu rund 5% zu kompensieren. Eine «*klimaneutrale Schweiz*» hat keine nennenswerten Sekundärnutzen.

Inhaltsverzeichnis

	Das Wichtigste auf zwei Seiten.....	2
	Inhaltsverzeichnis	4
	Abkürzungsverzeichnis.....	6
	Glossar	7
	Kurzfassung.....	9
1	Einleitung und Fragestellung.....	23
2	Heutige Klimapolitik der Schweiz im internationalen Kontext	26
2.1	Die Ziele	26
2.2	Die Instrumente	28
3	Szenarien der Schweizer Post-Kyoto-Politik.....	35
3.1	Basisszenario «BAU»	35
3.1.1	Basisszenario «BAU – tiefes Wachstum».....	36
3.1.2	Basisszenario «BAU – hohes Wachstum»	42
3.1.3	Basisszenario «BAU – sehr hohes Wachstum»	46
3.2	Szenario «Klimalenkungsabgabe»	50
3.3	Szenario «klimaneutrale Schweiz»	59
3.4	Zusammenfassender Überblick zu den Szenarien	62
4	Das Gleichgewichtsmodell im Überblick.....	65
4.1	Das Modell	65
4.2	Daten und Parametrisierung	68
5	Auswirkungen der klimapolitischen Hauptszenarien	70
5.1	Abgabehöhe und Zertifikatspreise	70
5.1.1	Die CO ₂ -Märkte in den beiden Hauptszenarien	70
5.1.2	Minderungsziele, Abgabehöhen und Zertifikatspreise	72
5.2	Auswirkungen auf die Wirtschaft.....	76
5.2.1	BIP.....	76
5.2.2	Aussenhandelseffekte für die Schweiz	78
5.2.3	Struktureffekte	81
5.3	Wohlfahrt und Verteilungswirkung	82

5.3.1	Wohlfahrtswirkung.....	82
5.3.2	Verteilungswirkung.....	85
5.3.3	Sekundärnutzen klimapolitischer Massnahmen.....	87
6	Nebenszenarien und Sensitivitätsanalyse	93
6.1	«Klimalenkungsabgabe ohne Abkommen»	93
6.2	«Klimalenkungsabgabe: Zusatzeffekt zur bestehenden CO ₂ -Abgabe».....	96
6.3	«Klimaneutrale Schweiz bei unvollkommenem CDM-Markt»	97
6.4	Einfluss eines hohen Ölpreises.....	98
6.5	Sensitivitätsanalyse.....	100
7	Schlussfolgerungen.....	103
8	Anhang A – Daten und Modellparametrisierung.....	106
8.1	Grundlagendaten für das Modell und Modellparametrisierung.....	106
8.2	Annahmen zu den Szenarien.....	109
8.3	Externe Kosten - Sekundärnutzen	129
8.4	Umrechnungsfaktoren.....	130
8.5	Energieeinsparung der Hauptszenarien	131
	Literaturverzeichnis	132

Abkürzungsverzeichnis

\$	US Dollar
AHV	Alters- und Hinterlassenenversicherung
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BAU	Basisszenario (Business as Usual)
BFE	Bundesamt für Energie
BIP	Bruttoinlandprodukt
CDM	Clean Development Mechanism
CER	Certified Emission Reductions (handelbare Emissionszertifikate aus CDM-Projekten)
CES	Constant Elasticity of Substitution
CHF	Schweizer Franken
CO ₂	Kohlendioxid
CO ₂ eq	Kohlendioxid äquivalent (Treibhausgase gemäss Schädlichkeit auf CO ₂ umgerechnet)
DL	Dienstleistung
EnAW	Energieagentur der Wirtschaft
EU ETS	EU Emission Trading Scheme
EU	Europäische Union
EU-12	12 neue Mitgliedstaaten (vgl. Tabelle 8-15)
EU-15	15 EU-Mitgliedstaaten vor der Erweiterung (vgl. Tabelle 8-15)
EU-27	Europäische Union inkl. alle neuen Mitgliedstaaten (inkl. Rumänien und Bulgarien)
EUR	Euro
GJ	Gigajoule
GTAP	Global Trade Analysis Project
HGT	Heizgradtage
IETS	Internationales Emission Trading Scheme
IOT	Input-Output-Tabelle
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
JI	Joint Implementation
Mio.	Millionen
Mrd.	Milliarden
NAP	Nationaler Allokationsplan.
NOGA	NOmenclature Générale des Activités économiques
seco	Staatssekretariat für Wirtschaft
t	Tonne
THG	Treibhausgase
TJ	Terajoule
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
UVEK	Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
VÄ	Vollzeitäquivalent
WKK	Wärme-Kraft-Kopplung

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 ₂ eq	Das Kyoto-Protokoll umfasst neben dem CO ₂ weitere Treibhausgase: Methan (CH ₄), Lachgas (N ₂ O), teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (HFC), perfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFC) und Schwefelhexafluorid (SF ₆). 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 ₂ -Äquivalenten (CO ₂ eq) ausgedrückt. So gilt für Methan beispielsweise CO ₂ eq = 21, d.h. 1 Tonne Methan entspricht 21 Tonnen CO ₂ .
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 ₂ 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	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.
Klimaneutralität	Von Klimaneutralität spricht man, wenn Treibhausgasemissionen innerhalb eines definierten Rahmens (z.B. Produkt, Veranstaltung, Land) durch geeignete Massnahmen zur Reduktion von Treibhausgasemissionen ausserhalb dieses Rahmens vollumfänglich kompensiert werden.

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 CO₂-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 will in einer Vernehmlassung zur Revision des CO₂-Gesetzes verschiedene Instrumente zur Diskussion stellen. Ebenfalls soll in der Vernehmlassung zur Idee einer klimaneutralen Schweiz Stellung genommen werden können.

Fragestellung

Im Rahmen der vorliegenden Studie sollen Grundlageninformationen zu den volkswirtschaftlichen Auswirkungen der Post-Kyoto-Politik aufbereitet werden. Folgende Fragen stehen im Vordergrund:

- Wie hoch müsste eine Klimalenkungsabgabe zur Erreichung einer inländischen Treibhausgasreduktion von 20% (gegenüber 1990) sein?
- Wie hoch müsste die Finanzierungsabgabe zur Erreichung einer klimaneutralen Schweiz sein?
- Mit welchen Auswirkungen auf die Wirtschaft insgesamt (BIP) und auf die einzelnen Wirtschaftsbranchen ist unter den gegebenen Annahmen zu rechnen?
- Wie sind die Haushalte davon betroffen (Wohlfahrts- und Verteilungseffekte)?
- Wie gross sind die positiven Nebeneffekte (Sekundärnutzen) einer aktiven Klimapolitik?

Methodik und Grenzen der Studie

Die Analyse wird mit einem berechenbaren Mehrländergleichgewichtsmodell (vgl. Kasten) durchgeführt. Mit diesem Modell lassen sich insbesondere preisliche Instrumente, wie eine Klimalenkungsabgabe, analysieren. Das Modell ist weniger geeignet, um Förderungsmassnahmen (Subventionierung einzelner Technologien) oder Verschärfung von Standards (bspw. Wärmebedarfsstandards) zu untersuchen.

Berechenbares Mehrländergleichgewichtsmodell

Zur Beantwortung der Fragen wurde ein komparativ statisches Mehrländergleichgewichtsmodell der Weltwirtschaft, das neben der Schweiz die wichtigsten geopolitischen Wirtschaftsregionen (EU-27, sonstige Industrieländer und Entwicklungsländer) über bilaterale Handelsbeziehungen explizit darstellt. Dabei ist jede Region in differenzierten Produktions-, Konsum- und Aussenhandelsstrukturen erfasst. Die sektorale Disaggregation umfasst fünf Energie- und siebzehn 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,
- preisinduzierte Veränderungen bilateraler Handelsströme,
- detaillierte Kalibrierung auf einen vorgegebenen Referenzpfad,
- Unterscheidung in Sektoren, welche an einem International Emission Trading Scheme (IETS) teilnehmen und Sektoren ausserhalb des IETS.

Die untersuchten Szenarien

Die nachfolgend untersuchten Szenarien wurden vor der Verfassung des Vernehmlassungsberichts durch das Bundesamt für Umwelt definiert. **Die in dieser Studie berechneten Szenarien stimmen nicht mit den in die Vernehmlassung eingeflossenen Vorschläge für die Umsetzung der Post-Kyoto-Politik überein.**

Folgende Hauptszenarien, die – wie erwähnt – nicht mit den Vorschlägen im Vernehmlassungsbericht übereinstimmen, werden im vorliegenden Bericht diskutiert:

Szenario «Klimalenkungsabgabe» (mit internationalem Abkommen)

Ziel Schweiz: Minus 30% (im Inland -20%) Treibhausgasemissionen bis 2020 und bis 2050 - 50% (im Inland) im Vergleich zu 1990

Instrument Schweiz: Klimalenkungsabgabe und Emissionshandelssystem

Der Ausstoss von Treibhausgasen soll bis 2020 um 30 Prozent und bis 2050 um 50 Prozent gesenkt werden (gemessen am Stand von 1990). Im Inland ist eine Reduktion von mindestens 20% anzustreben. Wenn ein internationales Abkommen zustande kommt, kann durch den Kauf von Zertifikaten im Ausland eine zusätzliche Reduktion von 10 Prozent auf die angepeilten -30% erzielt werden. Diese Ziele orientieren sich an der Klimapolitik der EU, die – unter der Annahme, dass ein internationales Abkommen zustande kommt – eine Reduktionsverpflichtung von -30% eingehen will. Die Klimapolitik der EU orientiert sich an der Vorgabe, dass die Klimaerwärmung langfristig auf maximal 2 Grad (gegenüber der vorindustriellen Zeit) begrenzt werden soll.

Als zentrales Instrument zur Erreichung dieser Ziele wird in der Schweiz eine Klimalenkungsabgabe eingesetzt. Das bestehende Schweizer Emissionshandels-System wird mit dem internationalen Emissionshandels-System verknüpft.

Szenario «klimaneutrale Schweiz»

Ziel Schweiz: Minus 80% Treibhausgasemissionen bis 2020 und -100% bis 2030 vorwiegend im Ausland, im Vergleich zu 1990

Instrument Schweiz: Finanzierungsabgabe (mit Lenkungscharakter im Inland)

Die Schweiz verpflichtet sich, bis zum Jahr 2020 die gesamten energiebedingten THG-Emissionen durch eigene Anstrengungen und vor allem durch Zukauf von Gutschriften aus Drittländern vollständig zu kompensieren. Damit würde der Ausstoss von Treibhausgasen bis 2020 um über 80 Prozent reduziert. Bis 2030 sollen dann die gesamten Treibhausgasemissionen kompensiert werden, also ein Minderungsziel von -100% erreicht werden.

Das Konzept einer klimaneutralen Schweiz besteht darin, dass sich alle Verursacher von Treibhausgasemissionen in der Schweiz verpflichten, im Ausmass ihrer Emissionen Kompensationsmassnahmen im Ausland zu leisten. Die Durchsetzung der Kompensationspflicht könnte der Staat vollziehen, indem er eine Finanzierungsabgabe (analog der Klimalenkungsabgabe) erhebt und mit den Einnahmen aus dieser Abgabe selber Emissionsrechte im Ausland erstet. Für diejenigen Emittenten, die eine entsprechende Menge an Emissionsrechten im Ausland einkaufen, wird die Finanzierungsabgabe rückerstattet.

Abgabehöhe und Zertifikatspreise

Die CO₂-Märkte in den beiden Szenarien

Die beiden untersuchten Hauptszenarien «Klimalenkungsabgabe» und «klimaneutrale Schweiz» gehen nicht von einem idealen, weltweit funktionierenden CO₂- bzw. Treibhausgashandel aus. Für die industrialisierten Länder (Schweiz, EU-27 und sonstige Industrieländer) wird unterschieden in Sektoren, die an einem internationalen Emissionshandelssystem teilnehmen können (IETS), und den restlichen Sektoren, die nicht dem IETS unterstellt sind. Die IETS-Sektoren sind die energieintensiven Sektoren (bspw. Energieversorgung, Papier, Zement). Die Nicht-IETS-Sektoren sind die Haushalte, Verkehr und energieextensiven Sektoren (vgl. Grafik 1-1). Für die IETS-Sektoren und die Nicht-IETS-Sektoren werden getrennte Emissionsminderungsverpflichtungen vorgegeben. Sowohl die IETS-Sektoren als auch die Nicht-IETS-Sektoren können in einem begrenzten Umfang ihre Emissionsminderungsverpflichtung durch Zukauf von Zertifikaten auf dem CDM-Markt erfüllen (Gutschriften von Drittländern).

CO₂-Märkte im Szenario «Klimalenkungsabgabe»

Aufgrund dieser Szenarienvorgaben ergeben sich fünf verschiedene CO₂-Grenzvermeidungskosten auf folgenden Märkten:

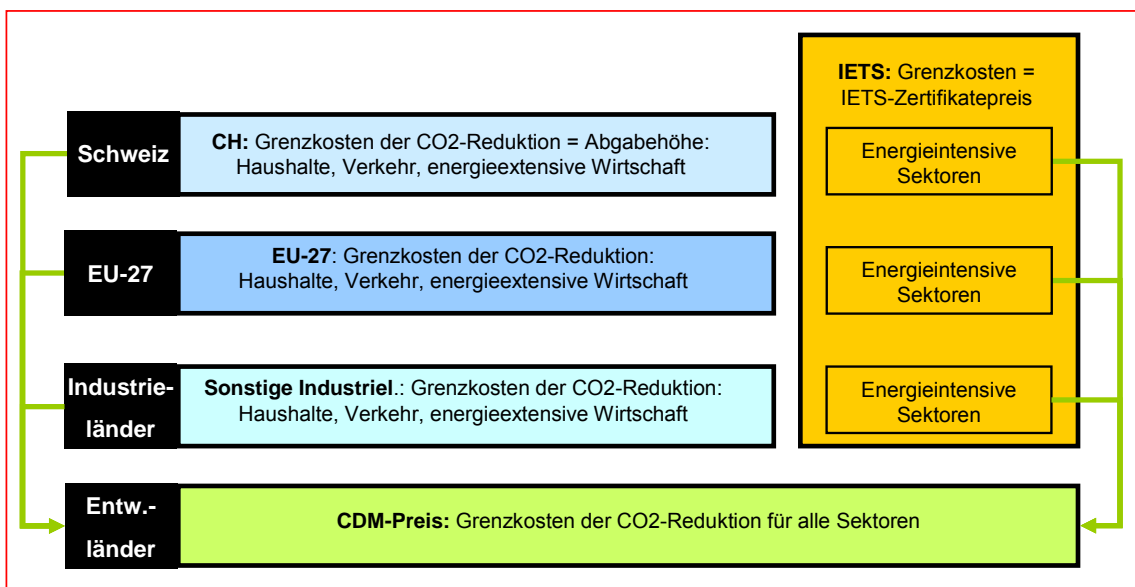
- **IETS:** Der Internationale Emissionshandelsmarkt erlaubt einen freien Zertifikatehandel zwischen den energieintensiven Sektoren der Schweiz, EU-27 und der sonstigen Industrieländer.
- **CH:** Der Nicht-IETS-Bereich der Schweiz erfüllt seine inländische Emissionsminderungsverpflichtung durch eine Klimalenkungsabgabe. Die Höhe der Klimalenkungsabgabe entspricht dabei den Grenzkosten der CO₂-Minderung im Nicht-IETS-Bereich.
- **EU-27:** Der Nicht-IETS-Bereich der EU-27 verfolgt – wie die Schweiz – eine kosteneffiziente EU-27-interne Emissionsminderung (modelliert via EU-27-internen Zertifikatemarkt).
- **Sonstige Industrieländer:** Der Nicht-IETS-Bereich der sonstigen Industrieländer verfolgt – wie die Schweiz oder die EU-27 – eine kosteneffiziente Emissionsminderung (modelliert via Zertifikatemarkt, der auf die sonstigen Industrieländer beschränkt ist).
- **CDM-Markt:** Die Entwicklungsländer verfolgen ebenfalls eine kosteneffiziente Emissionsminderung via Zertifikatemarkt. Auf diesem Markt können – in beschränktem Umfang – die Industrieländer (Schweiz, EU-27 und sonstige Industrieländer) CDM-Zertifikate erstellen.

CO₂-Märkte im Szenario «klimaneutrale Schweiz»

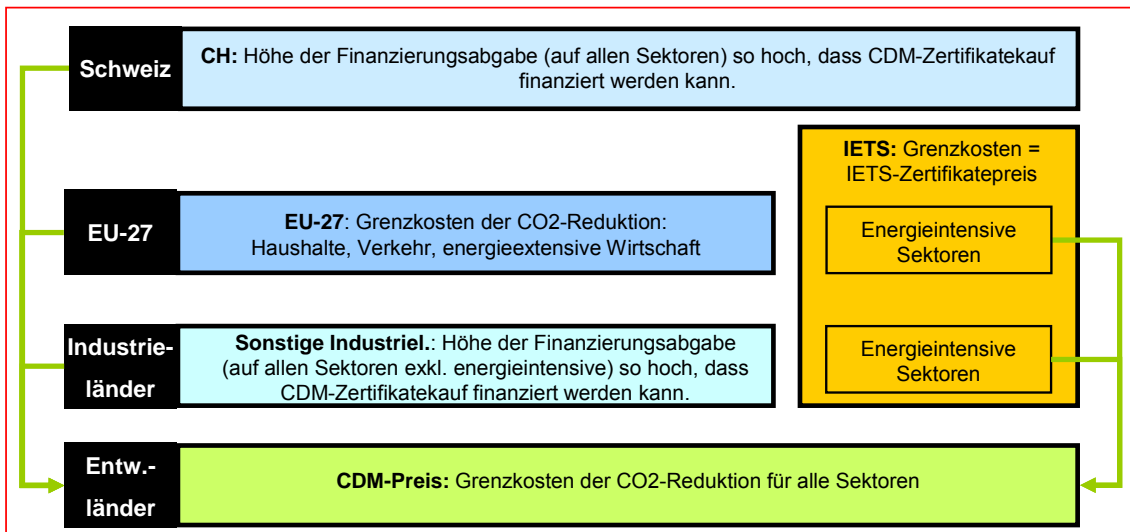
Die obigen Annahmen gelten für das Szenario «Klimalenkungsabgabe mit Abkommen». Das Szenario «klimaneutrale Schweiz» trifft für die Schweiz und die sonstigen Industrieländer eine andere Regelung: (a) Schweiz: Die energieintensiven Sektoren nehmen nicht mehr am IETS teil, sondern werden – wie alle anderen Sektoren – mit einer Finanzierungsabgabe belastet, deren Einnahmen vollumfänglich für den Einkauf von Zertifikaten auf dem CDM-Markt eingesetzt werden können. (b) sonstige Industrieländer: Die energieintensiven Sektoren nehmen weiterhin am IETS teil, der Nicht-IETS-Sektor ist aber keinen Supplementaritäts-Restriktionen mehr unterstellt.

Grafik 1-1: Die fünf CO₂-Märkte in den beiden Hauptszenarien

Szenario «Klimalenkungsabgabe mit Abkommen»



Szenario «klimaneutrale Schweiz»



Minderungsziele, Abgabehöhen und Zertifikatspreise

Die Tabelle 1-1 zeigt die Minderungsziele für die heimischen CO₂-Emissionen der beiden Hauptszenarien. Es wird zwischen den vier untersuchten Regionen und dem Internationalen Emission Trading Scheme (IETS) unterschieden.

Die Tabelle 1-2 zeigt die Grenzvermeidungskosten auf den fünf Märkten für die beiden Hauptszenarien. Die Grenzvermeidungskosten entsprechen dabei der Klimalenkungsabgabe (Schweiz), dem IETS-Preis, dem CDM-Preis und dem Zertifikatspreis der Nicht IETS-Bereiche der EU-27 und der sonstigen Industrieländer, welche zur Erreichung der Minderungsziele nötig sind.

A) Szenario «Klimalenkungsabgabe»

Höhe der Schweizer Klimalenkungsabgabe unter 210 CHF/t CO₂ und abhängig von der Entwicklung in den Handelspartnerländern

Gemäss der Modellberechnung müsste im Szenario «Klimalenkungsabgabe» eine Schweizer Klimalenkungsabgabe im Nicht-IETS-Bereich von 155 erhoben werden. Damit könnten die dem Szenario Klimalenkungsabgabe unterstellten Ziele bis 2020 erfüllt werden. Die Höhe dieser Klimaabgabe liegt also noch deutlich innerhalb der vom CO₂-Gesetz abgesteckten Maximalhöhe von 210 CHF/t CO₂. Wichtige Anmerkung: Dies gilt nur unter der Annahme, dass der Energieverbrauch sich in der Referenz (BAU) so entwickelt, wie dies die Energieperspektiven des BFE abschätzen. Nimmt der fossile Energieverbrauch nicht schon – wie im BAU unterstellt – relativ bedeutend ab, so müsste eine Klimalenkungsabgabe höher angesetzt werden, u.U. sogar deutlich über den 210 CHF/t CO₂.

Je stärker die Handelspartnerländer wachsen, bzw. je mehr diese Länder gegenüber der BAU-Entwicklung mindern müssen, desto höher muss auch die Schweizer Klimalenkungsabgabe ausfallen, welche bis über 180 CHF/t CO₂ ansteigen kann. Der Hauptgrund liegt darin, dass die Schweiz in den nicht dem IETS unterstehenden Sektoren kompetitiver wird, wenn die Handelspartnerländer ihre CO₂-Minderungsmassnahmen bei höherem Wirtschaftswachstum verstärken müssen. Dies würde den Export der Schweiz erhöhen und damit würde auch mehr CO₂ produziert. Um die CO₂-Ziele trotzdem zu erreichen, muss die Klimalenkungsabgabe erhöht werden.

Die günstigen CO₂-Minderungspotenziale liegen in den IETS-Sektoren und auf dem CDM-Markt

In den Industrieländern liegen die günstigen CO₂-Minderungspotenzialen vor allem bei den IETS-Sektoren, also den energieintensiven Sektoren. Auch die Entwicklungsländer haben deutlich tiefere Grenzvermeidungskosten als der Nicht-IETS-Bereich der Industrieländer. Sehr teuer wird die CO₂-Minderung in den Nicht-IETS-Sektoren.

Die relativ tiefen CDM-Preise lassen sich wie folgt erklären: Erstens ist das von den Industrieländern einzukaufende Volumen durch die Supplementaritäts-Restriktionen begrenzt (beschränkte Nachfrage) und zweitens wird angenommen, dass der CDM-Markt ohne Restriktionen und Unvollkommenheiten funktioniert und etabliert ist.

Unsicherheiten bei der Festlegung der nötigen Höhe für die Klimalenkungsabgabe

Mit einem Minderungsziel von -20% gegenüber 1990 befindet sich die Schweiz in einem Bereich stark steigender CO₂-Grenzvermeidungskosten. Dies bedeutet, dass bereits kleinere Änderungen in der Nachfragereaktion (bspw. eine elastischere Energienachfrage) bereits deutliche Auswirkungen auf die Höhe der Klimalenkungsabgabe hätte (bspw. tiefere Klimalenkungsabgabe). Weiter muss erwähnt werden, dass auch eine Änderung bei der unterstellten Referenzentwicklung (die sogenannte BAU- bzw. Business-as-Usual-Entwicklung) einen grossen Einfluss auf die Höhe der Klimalenkungsabgabe im Jahre 2020 hat. So würde eine deutliche Ölpreiserhöhung (von 100 auf 165 US\$/Fass) bereits eine massive Reduktion der

Klimalenkungsabgabe in der Schweiz zur Folge haben. Insgesamt muss also angemerkt werden, dass die zur Erreichung der für das Jahr 2020 vorgegebenen Minderungsziele von -20% (gegenüber 1990) nötige Klimalenkungsabgabe in ihrer Höhe nur mit grossen Unsicherheiten und Unwägbarkeiten abgeschätzt werden kann.

B) Szenario «klimaneutrale Schweiz»

Finanzierungsabgabe ist mit rund 10 CHF/t CO₂ gering und gibt kaum Anreize zur CO₂-Minderung in der Schweiz

Gemäss der Modellberechnung müsste eine Schweizer Finanzierungsabgabe im Szenario «klimaneutrale Schweiz» rund 10 CHF/t CO₂ betragen. Damit könnten die dem Szenario «klimaneutrale Schweiz» unterstellten Ziele bis 2020 erfüllt werden. Wie erwähnt, gehen wir dabei von einem voll funktionsfähigen CDM-Markt auf, bei dem alle Länder mitmachen und keine Friktionen vorhanden sind und die Transaktionskosten mit 3 CHF/t CO₂ noch relativ moderat bleiben. Müsste – wie bspw. für die Periode 2008-2012 feststellbar – damit rechnen, dass von den vorhandenen Minderungspotenzialen nur ein Teil der günstigsten Möglichkeiten auf den Markt kommen oder sonstige Restriktionen bestehen, so würde sich die Finanzierungsabgabe erhöhen (bspw. 30 CHF/t CO₂).

Tabelle 1-1: CO₂-Minderungsziele 2020 im Vergleich zum BAU [in %]

		«Klimalenkungsabgabe»	«klimaneutrale Schweiz»
		Minderungsziele 2020 i.Vgl. zu BAU	Minderungsziele 2020 i.Vgl. zu BAU
Schweiz	Minderungsziele im heimischen Nicht-IETS-Bereich	-12%	keine (Finanzierungsabgabe zum Kauf von CDM-Zertifikaten)
IETS	Minderungsziele im heimischen IETS-Bereich	-1% -10% -13%	nicht mehr im IETS -10% -13%
EU-27	Minderungsziele im heimischen Nicht-IETS-Bereich	-3%	-3%
Sonstige Industrieländer	Minderungsziele im heimischen Nicht-IETS-Bereich	-7%	keine (Finanzierungsabgabe zum Kauf von CDM-Zertifikaten)
Entwicklungsländer	Minderungsziele im heimischen Nicht-IETS-Bereich	keine	keine

Tabelle 1-2: CO₂-Abgabe und Zertifikatspreis 2020 [CHF/tCO₂]

		«Klimalenkungsabgabe»	«klimaneutrale Schweiz»
		[CHF/t CO ₂ , CHF2007]	[CHF/t CO ₂ , CHF2007]
Schweiz	Klimalenkungsabgabe	155	10
IETS	IETS-Preis	10	10
EU-27	Zertifikatspreis Nicht-IETS-Bereich	19	16
Sonstige Industrieländer	Zertifikatspreis Nicht-IETS-Bereich	26	10
Entwicklungsländer	CDM-Preis	7	7

Die tiefe Abgabe hat zur Folge, dass im Inland beinahe keine CO₂-Minderung erfolgt und fast die gesamte CO₂-Minderung über den Kauf von Gutschriften aus dem CDM-Markt realisiert wird. Werden – wie im vorliegenden Szenario «klimaneutrale Schweiz» unterstellt – keine Supplementaritäts-Restriktionen eingeführt, so wird der grösste Teil der CO₂-Minderung im Ausland eingekauft. Die inländischen CO₂-Emissionen liegen denn auch im Szenario «klimaneutrale Schweiz» nur gerade 1% unter den Emissionen im BAU.

Handel mit CO₂-Emissionsrechten führt zu tieferen Grenzvermeidungskosten

Die Grenzvermeidungskosten für das Szenario «klimaneutrale Schweiz», wo für die Schweiz und die sonstigen Industrieländer keine Restriktionen bzgl. dem Kauf von ausländischen Gutschriften bestehen, liegen deutlich tiefer als bei der «Klimalenkungsabgabe» mit den entsprechenden Supplementaritäts-Restriktionen.

Für die Schweiz bringt der CO₂-Handel mehr als für andere Regionen

Der Handel von Emissionsrechten spielt vor allem für die Schweiz eine zentrale Rolle, da die Schweiz – ohne Handel – die höchsten Grenzvermeidungskosten aufweist, weil die anderen Regionen günstigere Substitutionspotenziale aufweisen als die Schweiz.

Auswirkungen auf die Wirtschaft

Das BIP dient als Indikator für die Wirtschaftsleistung. Die in der Tabelle 1-3 dargestellt Veränderung des BIPs im Vergleich zum Basisszenario «BAU» kann als Indikator für die «Belastung» der Wirtschaft in den vier untersuchten Regionen (Schweiz, EU-27, sonstige Industrieländer und Entwicklungsländer) aufgrund der klimapolitischen Massnahmen dienen. Im unteren Teil der Tabelle wird aufgezeigt, wie sich die klimapolitischen Massnahmen auf die jährlichen BIP-Wachstumsraten auswirken.

A) Szenario «Klimalenkungsabgabe»

Der BIP-Rückgang bis 2020 ist wirtschaftlich verkraftbar

Im Szenario «Klimalenkungsabgabe» ist für die Schweiz im Jahr 2020 im Vergleich zur BAU-Entwicklung mit einem BIP-Rückgang um -0.66% zu rechnen. Von allen Regionen verzeichnet die Schweiz den grössten BIP-Rückgang, der allerdings in seiner Grössenordnung verkraftbar ist und in etwa der Hälfte des Wachstums während eines einzigen Jahres entspricht. Gehen wir davon aus, dass ab 2012 die Massnahmen zur Erreichung der Ziele im Jahr 2020 eingeführt werden und schrittweise die Wirkung erhöht wird, so entspricht der BIP-Rückgang der Schweiz von -0.66% einer jährlichen BIP-Wachstumseinbusse von -0.08%. Die vom seco geschätzte durchschnittliche Wachstumsrate des potenziellen BIP würde sich also in den Jahren 2012 bis 2020 von durchschnittlich jährlich 1.26% auf 1.18% reduzieren.

B) Szenario «klimaneutrale Schweiz»

«Klimaneutrale Schweiz» ohne negative Auswirkungen auf das BIP

Das Szenario «klimaneutrale Schweiz» würde für die Schweiz zu keinen grösseren BIP-Veränderungen führen. Den negativen Effekten der Erhebung einer Finanzierungsabgabe und Kauf von ausländischen Gutschriften stehen positive Effekte über eine relativ verbesser-

te Wettbewerbsfähigkeit der Schweizer Wirtschaft gegenüber. Insgesamt heben sich diese positiven und negativen Effekte in etwa auf, so dass eine «klimaneutrale Schweiz» ohne BIP-Verluste verwirklicht werden könnte.

Tabelle 1-3: Auswirkungen auf das BIP im Vergleich zum Basisszenario «BAU» für das Jahr 2020 und als Veränderung der jährlichen BIP-Wachstumsrate ab 2012

	«Klimalenkungsabgabe» im Vergleich zu «BAU»	«klimaneutrale Schweiz» im Vergleich zu «BAU»
Schweiz	-0.66%	0.00%
EU-27	-0.04%	-0.10%
Sonstige Industrieländer	-0.15%	-0.11%
Entwicklungsländer	-0.06%	-0.04%
Global	-0.10%	-0.08%
	Veränderung der jährlichen Wachstumsrate ab 2012	Veränderung der jährlichen Wachstumsrate ab 2012
Schweiz	-0.08%	0.00%
EU-27	-0.01%	-0.01%
Sonstige Industrieländer	-0.02%	-0.01%
Entwicklungsländer	-0.01%	-0.01%
Global	-0.01%	-0.01%

Für beide Szenarien sind keine grösseren Aussenhandels- und Struktureffekte zu verzeichnen. Der Hauptgrund dafür ist, dass die energieintensiven Sektoren in ein Internationales Emission Trading System eingeschlossen werden und die Minderungsverpflichtungen für diese Sektoren relativ moderat bleiben.

Wohlfahrtseffekte

Welche Auswirkungen zeigen die klimapolitischen Szenarien auf die Wohlfahrt? Die Wohlfahrt entspricht in der hier zunächst unterstellten Betrachtung den Konsummöglichkeiten: Je mehr Konsum, desto höher die Wohlfahrt. Diese Betrachtung ist zwar nützlich, greift aber zu kurz, da der Primärnutzen der Klimapolitik (weniger Schäden aufgrund des Klimawandels) und die Sekundärnutzen (bspw. sauberere Luft) nicht berücksichtigt werden. Die nachfolgende Tabelle 1-4 enthält die Wohlfahrtseffekte für die Schweiz und die anderen im Modell abgebildeten Weltregionen.

Tabelle 1-4: Wohlfahrtseffekte BIP im Vergleich zum Basisszenario «BAU» für das Jahr 2020 und als Veränderung der jährlichen BIP-Wachstumsrate ab 2012

	«Klimalenkungsabgabe» im Vergleich zu «BAU»	«klimaneutrale Schweiz» im Vergleich zu «BAU»
Schweiz	-0.50%	0.02%
EU-27	-0.01%	-0.07%
Sonstige Industrieländer	-0.14%	-0.13%
Entwicklungsländer	-0.06%	-0.01%
Global	-0.09%	-0.08%
	Veränderung der jährlichen Wachstumsrate ab 2012	Veränderung der jährlichen Wachstumsrate ab 2012
Schweiz	-0.06%	0.00%
EU-27	0.00%	-0.01%
Sonstige Industrieländer	-0.02%	-0.02%
Entwicklungsländer	-0.01%	0.00%
Global	-0.01%	-0.01%

A) Szenario «Klimalenkungsabgabe»: „Wohlfahrtsverluste“ sind tragbar

Im Szenario «Klimalenkungsabgabe» werden für die Schweiz Wohlfahrtsverluste von rund -0.5% für das Jahr 2020 berechnet. Dies bedeutet, dass die Wohlfahrt im Jahr 2020 0.5% tiefer liegt, als ohne klimapolitische Massnahmen (immer unter der Annahme, dass der Klimaschutz bis zum Jahr 2020 noch keinen Nutzen zeigt und auch die Sekundärnutzen nicht eingerechnet werden). Von allen Regionen verzeichnet die Schweiz den grössten Wohlfahrtsverlust, der allerdings in seiner Grössenordnung verkraftbar ist. Dass der Wohlfahrtsverlust verkraftbar ist, zeigt die Wirkung auf die jährliche Wachstumsrate: Gehen wir davon aus, dass ab 2012 die Massnahmen zur Erreichung der Ziele im Jahr 2020 eingeführt werden und schrittweise die Wirkung erhöht wird, so entspricht der Wohlfahrtsverlust der Schweiz von -0.50% einer jährlichen Wachstumseinbusse bei der Wohlfahrt von -0.06%.

B) Szenario «Klimalenkungsabgabe»: „Wohlfahrtsneutral“

Das Szenario «klimaneutrale Schweiz» würde für die Schweiz zu keinem Wohlfahrtsverlust führen (Begründung vgl. Ausführungen zum BIP).

Starke Supplementaritäts-Restriktionen „schaden“ den Entwicklungsländern

Wollen die Industrieländer – wie im Szenario «Klimalenkungsabgabe» - einen massgeblichen Teil ihrer Minderungsverpflichtung selber erbringen, so ist dies für die Entwicklungsländer

aus Sicht der Wohlfahrt negativer zu bewerten als ein möglichst umfassender CDM-Handel ohne massgebliche Supplementaritäts-Restriktionen. Dies zeigt der Vergleich der Wohlfahrtsverluste zwischen den Szenarien «Klimalenkungsabgabe» und «klimaneutrale Schweiz». Im Szenario «Klimalenkungsabgabe» führen die Vermeidungsmassnahmen in den Industrieländern selber zu einer Verteuerung ihrer Exporte und zu einem Rückgang der Kaufkraft, was wohlfahrtsmässig die Entwicklungsländer negativ trifft.

Im Szenario «klimaneutrale Schweiz» profitieren die Entwicklungsländer vor allem auch von der viel grösseren Nachfrage auf dem CDM-Markt durch die sonstigen Industrieländer (inkl. Schweiz).

Verteilungseffekte

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. 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)

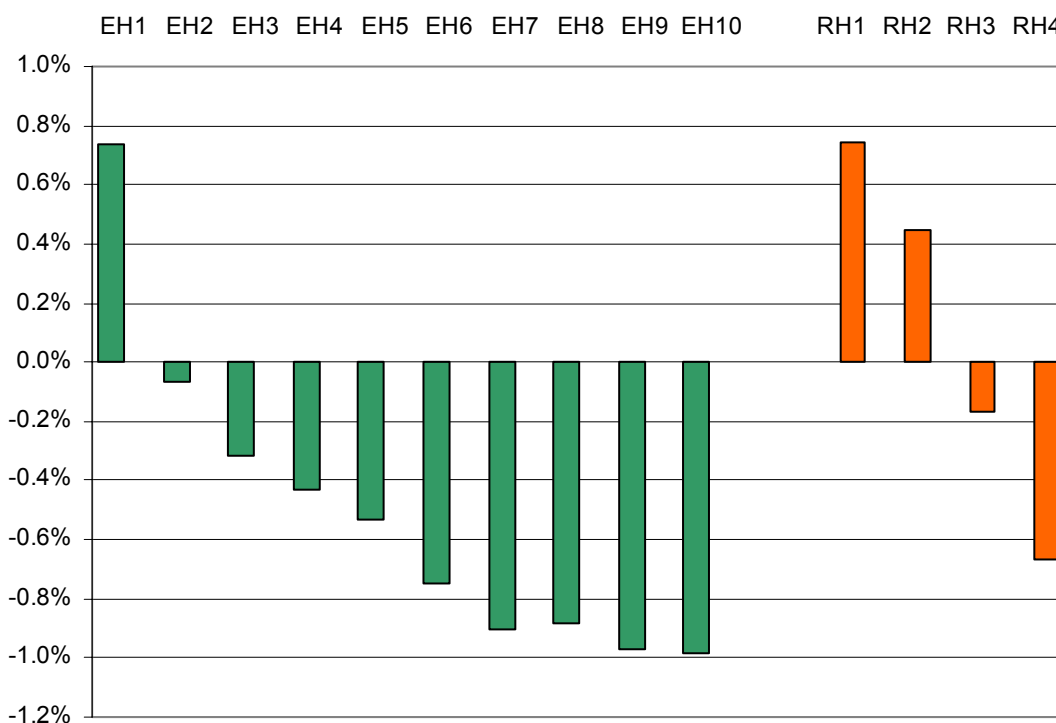
A) Szenario «Klimalenkungsabgabe»: Die „ärmsten“ gewinnen

Trotz generellem Wohlfahrtsverlust, der alle Haushalte trifft, kann für die ärmsten Haushalte mit einem – zwar sehr beschränkten – Wohlfahrtsgewinn gerechnet werden (vgl. Grafik 1-2). Die 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 wirkt sich vor allem die Pro-Kopf-Rückverteilung für die ärmeren – tendenziell kinderreichen – Familienhaushalte aus. Die ärmeren Rentner profitieren ebenfalls von der Pro-Kopf-Rückverteilung und weil sie von den negativen Auswirkungen der Abgabe auf die Löhne kaum betroffen sind (die Abgabe schlägt vor allem auf den relativ immobilen Faktor Arbeit zurück und weniger auf den relativ mobilen Faktor Kapital).

B) Szenario «klimaneutrale Schweiz»: Keine grösseren Verteilungswirkungen

Die Verteilungswirkungen sind im Szenario «klimaneutrale Schweiz» erwartungsgemäss kaum von Bedeutung.

Grafik 1-2: Verteilungswirkung – Wohlfahrtsveränderung für „ärmere“ und „reichere“ Haushalte im Szenario «Klimalenkungsabgabe»



Sekundärnutzen klimapolitischer Massnahmen

CO₂-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 bei der Erhebung einer **Klimalenkungsabgabe** die moderaten Wohlfahrtseinbussen aber nur zu rund 5% kompensieren – auch unter Berücksichtigung dieser Sekundärnutzen führt die Klimalenkungsabgabe zu moderaten Wohlfahrtseinbussen.

Bei der hier untersuchten weitgehend **klimaneutralen Schweiz** gelten keine Supplementaritäts-Restriktionen, was dazu führt, dass fast die gesamte Minderungsverpflichtung durch den Zukauf von ausländischen Gutschriften realisiert wird. Dementsprechend sind auch keine nennenswerten Sekundärnutzen zu verzeichnen.

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 CO₂-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.¹ 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 will in einer Vernehmlassung zur Revision des CO₂-Gesetzes verschiedene Instrumente zur Diskussion stellen. Ebenfalls soll in der Vernehmlassung zur Idee einer klimaneutralen Schweiz Stellung genommen werden können.

Die nachfolgend untersuchten Szenarien wurden vor der Verfassung des Vernehmlassungsberichts durch das Bundesamt für Umwelt definiert. **Die in dieser Studie berechneten Szenarien stimmen nicht mit den in die Vernehmlassung eingeflossenen Vorschläge für die Umsetzung der Post-Kyoto-Politik überein.**

Folgende Hauptszenarien, die – wie erwähnt – nicht mit den Vorschlägen im Vernehmlassungsbericht übereinstimmen, werden im vorliegenden Bericht diskutiert:

1) Klimaleitungsabgabe

Ziel Schweiz: Minus 30% (im Inland -20%) Treibhausgasemissionen bis 2020 und bis 2050 -50% (im Inland) im Vergleich zu 1990

Instrument Schweiz: Klimaleitungsabgabe und Emissionshandelssystem

Der Ausstoss von Treibhausgasen soll bis 2020 um 30 Prozent und bis 2050 um 50 Prozent gesenkt werden (gemessen am Stand von 1990). Im Inland ist eine Reduktion von mindestens 20% anzustreben. Beim Zustandekommen eines internationalen Abkommens kann durch den Kauf von Zertifikaten im Ausland eine zusätzliche Reduktion von 10 Prozent auf die angepeilten -30% erzielt werden. Diese Ziele orientieren sich an der Klimapolitik der EU, die – unter der Annahme, dass ein internationales Abkommen zustande kommt – eine Reduktionsverpflichtung von -30% eingehen will. Die Klimapolitik der EU ihrerseits orientiert sich an der Vorgabe, dass die Klimaerwärmung langfristig auf maximal 2 Grad (gegenüber der vorindustriellen Zeit) begrenzt werden soll.

Als zentrales Instrument zur Erreichung dieser Ziele wird in der Schweiz eine Klimaleitungsabgabe eingesetzt. Das bestehende Schweizer Emissionshandels-System wird mit dem internationalen Emissionshandels-System verknüpft.

¹ Vgl. dazu die Unterlagen zur Pressemitteilung vom 21.2.2008 «Bundesrat will für Zeit nach 2012 das CO₂-Gesetz revidieren und verabschiedet energiepolitische Aktionspläne», downloadbar u.a. unter www.bafu.admin.ch.

2) Klimaneutrale Schweiz

Ziel Schweiz: Minus 80% Treibhausgasemissionen bis 2020 und -100% bis 2030 vorwiegend im Ausland, im Vergleich zu 1990

Instrument Schweiz: Finanzierungsabgabe (mit Lenkungscharakter im Inland)

Die Schweiz verpflichtet sich, bis zum Jahr 2020 die gesamten energiebedingten THG-Emissionen durch eigene Anstrengungen und vor allem durch Zukauf von Gutschriften aus Drittländern vollständig zu kompensieren. Damit würde der Ausstoss von Treibhausgasen bis 2020 um über 80 Prozent reduziert. Bis 2030 sollen dann die gesamten Treibhausgasemissionen kompensiert werden, also ein Minderungsziel von -100% erreicht werden.

Das Konzept einer klimaneutralen Schweiz besteht darin, dass sich alle Verursacher von Treibhausgasemissionen in der Schweiz verpflichten, im Ausmass ihrer Emissionen Kompensationsmassnahmen im Ausland zu leisten. Die Durchsetzung der Kompensationspflicht könnte der Staat vollziehen, indem er eine Finanzierungsabgabe (analog der Klimalenkungsabgabe) erhebt und mit den Einnahmen aus dieser Abgabe selber Emissionsrechte im Ausland ersteht. Für diejenigen Emittenten, die eine entsprechende Menge an Emissionsrechten im Ausland einkaufen, wird die Finanzierungsabgabe rückerstattet.²

Fragestellung

Im Rahmen dieser Studie werden die beiden obigen Hauptszenarien hinsichtlich ihrer volkswirtschaftlichen Auswirkungen analysiert. Folgende Fragen stehen im Vordergrund:

- Wie hoch müsste eine Klimalenkungsabgabe zur Erreichung einer inländischen Treibhausgasreduktion von 20% (gegenüber 1990) sein?
- Wie hoch müsste die Finanzierungsabgabe zur Erreichung einer klimaneutralen Schweiz sein?
- Mit welchen Auswirkungen auf die Wirtschaft insgesamt (BIP) und auf die einzelnen Wirtschaftsbranchen ist unter den gegebenen Annahmen zu rechnen?
- Wie sind die Haushalte davon betroffen (Wohlfahrts- und Verteilungseffekte)?
- Wie gross sind die positiven Nebeneffekte (Sekundärnutzen) einer aktiven Klimapolitik?

Methodik

Die Analyse wird mit einem berechenbaren Mehrländergleichgewichtsmodell durchgeführt. Mit diesem Modell lassen sich insbesondere preisliche Instrumente, wie eine Klimalenkungsabgabe, analysieren. Das Modell ist weniger geeignet, um Förderungsmassnahmen (Subventionierung einzelner Technologien) oder Verschärfung von Standards (bspw. Wärmebedarfsstandards) zu untersuchen.

² Das Konzept einer klimaneutralen Schweiz wird ausführlicher dargelegt in Roth Thomas (2007), Klimaneutrale Schweiz – eine Option für die schweizerische Klimapolitik nach 2012?, in: Die Volkswirtschaft 9-2007.

Aufbau des Berichts

Das Kapitel 2 gibt einen kurzen, auf die Ziele und preislichen Instrumente fokussierten, Überblick über die Klimapolitik der Schweiz im internationalen Kontext. Die vorgängig erwähnten Hauptszenarien werden im Kapitel 3 konkretisiert. Das für die Analyse erarbeitete berechenbare Gleichgewichtsmodell wird im Kapitel 4 in seinen Hauptzügen vorgestellt. Das Kapitel 5 präsentiert die Resultate. Wie stark die Resultate auf Annahmenänderungen reagieren, wird im Kapitel 6 aufgezeigt. Die wichtigsten Schlussfolgerungen sind dem Kapitel 7 zu entnehmen.

2 Heutige Klimapolitik der Schweiz im internationalen Kontext

Der nachfolgende Überblick fokussiert auf die Ziele und die preislichen Instrumente der Schweizer Klimapolitik. Die für die vorliegende Analyse zentralen Verknüpfungen und Abhängigkeiten mit der internationalen Klimapolitik sollen ebenfalls aufgezeigt werden. Für einen umfassenden Überblick sei auf den Klimabericht³ des UVEK verwiesen.

2.1 Die Ziele

Die **Schweiz** hat sich mit dem Kyoto-Protokoll verpflichtet, die Treibhausgasemissionen in der Periode 2008 bis 2012 um 8% gegenüber den Emissionen im Jahre 1990 zu reduzieren. Im CO₂-Gesetz wurden die Ziele konkretisiert, beziehen sich aber nicht auf alle Treibhausgase (THG), sondern nur auf die CO₂-Emissionen aus Brenn- und Treibstoffen: Gesamthaft sollen die energiebedingten CO₂-Emissionen bis 2010 gegenüber dem Stand von 1990 um 10 Prozent gesenkt werden. Dazu sollen die Brennstoffe mit einer Reduktion von 15% und die Treibstoffe mit 8% beitragen.

³ UVEK – Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (2007), Klimabericht, Bericht des UVEK über die zukünftige Klimapolitik der Schweiz.

Tabelle 2-1: Emissionen nach CO₂-Gesetz (CG) und Treibhausgas-Inventar (THG)

Emissionen	massgebend für CG / THG *)	1990 [Mio t CO ₂ eq]	2005 [Mio t CO ₂ eq]	2006 [Mio t CO ₂ eq]	Ziel Verpflichtungs- periode 2008 bis 2012	
					[Mio t CO ₂ eq]	[i.Vgl. zu 1990]
Treibhausgase int. Flugverk.	-		3.52	3.70		
CO ₂ Brennstoffe	THG	23.58	23.56	22.74		
CO ₂ Brennstoffe klimakorr.	CG	25.39	23.87	24.24	21.58	-15%
CO ₂ Treibstoffe	CG, THG	15.54	16.87	16.97	14.30	-8%
- Benzin	CG, THG	11.57	11.23	10.89		
- Diesel	CG, THG	3.51	5.38	5.82		
- Flugpetrol Inlandflüge	CG, THG	0.46	0.26	0.26		
CO ₂ Raffinerien	THG	1.13	1.01	1.10		
CO ₂ Prozess-Emissionen	THG	2.52	2.30	2.26		
CO ₂ Abfall	THG	1.74	2.32	2.50		
CH ₄	THG	4.37	3.54	3.54		
N ₂ O	THG	3.62	3.29	3.27		
HFC / PVC / SF6	THG	0.24	0.89	0.84		
Total CG	CG	40.93	40.74	41.21	36.84	-10%
Total THG	THG	52.75	53.78	53.22	48.53	-8%

*) CG = CO₂-Gesetz, THG = Treibhausgasinventar (bezieht sich auf die Verpflichtung gemäss Kyoto-Protokoll)

Quelle: Bafu (2008), Emissionen nach CO₂-Gesetz und Kyoto-Protokoll, Stand. 25.6.2008.

Wie bereits in Kapitel 1 erwähnt will sich der Bundesrat für die Post-Kyoto-Ziele an der EU orientieren. Ziel ist es bis 2020 bzw. 2050 die Treibhausgase um mindestens 20 bzw. 50 Prozent zu verringern. Das bedeutet im Schnitt eine jährliche Reduktion um 1.5 Prozent. Eine weitere Reduktion um 10% im Jahre 2030 kann durch Zukauf von ausländischen Zertifikaten erzielt werden. Weiter soll gemäss Bundesrat die Idee einer klimaneutralen Schweiz geprüft werden.

Die **EU-15** hat sich mit dem Kyoto-Protokoll verpflichtet, die Treibhausgasemissionen in der Periode 2008 bis 2012 um 8% gegenüber den Emissionen im Basisjahr⁴ zu reduzieren, wobei die einzelnen Länder unterschiedliche Ziele haben (vgl. Tabelle 8-15). Welche Länder wie viel und auf welchem Wege reduzieren, wird im «Nationalen Allokationsplan» (NAP) festgelegt.

Die Post-Kyoto-Politik der **EU-27** ist darauf ausgerichtet, dass die globale Oberflächentemperatur nicht mehr als +2 Grad Celsius gegenüber dem vorindustriellen Niveau ansteigt. Die EU-27 strebt ein internationales Abkommen an, unter welchem sie sich bis 2020 zu einer

⁴ In der Regel ist das Basisjahr das Jahr 1990. Einzelne Länder weichen jedoch davon ab.

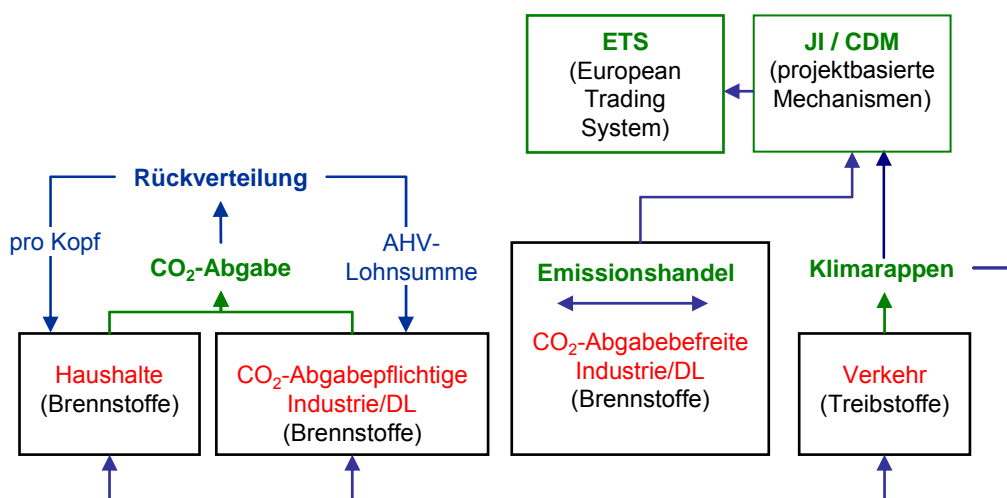
Minderung von -30% (gegenüber 1990) verpflichten würde. Kommt ein solches Abkommen nicht zustande, so verpflichtet sich gemäss Vorschlag der Kommission z.H. des Europäischen Parlaments und des Rates (KOM(2008) 30) zu einer Minderung von -20%.

2.2 Die Instrumente

Nachfolgend soll das Zusammenspiel der preislichen Instrumentarien zur Reduktion der Treibhausgase dargestellt werden. Da sich die vorliegende Studie hauptsächlich mit preislichen Instrumenten auseinandersetzt, wird die Diskussion auf diese beschränkt. Die Wirkung der anderen Instrumente (Standards, usw.) werden im Rahmen eines Energieeffizienzfortschritts berücksichtigt.

Die Grafik 2-1 zeigt die nachfolgend kurz beschriebenen Instrumente der Schweiz (CO₂-Abgabe, Emissionshandel für die Unternehmen mit Reduktionsverpflichtung sowie den Klimarappen). Weiter werden auch das Emission Trading Scheme der EU (EU ETS) und die projektbasierten, flexiblen Kyotomechanismen Joint Implementation (JI) und Clean Development Mechanism (CDM) kurz vorgestellt.

Grafik 2-1: Aktuelle Situation für die Schweiz: Preisliche CO₂-Instrumente im internationalen Kontext



CO₂-Abgabe Schweiz

Die Abgabe: Die Schweiz hat am 1.1.2008 eine CO₂-Abgabe in der Höhe von 12 CHF/t CO₂ auf Brennstoffen eingeführt.⁵ Es ist geplant, die CO₂-Abgabe schrittweise auf 24 bzw. 36 CHF/t CO₂ zu erhöhen, sofern sich abzeichnet, dass das Kyoto-Ziel verfehlt wird. Auf das Jahr 2009 wurde keine Erhöhung der CO₂-Abgabe von 12 auf 24 vorgenommen, da ein star-

⁵ Details dazu vgl. Verordnung über die CO₂-Abgabe (CO₂-Verordnung) vom 8. Juni 2007.

ker Rückgang des Brennstoffverbrauchs im Jahr 2007 verzeichnet werden konnte. Im CO₂-Gesetz⁶ ist eine Höchstgrenze von 210 CHF/t CO₂ festgelegt.

Die Rückerverteilung: Der von den Haushalten bezahlte Abgabeanteil wird pro Kopf an die Haushalte verteilt. Der Anteil der Wirtschaft wird nach Massgabe der AHV-Lohnsumme verteilt (die von der Abgabe befreiten Unternehmen erhalten auch keine Rückerverteilung).

Abgabebefreiung: Wer grosse Mengen von fossilem Brennstoff verbraucht oder wer durch die Einführung der CO₂-Abgabe in seiner internationalen Wettbewerbsfähigkeit beeinträchtigt würde, wird von der Abgabe befreit, wenn er sich dem Bund gegenüber verpflichtet, die CO₂-Emissionen zu begrenzen.

Die Unternehmen, die von der Abgabe befreit sind und eine rechtlich verbindliche Verpflichtung zur CO₂-Minderung eingegangen sind, können am Emissionshandelssystem teilnehmen (vgl. Ausführungen im nächsten Abschnitt).

Emissionshandel Schweiz

Das Schweizer Emissionshandelssystem betrifft Unternehmen, die eine rechtlich verbindliche Verpflichtung zur Begrenzung der CO₂-Emissionen eingegangen sind. Von dieser Möglichkeit, eine Verpflichtung für die Periode 2008 bis 2012 einzugehen und im Gegenzug von der CO₂-Abgabe befreit zu werden, haben rund 1600 Unternehmen Gebrauch gemacht. Diese Unternehmen mit Verpflichtungen haben einen Anteil von rund 6% an den gesamten Treibhausgasemissionen (vgl. nachfolgende Grafik 2-2). Von diesen 1600 „befreiten“ Unternehmen beteiligen sich die energieintensivsten Unternehmen (rund 500) am Emissionshandel.

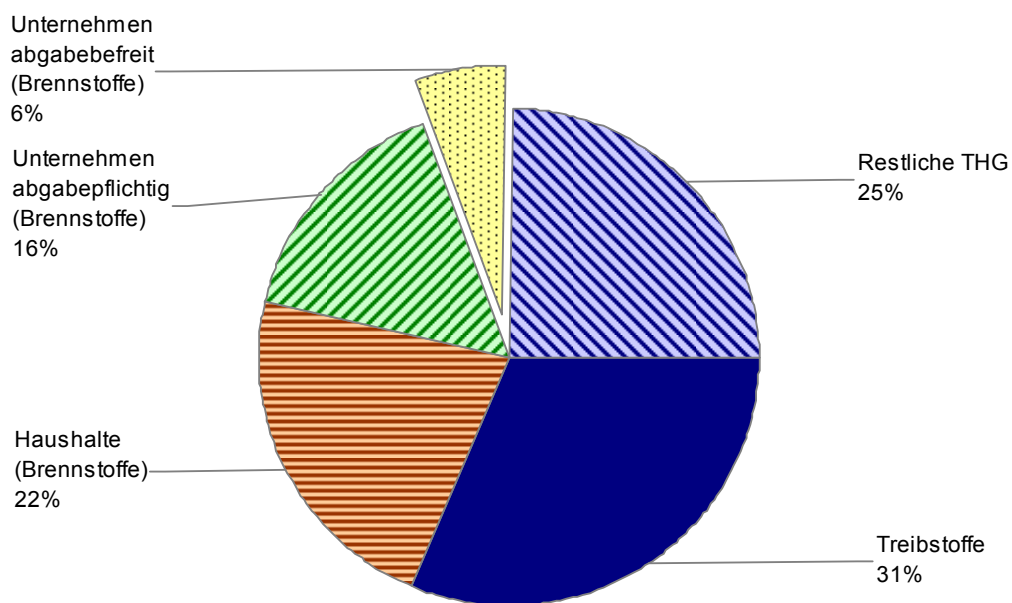
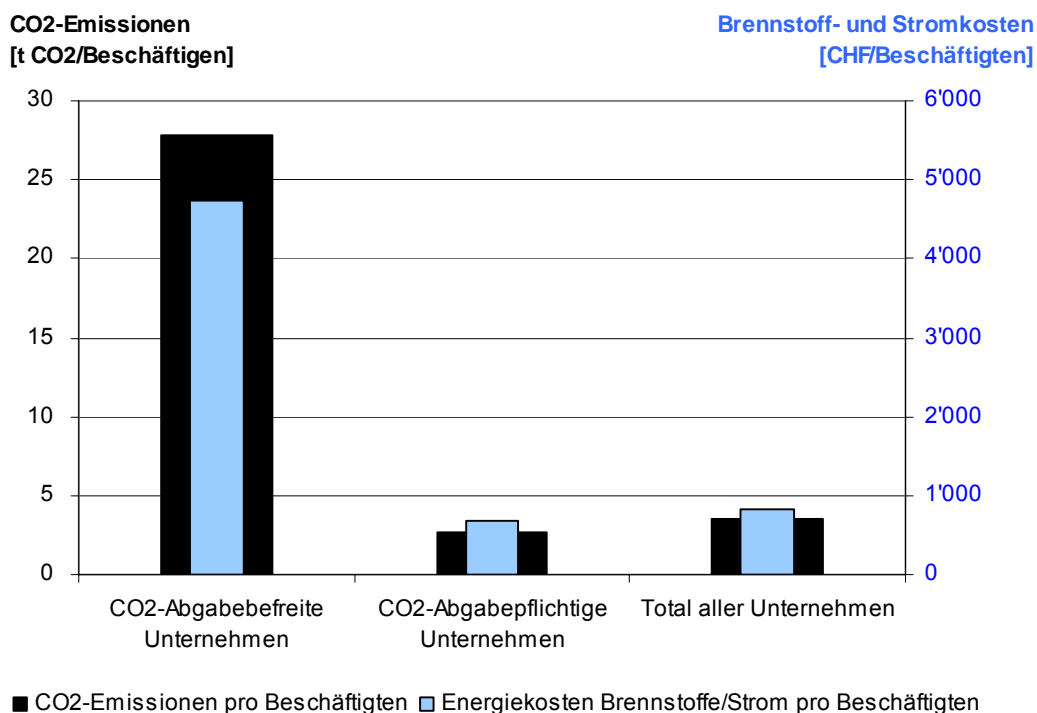
Aufgrund einer Auswertung für das Jahr 2007 der EnAW⁷ konnte die CO₂-Intensität pro Beschäftigten (Vollzeitäquivalente) grob geschätzt werden.⁸ Die Grafik 2-3 zeigt, dass die durchschnittliche CO₂-Intensität von Unternehmen mit Verpflichtungen rund 10-mal grösser ist als diejenige der nicht befreiten Unternehmen. Aufgrund der detaillierten Abschätzungen aus der Input-Output-Tabelle für das Jahr 2005 kann davon ausgegangen werden, dass mehr oder weniger alle grösseren energieintensiven Betriebe eine Verpflichtung eingegangen sind bzw. eingehen werden.⁹ Die Brennstoffkosten für die Unternehmen mit Verpflichtungen sind dagegen im Vergleich mit Unternehmen ohne Verpflichtungen nur rund 7-mal höher. Dies zeigt, dass die Unternehmen mit Verpflichtungen einerseits ihre Energie günstiger einkaufen können, andererseits auf günstigere Energieträger (bspw. Kohle) setzen.

⁶ Bundesgesetz über die Reduktion der CO₂-Emissionen (CO₂-Gesetz) vom 8. Oktober 1999 (Stand am 1. Mai 2007).

⁷ EnAW – Energieagentur der Wirtschaft.

⁸ Da nicht für alle Unternehmen die Vollzeitäquivalente erhoben werden und diese Daten von der EnAW nicht überprüft werden, sind die Angaben als sehr grobe Schätzung zu verstehen.

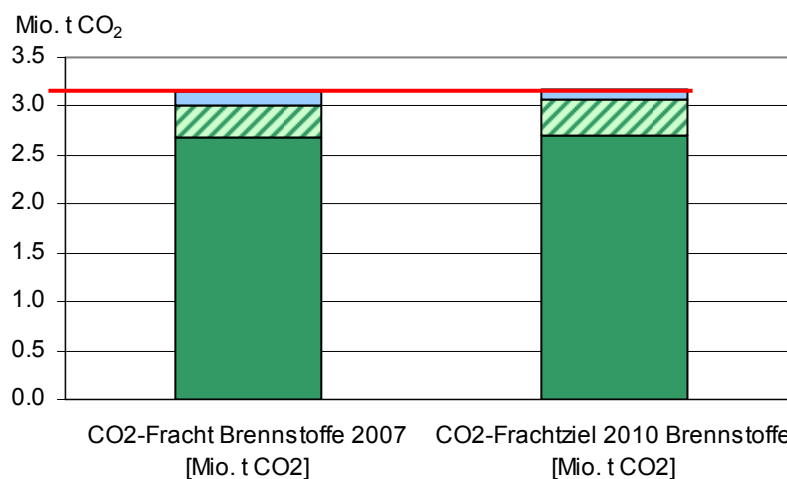
⁹ Aufgrund dieser Einschätzung aus der Input-Output-Tabelle 2005 dürften allenfalls noch in den Branchen „Herstellung von sonstigen Produkten aus nicht metallischen Mineralien“ und „Chemische Industrie“ ein grösseres zusätzliches Verpflichtungspotenzial erwartet werden.

Grafik 2-2: Anteil der Unternehmen mit Verpflichtung (abgabebefreite Unternehmen)¹⁰**Grafik 2-3: CO₂-Emissionen und Brennstoffkosten pro Beschäftigten (Vollzeitäquivalente) (Jahr 2007)**

¹⁰ Da für diese Übersichtsgrafik keine gemeinsamen Bezugsjahre vorliegen, beziehen sich die die Werte für die „abgabebefreiten Unternehmen“ (Jahr 2007) und die restlichen Sektoren (Jahr 2005) auf zwei verschiedene Jahre.

Vergleicht man die Emissionen der per 27.5.2008 bereits befreiten Unternehmen und den Unternehmen, dessen Antrag zu diesem Zeitpunkt noch offen ist, mit den Zielvorgaben, so kann festgestellt werden, dass die Zielvorgaben für die Verpflichtungsperiode 2008/2012 bereits 2007 knapp erreicht werden konnten (vgl. Grafik 2-4).

Grafik 2-4: CO₂-Abgabebefreite Unternehmen: CO₂-Fracht 2007 und Ziel 2010



Kategorie	CO ₂ -Fracht Brennstoffe 2007 [Mio. t CO ₂]	CO ₂ -Frachtziel 2010 Brennstoffe [Mio. t CO ₂]
Total	3.14	3.18
■ Nicht im Monit., Antrag offen	0.13	0.10
▨ Im Monitoring, Antrag offen	0.33	0.38
■ Im Monitoring, verfügt	2.68	2.70

Stand Monitoring: 27.5.2008, CO₂-Fracht HGT-normiert, nicht WKK-korrigiert
Quelle: EnAW

Auch wenn das Verpflichtungsziel für die Periode 2008/2012 bereits heute als Ganzes für die Unternehmen mit Verpflichtungen erfüllt ist, so ist doch das Ziel für einzelne Unternehmen noch nicht erfüllt, während andere Unternehmen ihr Ziel bereits mehr als erfüllt haben. Wie gross das künftige Handelsvolumen in etwa sein wird, kann auf den von der EnAW auf Branchenebene zur Verfügung gestellten Informationen nicht abgeschätzt werden.

Klimarappen

Die Stiftung Klimarappen ist im Jahr 2005 im Rahmen der freiwilligen Massnahmen eine Zielvereinbarung auf Benzin und Dieselöl eingegangen. Die Stiftung verpflichtet sich darin, die CO₂-Emissionen in der Periode 2008 - 2012 gesamthaft um mindestens 1.8 Millionen Tonnen CO₂ pro Jahr zu vermindern. Basierend auf dieser Vereinbarung erheben die Importeure seit Oktober 2005 einen Preiszuschlag auf Benzin und Diesel von 1.5 Rappen pro Liter, was jährlich rund 100 Mio. Franken einbringt. Das Geld wird im In- und Ausland investiert. Im Inland

werden vor allem Förderprogramme im Gebäudebereich finanziert. Damit sollen Emissionsreduktionen im Umfang von mindestens 0.2 Mio. Tonnen CO₂ erzielt werden. Maximal 1.6 Mio. Tonnen CO₂ darf die Stiftung durch die Finanzierung von Klimaschutzprojekten im Ausland reduzieren.

Die Stiftung rechnet in ihrem Jahresbericht 2007¹¹ damit, dass sie für die Verpflichtungsperiode 2008 - 2012 eine inländische CO₂-Minderung von -0.5 Mio. t CO₂/Jahr und im Ausland zusätzliche 2 Mio. t CO₂/Jahr erreichen kann. Die Kosten für die CO₂-Reduktion werden auf 165 CHF/t CO₂ im Inland bzw. 21 CHF/t CO₂ im Ausland geschätzt.

EU ETS (Emission Trading Scheme der EU)

Die Europäische Union hat am 1. Januar 2005 das Europäische Emissionshandelssystem (EU Emission Trading Scheme, EU ETS) lanciert. Es ist das erste internationale System zum Austausch von Emissionsrechten. Die Produktionsanlagen einiger Sektoren erhalten unter dem EU ETS die Berechtigung, die ihnen im Rahmen der nationalen Allokationspläne (NAP) vorgängig durch die Regierung ihres Landes zugewiesene Emissionsmenge zu emittieren. Die Zuweisung erfolgt gratis und auf Basis der vergangenen Emissionen („Grandfathering“). Wenn weniger emittiert wird als die erlaubte Menge, kann die Differenz auf dem Zertifikatmarkt verkauft werden. Wenn die Emissionen die zugewiesene Menge überschreiten, muss die Produktionsanlage Emissionsrechte zukaufen, um den Überschuss zu kompensieren. Das EU ETS deckt mehr als 10'000 Anlagen ab, die jährlich über ihre Emissionen Bericht erstatten müssen.

Unter das EU ETS fallen über 40% der gesamten THG-Emissionen (vgl. Tabelle 8-15), also deutlich mehr als im Schweizer Emissionshandelssystem, welche nur 6% der THG-Emissionen erfasst. Dies ist einerseits auf die weniger energieintensive Industrie in der Schweiz und andererseits auf die weitgehend noch CO₂-freie Stromproduktion der Schweiz zurückzuführen.

JI (Joint Implementation) / CDM (Clean Development Mechanism)

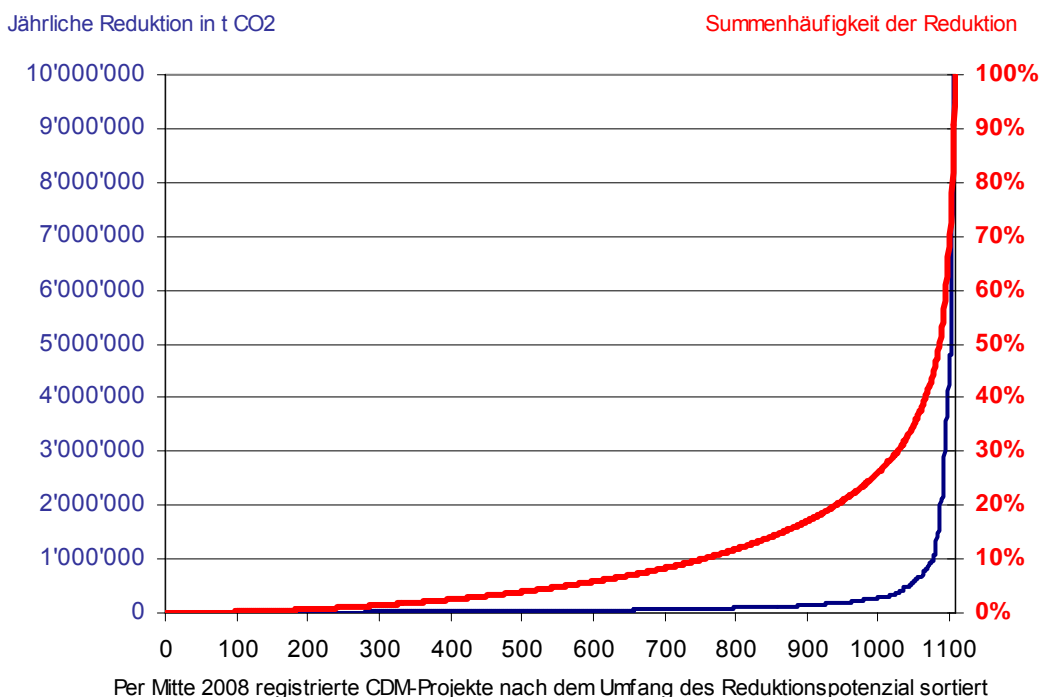
Die im Kyoto-Protokoll definierten flexiblen Mechanismen Clean Development Mechanism (CDM) und Joint Implementation (JI) sind projektbasierte Massnahmen. Vor allem Emissionsreduktionsprojekte in Entwicklungsländern (CDM) haben sich in den letzten Jahren stark entwickelt. Bereits über 1100 Projekte wurden bis Mitte 2008 beim CDM-Exekutivrat registriert.¹² Mit diesen sollen jährlich rund 220 Mio. Tonnen CO₂ kompensiert werden. Über 70% der registrierten Projekte haben eine jährliche Minderung von unter 1 Mio. t CO₂; 10% der

¹¹ Stiftung Klimarappen (2008), Jahresbericht 2007.

¹² Vgl. CDM Executive Board, <http://cdm.unfccc.int/Projects/projsearch.html>.

registrierten Projekte sind für 74% der Reduktion verantwortlich (vgl. Grafik 2-5). Das Angebot von Zertifikaten stammt zum grössten Teil aus den Ländern China, Indien und Brasilien. Die Nachfrage stammt hauptsächlich (über 75%) aus den EU-Mitgliedstaaten (Regierungen und Privatwirtschaft). Per Ende 2012 wird durch registrierte Projekte eine Reduktion durch CDM von 1.3 Mrd. t CO₂ erwartet.

Grafik 2-5: Registrierte CDM-Projekte per Mitte 2008 und ihr Reduktionspotenzial



Der CDM-Mechanismus verursacht sogenannte Transaktionskosten, dies sind Suchkosten, Verhandlungskosten, Genehmigungskosten, Monitoring-Kosten, Durchsetzungskosten und Versicherungskosten. Die Abschätzungen zu den Transaktionskosten gehen weit auseinander. Ein gemeinsamer Nenner ist, dass die grossen Projekte pro eingesparter t CO₂ deutlich tiefere Transaktionskosten aufweisen als kleinere Projekte: Im Unternehmensleitfaden des Fraunhofer-Instituts für Systemtechnik und Innovationsforschung (2005) wird u.a. auf eine Abschätzung von Michaelowa, Stronzik, Eckermann (2002) verwiesen, die für sehr grosse Projekte (> 200'000 t CO₂/Jahr) mit Transaktionskosten von 0.1 Euro/t CO₂, für grosse (20'000 bis 200'000 t CO₂/Jahr) mit 1 Euro/t CO₂ und für kleinere Projekte mit Transaktionskosten von über 10 Euro/t CO₂ rechnen. Der Prototype Carbon Fund schätzt – gemäss Unternehmensleitfaden des Fraunhofer-Instituts – die Transaktionskosten auf durchschnittlich 265'000 US\$ pro Projekt. Wendet man diesen Wert auf die bereits registrierten 1108 Projekte an, so kommt man auf durchschnittliche Transaktionskosten von 0.15 US\$/t CO₂.

Eine Studie des Hamburgischen Welt-Wirtschafts-Archivs (2004) berechnet für 15 CDM-Projekte in Indien Transaktionskosten zwischen 0.06 bis 0.47 US\$/t CO₂. Für das finnische CDM/JI-Pilotprogramm beziffern Ahonen, Hämekoski (2005) die Transaktionskosten auf 19'000 bis 121'000 Euro pro Projekt bzw. 0.22 bis 3.38 Euro/t CO₂. Aus diesem finnischen Pilotprogramm schätzen sie für kleinere CDM-Projekte Transaktionskosten von 62'000 bis 303'000 Euro pro Projekt.

Joint Implementation (**JI**): Emissionsreduktionsprojekte in einem anderen Industrie- oder Transitionsland können erst ab 2008 Zertifikate generieren. Im Rahmen dieser Studie gehen wir vereinfachend davon aus, dass die Joint Implementation durch das internationale Emissionshandelssystem abgelöst wird.

3 Szenarien der Schweizer Post-Kyoto-Politik

Nachfolgend werden die Szenarien mit ihren wesentlichsten Annahmen vorgestellt:

- Basisszenario BAU (Kapitel 3.1)
- Szenario «Klimalenkungsabgabe» (Kapitel 3.2)
- Szenario «klimaneutrale Schweiz» (Kapitel 3.3)

Die wichtigsten Annahmen zu den Szenarien werden überblicksartig im Kapitel 3.4 vorgestellt. In den Szenarien werden für vier verschiedene Regionen (Ländergruppen) unterschiedliche Entwicklungen bzw. Ziele unterstellt. Es werden folgende vier Regionen unterschieden¹³:

- Schweiz
- EU-27
- Sonstige Industrieländer (inkl. Transitionsländer)
- Entwicklungsländer (inkl. Schwellenländer)

3.1 Basisszenario «BAU»

Das Basisszenario stellt die Entwicklung ohne zusätzliche, klimapolitische Massnahmen dar. Die internationale Rahmenentwicklung basiert auf dem International Energy Outlook¹⁴, diejenige der Schweiz wurde von den Energieperspektiven 2035 des Bundesamts für Energie¹⁵ übernommen, wobei die aktuelle Entwicklung bzgl. der Ölpreise und der Bevölkerungsprognosen berücksichtigt wurden.

Bevölkerungsentwicklung¹⁶

Die Annahmen zur Entwicklung der Bevölkerung basieren auf den World Population Prospects der Vereinten Nationen.¹⁷ Gemäss dem Referenzszenario wächst die Weltbevölkerung zwischen 2005-2020 mit 1.1% pro Jahr (vgl. Tabelle 3-1). Das Wachstum konzentriert sich dabei hauptsächlich auf die Entwicklungsländer (vgl. dazu Grafik 3-2). Für die EU wird in diesen Bevölkerungsszenarien mit 0.1% pro Jahr (durchschnittlich in der Periode 2005 bis 2020) das geringste Bevölkerungswachstum prognostiziert.

¹³ Für die genaue Zuteilung der einzelnen Länder auf die vier Regionen vgl. Tabelle 8-1.

¹⁴ Energy Information Administration, Office of Integrated Analysis and Forecasting, U.S. Department of Energy (2008): International Energy Outlook 2008, Washington, D.C.

¹⁵ Vgl. Bundesamt für Energie (2007), Die Energieperspektiven 2035 – Band 1, Synthesebericht, Bern.

¹⁶ Die detaillierten Zahlen sind im Anhang unter Tabelle 8-5 zu finden.

¹⁷ United Nations (2008), World Population Prospects: The 2006 Revision. <http://esa.un.org/unpp/>.

Für die Schweiz wurde das aktuellste mittlere Szenario (A-00-2008) des Bundesamts für Statistik unterstellt.¹⁸ Dieses rechnet mit einem Bevölkerungswachstum von 7.5 Mio. Einwohner (Jahr 2005) auf 8.1 (2020) bis auf maximal 8.3 (2040). Danach sinkt die Bevölkerungszahl auf 8.2 Mio. Einwohner im Jahr 2050.

Ölpreis

Als langfristiger Ölpreis wurde 100\$/Fass (Preise Mai 2008) unterstellt, was etwa 62\$/Fass zu Wechselkursen im Jahr 2000 entspricht.

BIP-Wachstum

Bezüglich des BIP-Wachstums unterscheiden wir drei verschiedene Szenarien, die sich in den BIP-Wachstumsraten unterscheiden. Wir unterstellen in allen drei BAU-Szenarien dieselbe Wachstumsrate für die Schweiz und variieren einzig die Wachstumsrate für die übrigen Länder:

- **Basisszenario «BAU – tiefes Wachstum»:** kombiniert die relativ moderaten Wachstumsannahmen für die Schweiz mit ebenso moderaten Wachstumsraten für die übrigen Länder.
- **Basisszenario «BAU – hohes Wachstum»:** kombiniert die relativ moderaten Wachstumsannahmen für die Schweiz mit hohen Wachstumsraten für die übrigen Länder.
- **Basisszenario «BAU – sehr hohes Wachstum»:** kombiniert die relativ moderaten Wachstumsannahmen für die Schweiz mit sehr hohen Wachstumsraten für die übrigen Länder.

Diese drei BAU-Szenarien werden nachfolgend kurz vorgestellt.

3.1.1 Basisszenario «BAU – tiefes Wachstum»

Dieses BAU-Szenario kombiniert die moderaten Wachstumsannahmen der Schweiz mit ebenso moderaten Wachstumsraten für die übrigen Länder.

BIP-Wachstum¹⁹

Für das BIP-Wachstum der Schweiz wurden für die Jahre 2006 und 2007 die beobachtete Entwicklung unterstellt und für die Jahre 2008 und 2009 die aktuellsten Konjunkturprognosen des seco.²⁰ Für die Jahre ab 2010 wurden die BIP-Wachstums-Perspektiven des seco unterstellt.²¹

¹⁸ BFS (2008), www.bfs.admin.ch, Entwicklung gemäss A-00-2008 vgl. Tabelle 3-1.

¹⁹ Die detaillierten Zahlen sind im Anhang unter Tabelle 8-6 und Tabelle 8-7 zu finden.

²⁰ seco (2008), Konjunkturtendenzen und Prognosen der Expertengruppe Konjunkturprognosen des Bundes - Sommer 2008. Bern. Medienmitteilung vom 23.6.2008.

²¹ seco (2008), internes Dokument übermittelt von Marc Surchat, korrigiert um das leicht höher liegende Bevölkerungsszenario AA-00-2008.

Für das BIP-Wachstum der restlichen Regionen wurde das „Low Growth“-Szenario des International Energy Outlooks²² unterstellt. Dieses liegt bis 2020 rund 0.4 Wachstumsprozente unter dem Referenzszenario. Die Wahl des „Low Growth“-Szenario lässt sich damit begründen, dass für die Schweiz in ihrem Referenzszenario im internationalen Vergleich deutlich tiefere Wachstumsraten unterstellt wurden. Das Referenzszenario für die Schweiz und das „Low Growth“-Szenario für die restlichen Regionen zeigen eine in sich konsistente Rahmenentwicklung: Das Pro-Kopf-Wachstum liegt dabei in der Schweiz immer noch rund 0.6% unter dem Wachstum der EU-27 (vgl. Tabelle 3-1). Ein deutlich höheres Pro-Kopf-Wachstum wird für die Entwicklungsländer angenommen. Global wird bis 2020 von einem Pro-Kopf-Wachstum des BIPs von 1.5% ausgegangen, was – zusammen mit der Bevölkerungsentwicklung – ein jährliches BIP-Wachstum von 2.6% in den Jahren 2005 bis 2020 ergibt. Weiter wird unterstellt, dass das BIP-Wachstum ab 2020 leicht zurückgeht.

THG-Emissionen²³

Der Pfad für die *energiebedingten Schweizer CO₂-Emissionen* wurde auf Basis der Energieperspektiven festgelegt (Szenario I, also ohne weitere Massnahmen und ohne CO₂-Abgabe, vgl. dazu Kapitel 8.2). In Abweichung zu den Energieperspektiven wurde das Basisszenario auf die neue Bevölkerungsentwicklung und auf einen Ölpreis von 100\$ pro Fass (zu heutigen Wechselkursen) angepasst.

Für die *energiebedingten CO₂-Emissionen aus den anderen Regionen* wurde auf eine Kombination aus den Szenarien „Low Growth“ und „High Price“ (Ölpreis von real knapp 100\$/Fass) aus dem aktuellsten International Energy Outlook²⁴ zurück gegriffen. Da der International Energy Outlook nur Szenarien mit einem Zeithorizont bis 2030 liefert, wurde für die Periode 2030 bis 2050 eigene Schätzungen vorgenommen: Für alle Industrieländer (inkl. EU-27 und die Schweiz) wurde mit einer weiteren Abnahme der jährlichen pro-Kopf-CO₂-Emissionen von -0.2% gerechnet. Für die Entwicklungsländer wurde eine Zunahme von +0.4% pro Jahr unterstellt.

Für die *restlichen Treibhausgasemissionen* wurde bei den Industrieländern (inkl. EU-27 und Schweiz) eine Abnahme der jährlichen pro-Kopf-Emissionen von -1.0% unterstellt. Diese Abnahme entspricht nicht mehr ganz der im Zeitraum 1990-2005 erreichten Abnahme von -1.5%/Jahr. Für die Entwicklungsländer wurde eine geringere Abnahme von -0.3% unterstellt, was der Abnahme für den Zeitraum 1990 bis 2020 entspricht. Mit diesen Annahmen wird eine

²² Energy Information Administration, Office of Integrated Analysis and Forecasting, U.S. Department of Energy (2008): International Energy Outlook 2008, Washington, D.C.

²³ Die detaillierten Zahlen sind im Anhang unter Tabelle 8-8 bis Tabelle 8-13 zu finden.

²⁴ Energy Information Administration, Office of Integrated Analysis and Forecasting, U.S. Department of Energy (2008): International Energy Outlook 2008, Washington, D.C.

Entwicklung der restlichen (nicht energiebedingten) Treibhausgase erreicht, wie sie das IPCC in etwa erwartet (für den Median aller errechneten Szenarien).²⁵

Unter diesen Annahmen ist weiterhin mit einem Wachstum der *gesamten Treibhausgasemissionen* bis 2020 von +1.0% pro Jahr zu rechnen (vgl. Tabelle 3-1). Während die Industrieländer mit einer leichten Abnahme bzw. Stagnation der THG-Emissionen bis 2020 rechnen können (-0.3% bis 0.0% pro Jahr), werden die Emissionen der Entwicklungsländer noch stark zunehmen, nämlich bis 2020 noch 1.8% pro Jahr. Dies ist eine geringere Zunahme im Vergleich zu älteren Perspektiven und Prognosen und ist auf die Annahme eines hohen Ölpreises gekoppelt mit eher tiefem Wirtschaftswachstum zurückzuführen. Weltweit werden die THG-Emissionen bis 2020 (2050) gegenüber dem Jahr 2005 noch um +16% (+35%) zunehmen, diejenigen der Entwicklungsländer um +31% (+71%) (vgl. Grafik 3-2). Diese Entwicklung liegt am unteren Ende der Bandbreiten, welche das IPCC und die Studien zur EU-Klimapolitik²⁶ einschätzen. Dies ist einerseits die Folge des höheren Ölpreises, aber auch der tieferen BIP-Wachstumsraten, welche etwa 0.5% tiefer liegen als in den bisherigen Referenzentwicklungen dieser Studien.

Die *THG-Emissionen pro Kopf* bleiben unter den obigen Annahmen global in der Grössenordnung von 6 Tonnen CO₂eq/Kopf (vgl. Grafik 3-1). Die Pro-Kopf-Emissionen werden für die Industrieländer (inkl. EU-27 und Schweiz) „im Gleichschritt“ weiter abnehmen, wobei die Schweiz auf einem deutlich tieferen Niveau liegt als die restlichen Industrieländer. Die Entwicklungsländer werden bis 2010 noch mit stark steigenden Pro-Kopf-Emissionen konfrontiert sein, erst danach wird sich das Wachstum der Pro-Kopf-Emissionen stabilisieren.

Weiter wird damit gerechnet, dass die globalen energiebedingten Treibhausgasemissionen leicht stärker wachsen als die restlichen Treibhausgasemissionen (vgl. Tabelle 3-1).

²⁵ Vgl. IPCC (2007), Climate Change 2007: Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Technical Summary. Seite 29.

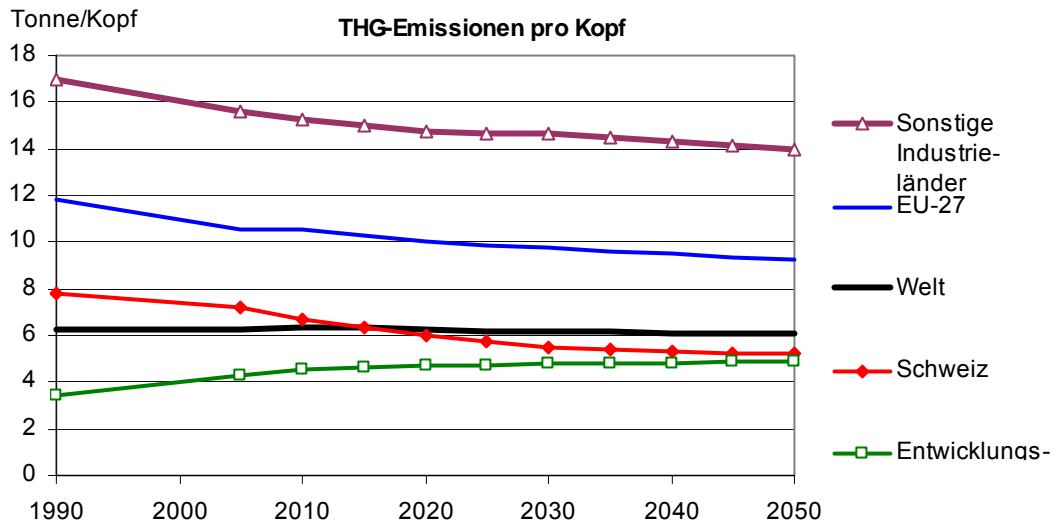
²⁶ Criqui P. et al. (2003), Greenhouse Gas Reduction Pathways in the UNFCCC Process up to 2025, Technical Report, Study contracted for the DG Environment.

Russ P., Ciscar J.C., Szabó L. (2005), Analysis of Post-2012 Climate Policy Scenarios with Limited Participation, Study conducted by the European Commission DG Joint Research Centre (JRC)/ Institute for Prospective Technological Studies (ipts), <http://www.jrc.es>.

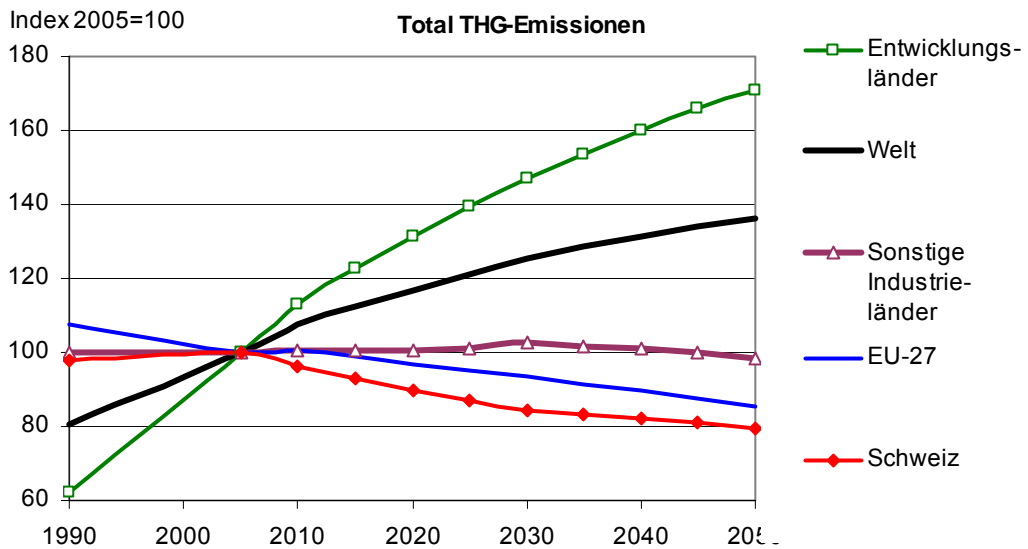
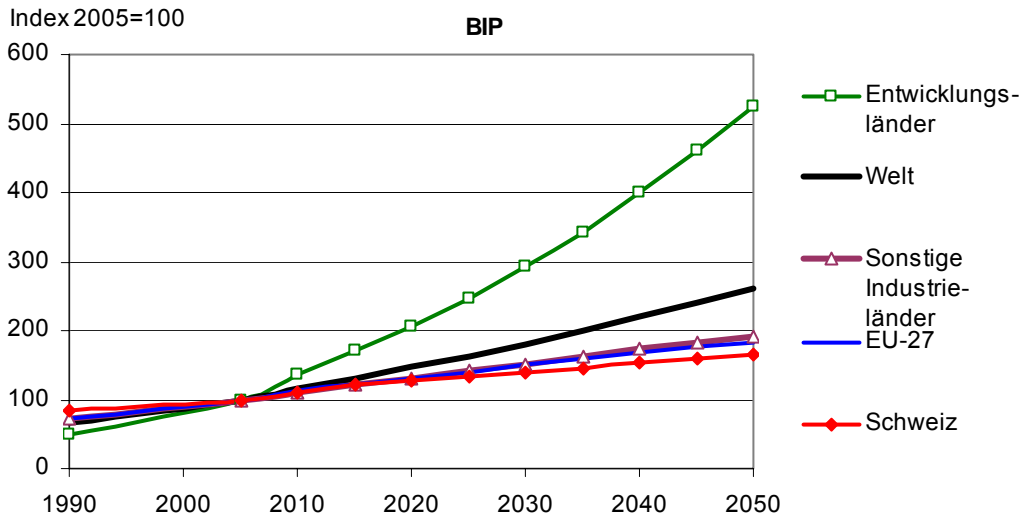
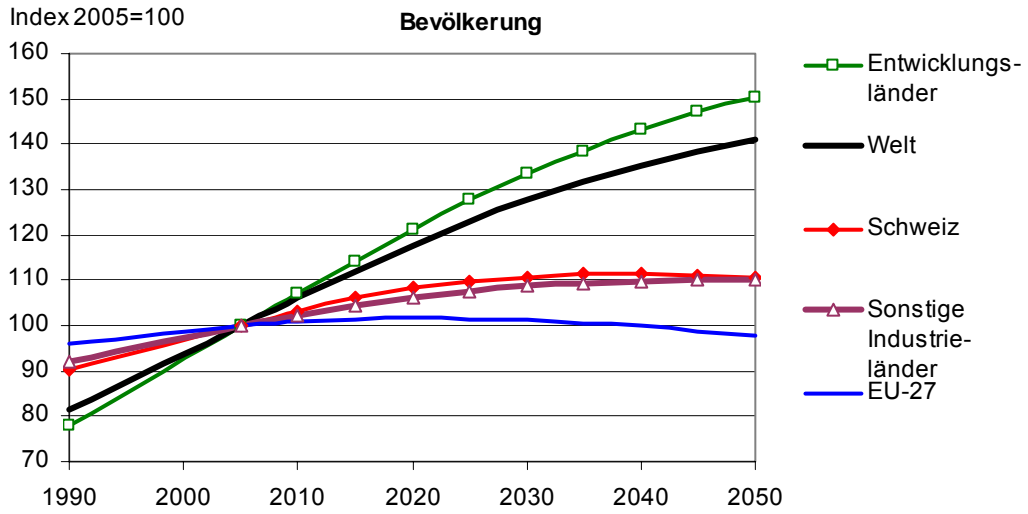
Russ P., Wiesenthal T., van Regemorter D., Ciscar J.C. (2007), Global Climate Policy Scenarios for 2030 and beyond, Analysis of Greenhouse Gas Emission Reduction Pathway Scenarios with the POLES and GEM-E3 models, Study conducted by the European Commission DG Joint Research Centre (JRC), JRC 41526, <http://ec.europa.eu/>.

Tabelle 3-1: Annahmen zur langfristigen Entwicklung «BAU – tiefes Wachstum»

		Schweiz	EU-27	Industrie- länder	Entwicklungs- länder	Welt
Bevölkerung	2005	7.5	490.4	864.9	5'152.0	6'514.8
[Millionen]	2020	8.1	498.4	919.3	6'241.6	7'667.3
	2050	8.2	479.5	951.0	7'752.4	9'191.1
BIP/Kopf	2005	49'059	27'376	23'838	1'825	6'725
[US\$2005]	2020	58'095	35'237	29'505	3'116	8'426
	2050	73'538	51'043	41'769	6'356	12'412
BIP	2005	366	13'426	20'617	9'404	43'812
[Mrd. US\$2005]	2020	469	17'562	27'122	19'452	64'605
	2050	606	24'473	39'720	49'276	114'076
THG-Emissionen	2005	53.8	5'177	13'480	22'275	40'986
[Mio t CO ₂ eq]	2020	48.3	5'011	13'589	29'205	47'853
	2050	42.8	4'425	13'274	38'078	55'821
Energiebedingte CO₂-Emissionen	2005	44.3	4'130	11'271	12'605	28'051
[Mio t CO ₂ eq]	2020	38.9	4'039	11'444	18'006	33'528
	2050	34.8	3'645	11'422	25'367	40'469
Ölpreis	2010-2050	zu Preisen Mai 2008 100\$/Fass				
		Schweiz	EU-27	Industrie- länder	Entwicklungs- länder	Welt
		Jährliche Wachstumsraten				
Bevölkerung	<i>2005-2020</i>	0.5%	0.1%	0.4%	1.3%	1.1%
	<i>2020-2050</i>	0.1%	-0.1%	0.1%	0.7%	0.6%
	2005-2050	0.2%	-0.1%	0.2%	0.9%	0.8%
BIP/Kopf	<i>2005-2020</i>	1.1%	1.7%	1.4%	3.6%	1.5%
	<i>2020-2050</i>	0.8%	1.2%	1.2%	2.4%	1.3%
	2005-2050	0.9%	1.4%	1.3%	2.8%	1.4%
BIP	<i>2005-2020</i>	1.7%	1.8%	1.8%	5.0%	2.6%
	<i>2020-2050</i>	0.9%	1.1%	1.3%	3.1%	1.9%
	2005-2050	1.1%	1.3%	1.5%	3.7%	2.1%
THG-Emissionen	<i>2005-2020</i>	-0.7%	-0.2%	0.1%	1.8%	1.0%
	<i>2020-2050</i>	-0.4%	-0.4%	-0.1%	0.9%	0.5%
	2005-2050	-0.5%	-0.3%	0.0%	1.2%	0.7%
Energiebedingte CO₂-Emissionen	<i>2005-2020</i>	-0.9%	-0.1%	0.1%	2.4%	1.2%
	<i>2020-2050</i>	-0.4%	-0.3%	0.0%	1.1%	0.6%
	2005-2050	-0.5%	-0.3%	0.0%	1.6%	0.8%

Grafik 3-1: THG-Emissionen pro Kopf im Basisszenario «BAU – tiefes Wachstum»

Grafik 3-2: Entwicklung von Bevölkerung, BIP und THG-Emissionen 1990 bis 2050 für «BAU – tiefes Wachstum»



3.1.2 Basisszenario «BAU – hohes Wachstum»

Dieses BAU-Szenario kombiniert die moderaten Wachstumsannahmen der Schweiz mit hohen Wachstumsraten für die übrigen Länder.

BIP-Wachstum

Für das BIP-Wachstum der Schweiz gelten dieselben Annahmen wie im Basisszenario «BAU – tiefes Wachstum».

Für das BIP-Wachstum der restlichen Regionen wurde das „Reference Growth“-Szenario des International Energy Outlooks²⁷ unterstellt. Dieses liegt bis 2020 um rund 0.4 Wachstumsprozente über dem „Low Growth“-Szenario, das dem «BAU – tiefes Wachstum» unterstellt wurde. Das Pro-Kopf-Wachstum liegt im Szenario «BAU – hohes Wachstum» in der Schweiz bis zum Jahre 2020 ganze 1.0% unter dem Wachstum der EU-27 (vgl. Tabelle 3-2). Ein deutlich höheres Pro-Kopf-Wachstum wird für die Entwicklungsländer angenommen. Global wird von einem Pro-Kopf-Wachstum des BIPs von 1.9% ausgegangen, was – zusammen mit der Bevölkerungsentwicklung – ein jährliches BIP-Wachstum von 3.0% in den Jahren 2005 bis 2020 ergibt. Weiter wird unterstellt, dass das BIP-Wachstum ab 2020 leicht zurückgeht.

THG-Emissionen

Für die THG-Emissionen der Schweiz gelten dieselben Annahmen wie im Basisszenario «BAU – tiefes Wachstum».

Für die *energiebedingten CO₂-Emissionen aus den anderen Regionen* wurde auf das Szenario „Reference Growth, High Price“ (Ölpreis von real knapp 100\$/Fass) aus dem aktuellsten International Energy Outlook²⁸ zurück gegriffen. Da der International Energy Outlook nur Szenarien mit einem Zeithorizont bis 2030 liefert, wurde für die Periode 2030 bis 2050 eigene Schätzungen (analog «BAU – tiefes Wachstum») vorgenommen. Für die *restlichen Treibhausgasemissionen* wurden ebenfalls analoge Annahmen zum «BAU – tiefes Wachstum» getroffen.

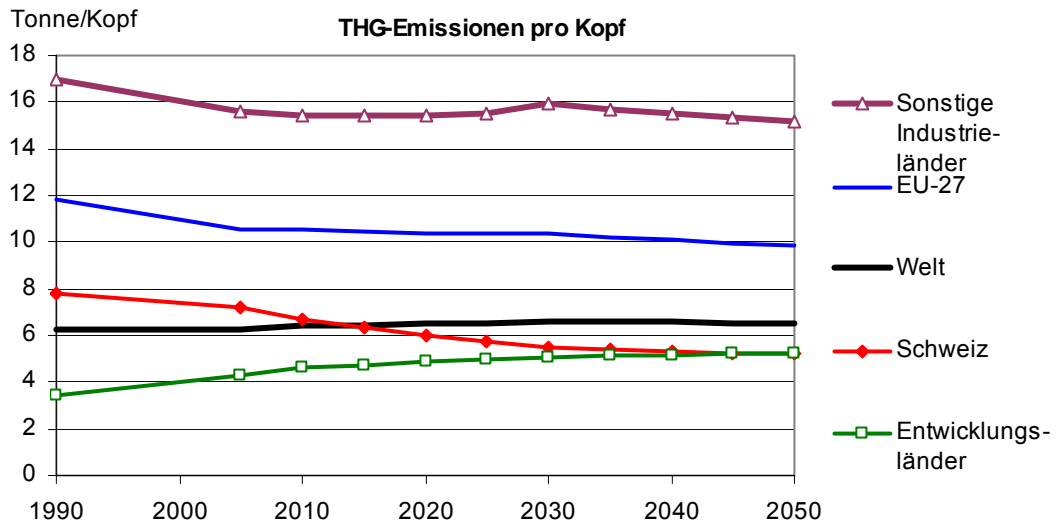
Unter diesen Annahmen ist bis 2020 mit einem Wachstum der *gesamten Treibhausgasemissionen* von +1.3% pro Jahr zu rechnen (vgl. Tabelle 3-2), was 0.3% höher liegt als im Szenario «BAU – tiefes Wachstum».

²⁷ Energy Information Administration, Office of Integrated Analysis and Forecasting, U.S. Department of Energy (2008): International Energy Outlook 2008, Washington, D.C.

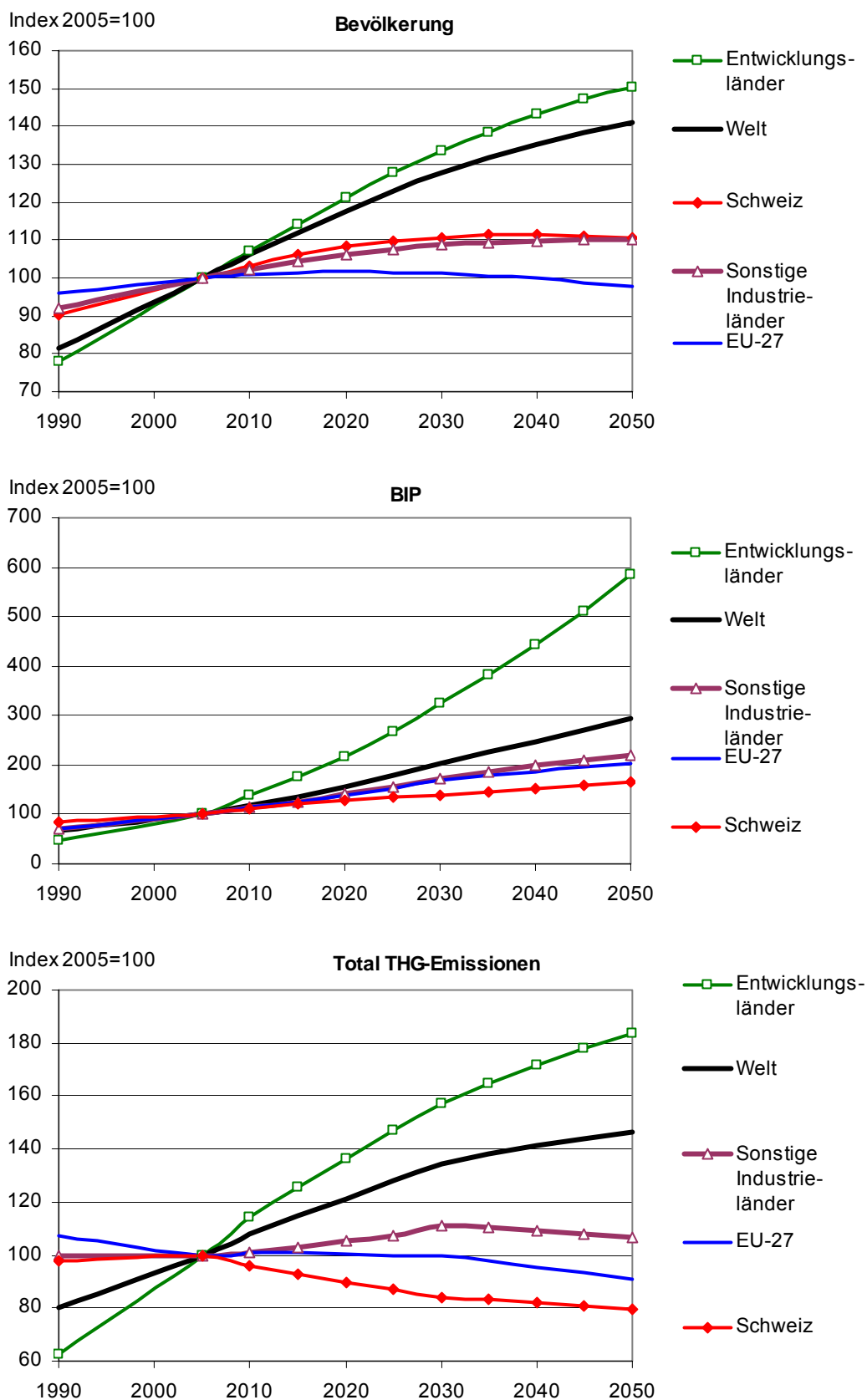
²⁸ Energy Information Administration, Office of Integrated Analysis and Forecasting, U.S. Department of Energy (2008): International Energy Outlook 2008, Washington, D.C.

Tabelle 3-2: Annahmen zur langfristigen Entwicklung «BAU - hohes Wachstum»

		Schweiz	EU-27	Industrie- länder	Entwicklungs- länder	Welt
Bevölkerung	2005	7.5	490.4	864.9	5'152.0	6'514.8
[Millionen]	2020	8.1	498.4	919.3	6'241.6	7'667.3
	2050	8.2	479.5	951.0	7'752.4	9'191.1
BIP/Kopf	2005	49'059	27'376	23'838	1'825	6'725
[US\$2005]	2020	58'095	37'200	31'634	3'271	8'935
	2050	73'538	56'943	47'902	7'076	13'961
BIP	2005	366	13'426	20'617	9'404	43'812
[Mrd. US\$2005]	2020	469	18'541	29'080	20'419	68'508
	2050	606	27'302	45'553	54'858	128'319
THG-Emissionen	2005	53.8	5'177	13'480	22'275	40'986
[Mio t CO ₂ eq]	2020	48.3	5'182	14'174	30'330	49'735
	2050	42.8	4'714	14'394	40'831	59'982
Energiebedingte	2005	44.3	4'130	11'271	12'605	28'051
CO₂-Emissionen	2020	38.9	4'210	12'030	19'131	35'409
[Mio t CO ₂ eq]	2050	34.8	3'934	12'542	28'120	44'630
zu Preisen Mai 2008						
Ölpreis	2010-2050	100\$/Fass				
		Schweiz	EU-27	Industrie- länder	Entwicklungs- länder	Welt
Jährliche Wachstumsraten						
Bevölkerung	2005-2020	0.5%	0.1%	0.4%	1.3%	1.1%
	2020-2050	0.1%	-0.1%	0.1%	0.7%	0.6%
	2005-2050	0.2%	-0.1%	0.2%	0.9%	0.8%
BIP/Kopf	2005-2020	1.1%	2.1%	1.9%	4.0%	1.9%
	2020-2050	0.8%	1.4%	1.4%	2.6%	1.5%
	2005-2050	0.9%	1.6%	1.6%	3.1%	1.6%
BIP	2005-2020	1.7%	2.2%	2.3%	5.3%	3.0%
	2020-2050	0.9%	1.3%	1.5%	3.3%	2.1%
	2005-2050	1.1%	1.6%	1.8%	4.0%	2.4%
THG-Emissionen	2005-2020	-0.7%	0.0%	0.3%	2.1%	1.3%
	2020-2050	-0.4%	-0.3%	0.1%	1.0%	0.6%
	2005-2050	-0.5%	-0.2%	0.1%	1.4%	0.8%
Energiebedingte	2005-2020	-0.9%	0.1%	0.4%	2.8%	1.6%
CO₂-Emissionen	2020-2050	-0.4%	-0.2%	0.1%	1.3%	0.8%
	2005-2050	-0.5%	-0.1%	0.2%	1.8%	1.0%

Grafik 3-3: THG-Emissionen pro Kopf im Basisszenario «BAU – hohes Wachstum»

Grafik 3-4: Entwicklung von Bevölkerung, BIP und THG-Emissionen 1990 bis 2050 für «BAU – hohes Wachstum»



3.1.3 Basisszenario «BAU – sehr hohes Wachstum»

Dieses BAU-Szenario kombiniert die moderaten Wachstumsannahmen der Schweiz mit hohen Wachstumsraten für die übrigen Länder.

BIP-Wachstum

Für das BIP-Wachstum der Schweiz gelten dieselben Annahmen wie im Basisszenario «BAU – tiefes Wachstum».

Für das BIP-Wachstum der restlichen Regionen wurde das „High Growth“-Szenario des International Energy Outlooks²⁹ unterstellt. Dieses liegt bis 2020 um rund 0.9 Wachstumsprozente über dem „Low Growth“-Szenario, das dem «BAU – tiefes Wachstum» unterstellt wurde. Das Pro-Kopf-Wachstum liegt im Szenario «BAU – hohes Wachstum» in der Schweiz bis zum Jahre 2020 ganze 1.5% unter dem Wachstum der EU-27 (vgl. Tabelle 3-1). Ein deutlich höheres Pro-Kopf-Wachstum wird für die Entwicklungsländer angenommen. Global wird von einem Pro-Kopf-Wachstum des BIPs von 2.4% ausgegangen, was – zusammen mit der Bevölkerungsentwicklung – ein jährliches BIP-Wachstum von 3.5% in den Jahren 2005 bis 2020 ergibt. Weiter wird unterstellt, dass das BIP-Wachstum ab 2020 leicht zurückgeht.

THG-Emissionen

Für die THG-Emissionen der Schweiz gelten dieselben Annahmen wie im Basisszenario «BAU – tiefes Wachstum».

Für die *energiebedingten CO₂-Emissionen aus den anderen Regionen* wurde auf eine Kombination der Szenarien „High Growth“ und „High Price“ (Ölpreis von real knapp 100\$/Fass) aus dem aktuellsten International Energy Outlook³⁰ zurück gegriffen. Da der International Energy Outlook nur Szenarien mit einem Zeithorizont bis 2030 liefert, wurde für die Periode 2030 bis 2050 eigene Schätzungen (analog «BAU – tiefes Wachstum») vorgenommen. Für die *restlichen Treibhausgasemissionen* wurden ebenfalls analoge Annahmen zum «BAU – tiefes Wachstum» getroffen.

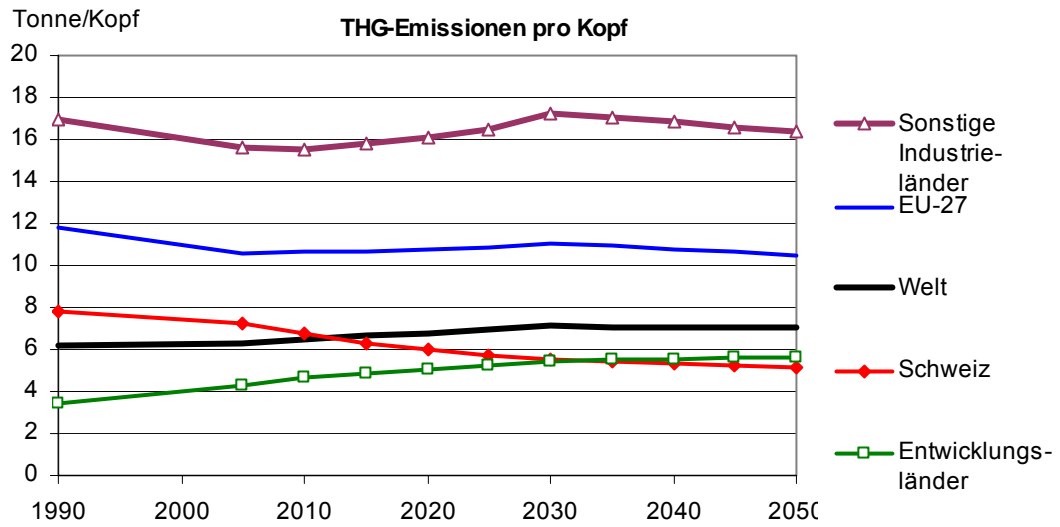
Unter diesen Annahmen ist bis 2020 mit einem Wachstum der *gesamten Treibhausgasemissionen* von +1.5% pro Jahr zu rechnen (vgl. Tabelle 3-1), was 0.5% höher liegt als im Szenario «BAU – tiefes Wachstum».

²⁹ Energy Information Administration, Office of Integrated Analysis and Forecasting, U.S. Department of Energy (2008): International Energy Outlook 2008, Washington, D.C.

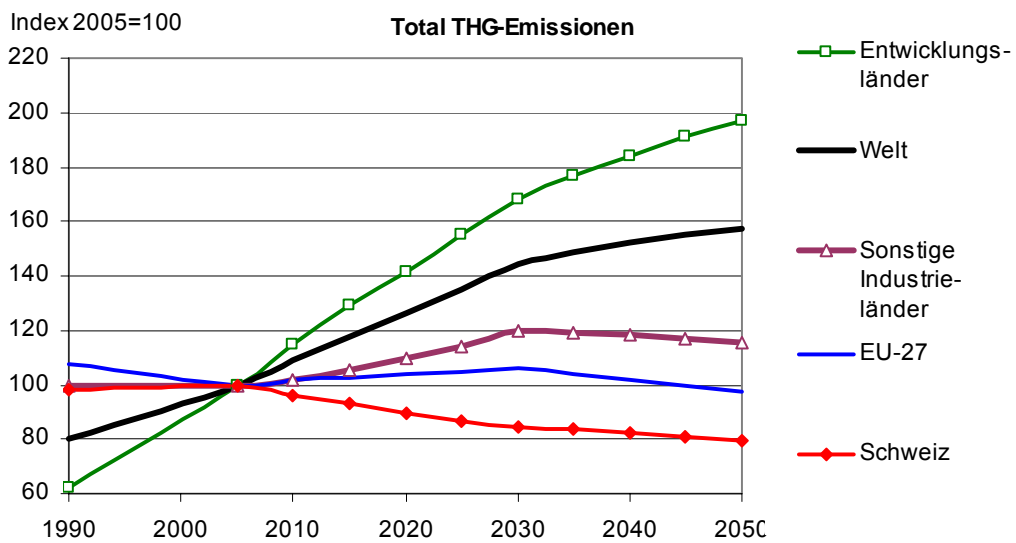
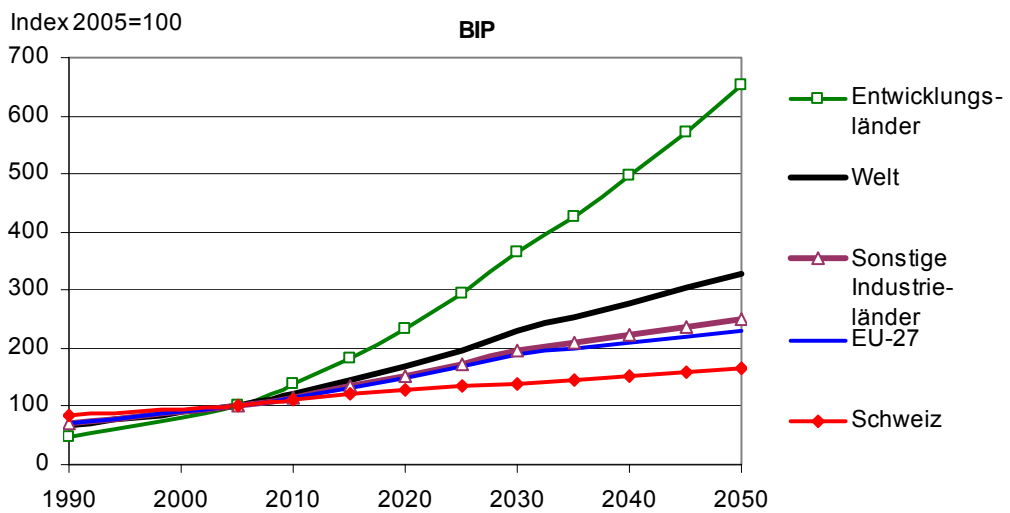
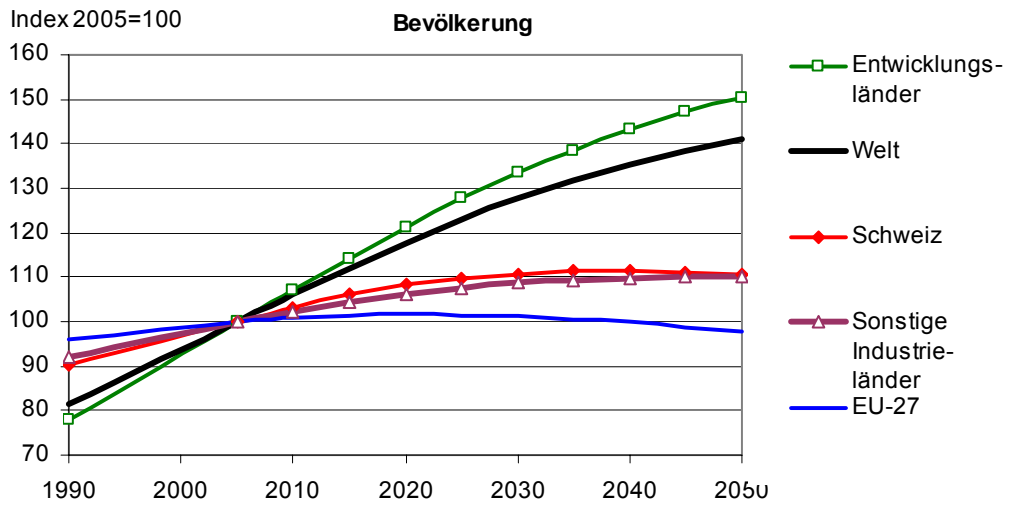
³⁰ Energy Information Administration, Office of Integrated Analysis and Forecasting, U.S. Department of Energy (2008): International Energy Outlook 2008, Washington, D.C.

Tabelle 3-3: Annahmen zur langfristigen Entwicklung «BAU – sehr hohes Wachstum»

		Schweiz	EU-27	Industrie- länder	Entwicklungs- länder	Welt
Bevölkerung	2005	7.5	490.4	864.9	5'152.0	6'514.8
[Millionen]	2020	8.1	498.4	919.3	6'241.6	7'667.3
	2050	8.2	479.5	951.0	7'752.4	9'191.1
BIP/Kopf	2005	49'059	27'376	23'838	1'825	6'725
[US\$2005]	2020	58'095	40'013	34'128	3'526	9'624
	2050	73'538	63'927	54'126	7'916	15'678
BIP	2005	366	13'426	20'617	9'404	43'812
[Mrd. US\$2005]	2020	469	19'943	31'372	22'006	73'791
	2050	606	30'651	51'472	61'369	144'098
THG-Emissionen	2005	53.8	5'177	13'480	22'275	40'986
[Mio t CO ₂ eq]	2020	48.3	5'364	14'806	31'537	51'756
	2050	42.8	5'031	15'594	43'907	64'574
Energiebedingte CO₂-Emissionen	2005	44.3	4'130	11'271	12'605	28'051
[Mio t CO ₂ eq]	2020	38.9	4'393	12'661	20'338	37'431
	2050	34.8	4'250	13'741	31'196	49'222
zu Preisen Mai 2008						
Ölpreis	2010-2050	100\$/Fass				
		Schweiz	EU-27	Industrie- länder	Entwicklungs- länder	Welt
Jährliche Wachstumsraten						
Bevölkerung	2005-2020	0.5%	0.1%	0.4%	1.3%	1.1%
	2020-2050	0.1%	-0.1%	0.1%	0.7%	0.6%
	2005-2050	0.2%	-0.1%	0.2%	0.9%	0.8%
BIP/Kopf	2005-2020	1.1%	2.6%	2.4%	4.5%	2.4%
	2020-2050	0.8%	1.6%	1.5%	2.7%	1.6%
	2005-2050	0.9%	1.9%	1.8%	3.3%	1.9%
BIP	2005-2020	1.7%	2.7%	2.8%	5.8%	3.5%
	2020-2050	0.9%	1.4%	1.7%	3.5%	2.3%
	2005-2050	1.1%	1.9%	2.1%	4.3%	2.7%
THG-Emissionen	2005-2020	-0.7%	0.2%	0.6%	2.3%	1.6%
	2020-2050	-0.4%	-0.2%	0.2%	1.1%	0.7%
	2005-2050	-0.5%	-0.1%	0.3%	1.5%	1.0%
Energiebedingte CO₂-Emissionen	2005-2020	-0.9%	0.4%	0.8%	3.2%	1.9%
	2020-2050	-0.4%	-0.1%	0.3%	1.4%	0.9%
	2005-2050	-0.5%	0.1%	0.4%	2.0%	1.3%

Grafik 3-5: THG-Emissionen pro Kopf im Basisszenario «BAU – sehr hohes Wachstum»

Grafik 3-6: Entwicklung von Bevölkerung, BIP und THG-Emissionen 1990 bis 2050 für «BAU – sehr hohes Wachstum»



3.2 Szenario «Klimalenkungsabgabe»

Das Szenario «Klimalenkungsabgabe» orientiert sich für die Schweiz an der Post-Kyoto-Politik der Europäischen Kommission.³¹ Ziel dieser Politik ist es, die Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre auf einem Niveau zu stabilisieren, auf dem eine gefährliche anthropogene Beeinträchtigung des Klimasystems verhindert wird. Dieses Ziel kann erreicht werden, wenn die globale Oberflächentemperatur im Jahresmittel insgesamt höchstens um 2 Grad Celsius über dem vorindustriellen Niveau liegt.³² Gemäss IPCC bedeutet dies, dass eine CO₂eq-Konzentration der Atmosphäre zwischen 445 und 490 ppm angestrebt werden müsste.³³ Der Peak der THG-Emissionen müsste dabei in den Jahren 2000 bis 2015 erreicht werden. Bis 2050 müssten die Treibhausgasemissionen weltweit um mindestens 50% gegenüber dem Niveau von 1990 reduziert werden.³⁴

Für die Operationalisierung dieses Szenarios sind verschiedenste Annahmen zum Zustandekommen eines internationalen Abkommens, zu den Minderungszielen und Instrumente nötig, die wir nachfolgend kurz ausführen. Bei den Minderungszielen wird zwischen dem insgesamt zu erreichenden Ziel (inkl. flexible Mechanismen) und dem Inlandziel (die mindestens im Inland zu reduzierenden THG-Emissionen) unterschieden. Es wird dabei davon ausgegangen, dass die flexiblen Mechanismen nur beschränkt eingesetzt werden, d.h. dass sich die Länder/Regionen immer eigene Inlandziele stecken und nur einen Teil der gesamten Minderung über Gutschriften aus Drittländern erreichen.

Nachfolgend werden die in dieser Studie unterstellten Annahmen für das Szenario «Klimalenkungsabgabe» vorgestellt:

a) Internationales Abkommen zur Reduktion der THG

Im Rahmen des Hauptszenarios «Klimalenkungsabgabe» wird davon ausgegangen, dass ein internationales Abkommen zur Reduktion der THG zustande kommt und sich die Ziele dieses internationalen Abkommens an der Erreichung einer maximalen Temperaturerhöhung von +2 Grad Celsius messen.

Mit einem Nebenszenario «Klimalenkungsabgabe ohne Abkommen» werden die wirtschaftlichen Auswirkungen abgeschätzt unter der Annahme, dass kein internationales Abkommen

³¹ Kommission der Europäischen Gemeinschaften (2008a), Vorschlag der Kommission der Europäischen Gemeinschaften für eine Entscheidung des Europäischen Parlaments und des Rates über die Anstrengungen der Mitgliedstaaten zur Reduktion ihrer Treibhausgasemissionen mit Blick auf die Erfüllung der Verpflichtungen der Gemeinschaften zur Reduktion der Treibhausgasemissionen bis 2020 vom 23.2.2008, KOM(2008) 17.

³² Der Anstieg des Meeresspiegels würde bei einem solchen Temperaturanstieg vom 0.4 bis maximal 1.4 Meter ansteigen.

³³ Das Konzentrationsmass bezieht sich auf alle Treibhausgase inkl. Aerosole, vgl. IPCC (2007), 4. Assessment Report, Synthesis Report, Table 5.1.

³⁴ Diese Einschätzung wurde von der Kommission der Europäischen Gemeinschaften mehrmals bekräftigt (bspw. KOM(2008) 17 oder KOM(2007) 2). Dieselbe Einschätzung teilt auch der Schweizer Bundesrat (vgl. Entscheid vom 20.2.2008).

zustande kommt, und die EU-27 sowie die Schweiz die einzigen Regionen sind, die bis 2020 ihre THG massgeblich reduzieren (vgl. dazu die Übersicht über die Szenarien im Kapitel 3.4).

b) Ziele der Schweiz

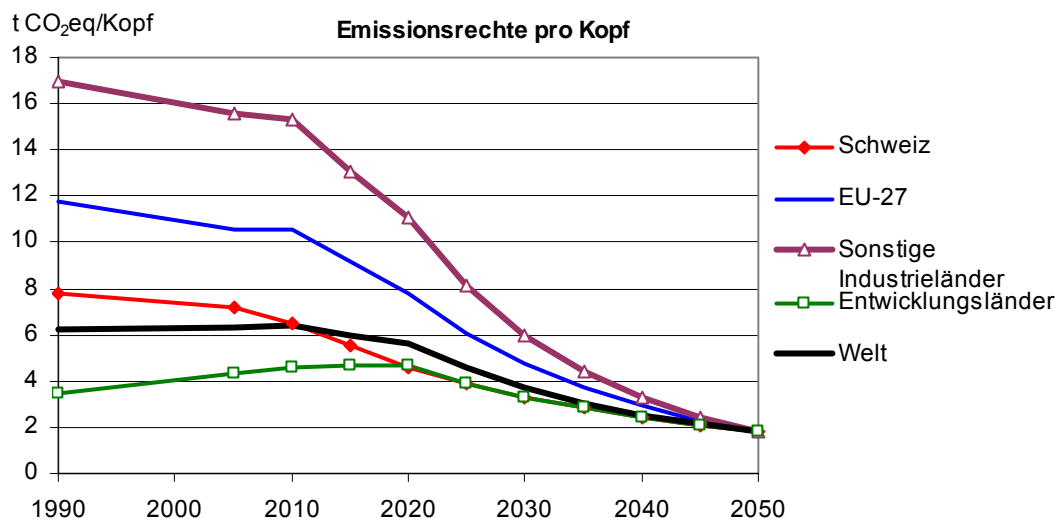
Die Schweiz leitet ihr eigenes Reduktionsziel aus der Klimakonvention ab, welche die Treibhausgaskonzentrationen auf einem ungefährlichen Niveau stabilisieren will. Um die Emissionen auf ein verträgliches Niveau zu senken, reduziert die Schweiz den Treibhausgasausstoss im Inland jährlich um -1,5 %. Ausgangspunkt für den Absenkpfad bildet das Reduktionsziel gemäss Kyoto-Protokoll für das Jahr 2010, das die Schweiz im Durchschnitt über die Jahre 2008 bis 2012 einhalten muss. Bei Einhaltung des Absenkpfad halbiert sich bis 2050 die Treibhausgasemissionen der Schweiz. Für das Jahr 2020 ergibt sich ein Zwischenwert von -20% gegenüber 1990 (vgl. Tabelle 3-4). Durch den Kauf von Zertifikaten kann die Schweiz zusätzlich eine Reduktion von -10% (also insgesamt -30% i.Vgl. zu 1990 oder -31% i.Vgl. zu 2005) bewirken.

Für die von der CO₂-Abgabe befreiten Unternehmen gilt für das Jahr 2020 ein Minderungsziel von mindestens -18% (-10% für Zementsektor und -20% für restliche Sektoren) i.Vgl. zur Verpflichtungsperiode 2008-2012, wovon -11.4% durch inländische Massnahmen reduziert werden müssen (vgl. Tabelle 8-16). Kommt ein internationales Abkommen zustande, so ändern sich die Zielvorgaben für die befreiten Unternehmen nicht.

Der nicht von der CO₂-Abgabe befreite Bereich muss ihre THG-Emissionen stärker reduzieren als die befreiten Unternehmen, nämlich um gut -32% mit einer Minderung im Inland von rund -22% i.Vgl. zum Jahr 2005 (vgl. Tabelle 8-16).

Die Ziele für das Jahr 2050 messen sich am globalen Ziel, die Emissionen um 50% gegenüber 1990 zu reduzieren. Dabei wird unterstellt, dass ab 2020 auch die Entwicklungsländer verbindlich einen «Contraction and Convergence»-Pfad verfolgen. Dieser «Contraction and Convergence»-Pfad geht davon aus, dass alle Länder die Pro-Kopf-Emissionen soweit senken, dass das Globalziel von -50% im Jahre 2050 (i.Vgl. zu 1990) erreicht werden kann.³⁵ Damit dieses Ziel erreicht wird, müssen die THG-Emissionen im Jahre 2050 auf 1.8 t CO₂eq/Kopf gesenkt werden (vgl. Grafik 3-7). Für die Schweiz bedeutet dies, dass neben der beabsichtigten Minderung im Inland (von -50% im Jahre 2050 im Vergleich zu 1990) zusätzlich Gutschriften bei Drittländern erworben werden müssen, um das Ziel von 1.8 t CO₂eq/Kopf zu erreichen.

³⁵ Für den «Contraction and Convergence»-Pfad werden zwischen 2020 und 2050 jährlich gleich bleibende Minderungsraten unterstellt.

Grafik 3-7: THG-Emissionsrechte pro Kopf für das Szenario «Klimalenkungsabgabe»**c) Ziele der EU-27**

Beim Zustandekommen eines internationalen Abkommens will die EU-27 ihre THG-Emissionen bis 2020 gegenüber 1990 um -30% und gegenüber 2005 um -25% reduzieren.³⁶

Für den *ETS-Bereich* wird ein Inlandziel gesetzt, das im Jahr 2020 eine Minderung von -12.4% i.Vgl. zu 2005 verlangt. Dieses Inlandziel entspricht der Annahme, dass die noch nicht eingesetzten, aber bereits erhaltenen Gutschriften aus Drittländern aus der Periode 2008-2012 eingesetzt werden können und zusätzlich 100% der Reduktion (gegenüber Fall ohne Abkommen) durch Gutschriften im Ausland gedeckt werden (detaillierte Berechnung und Herleitung vgl. Tabelle 8-17).

Für den *Nicht-ETS-Bereich* wird ein Inlandziel gesetzt, das im Jahr 2020 eine Minderung von -6.1% i.Vgl. zu 2005 verlangt. Dieses Inlandziel entspricht der Annahme, dass 3% der Nicht-ETS-Emissionen aus dem Jahr 2005 und zusätzlich 100% der Reduktion (gegenüber Fall ohne Abkommen) durch Gutschriften im Ausland gedeckt werden (detaillierte Berechnung und Herleitung vgl. Tabelle 8-17).

³⁶ Die EU-27 würde ohne Abkommen insgesamt um rund -14% gegenüber 2005 reduzieren. Der ETS-Bereich müsste rund -21% reduzieren und der Nicht-ETS-Bereich knapp -10% (vgl. Tabelle 8-15). Wird das Minderungsziel mit internationalem Abkommen von -14% auf -25% gegenüber 2005 erhöht (entspricht einer Zielverschärfung von -20% auf -30% im Vergleich zu 1990), so wird unterstellt, dass – gleich wie die Schweiz – die zusätzliche Minderung hoheitlich durch Gutschriften aus dem Ausland gedeckt werden kann.

Tabelle 3-4: Minderungsziele und Emissionsrechte im Szenario «Klimalenkungsabgabe» im Vergleich zu 1990, 2005 und dem Basisszenario «BAU»

	Minderung im Inland (Mindestziele im Inland)					Minderung Total (zugeteilte Emissionsrechte)				
	Reduktionsziele i.Vgl. zu BAU 2020					Reduktionsziele i.Vgl. zu BAU 2020				
	1990	2005	tiefes Wachstum	hohes Wachstum	sehr hohes Wachstum	1990	2005	tiefes Wachstum	hohes Wachstum	sehr hohes Wachstum
Ziele im Jahr 2020										
Schweiz	-20%	-21%	-12%	-12%	-12%	-30%	-31%	-23%	-23%	-23%
EU-27	-15%	-9%	-6%	-9%	-12%	-30%	-25%	-22%	-25%	-27%
Sonstige Industrieländer	-9%	-9%	-10%	-13%	-17%	-25%	-25%	-25%	-28%	-31%
Entwicklungsländer						110%	31%	0%	0%	0%
Welt						32%	6%	-9%	-13%	-16%

Tabelle 3-5: Emissionsrechte und maximal im Inland emittierte Treibhausgase für das Szenario «Klimalenkungsabgabe»

	THG-Emissionen					Inland (max. THG-Emissionen)	Total (zugeteilte Emissionsrechte)
	[Mio. t CO ₂ eq]					«Klimalenkungsabgabe»	
	1990	2005	«BAU» tiefes Wachstum 2020	«BAU» hohes Wachstum 2020	«BAU» sehr hohes Wachstum 2020		
Schweiz	52.8	53.8	48.3	48.3	48.3	42.4	36.9
EU-27	5'565	5'177	5'011	5'182	5'364	4'722	3'896
Sonstige Industrieländer	13'459	13'480	13'589	14'174	14'806	12'296	10'144
Entwicklungsländer	13'901	22'275	29'205	30'330	31'537		29'205
Welt	32'978	40'986	47'853	49'735	51'756		43'367

Wie für die Schweizer Zielsetzung orientiert sich die Zielsetzung der EU-27 für das Jahr 2050 am globalen Ziel, die Emissionen um 50% gegenüber 1990 zu reduzieren und für die Zielsetzung wird der gleiche «Contraction and Convergence»-Pfad (vgl. Grafik 3-7) unterstellt. Für den Anteil, der maximal aus dem Ausland bezogen werden kann, wird unterstellt, dass im Inland mindestens eine Reduktion von -50% anzustreben ist (vgl. Tabelle 8-17).

d) Ziele der sonstigen Industrieländer und der Entwicklungsländer

Für die sonstigen Industrieländer wird unterstellt, dass sie im Rahmen eines internationalen Abkommens für das Jahr 2020 dieselben Minderungsverpflichtungen im Vergleich zum Jahr 2005 eingehen wie die EU-27. Es gilt auch eine ähnliche Regelung für die Inlandziele. Die

Minderungsverpflichtungen nach dem Jahr 2020 bis 2050 werden wiederum aus dem «Contraction and Convergence»-Pfad abgeleitet.

Für die Entwicklungsländer wird angenommen, dass diese bis 2020 keine Minderungsverpflichtungen eingehen. Danach gilt auch für die Entwicklungsländer eine Entwicklung der Minderungsverpflichtungen im Rahmen des «Contraction and Convergence»-Pfads (gemäss Grafik 3-7).

e) Instrumente zur Umsetzung der Ziele

Die Grafik 3-8 zeigt die zur Zielerreichung eingesetzten Instrumente. Zu beachten ist, dass instrumentenmässig zwischen den Sektoren/Unternehmen, die am internationalen Emissionshandelssystem teilnehmen können, und dem restlichen Bereich (Haushalte, Verkehr und energieextensive Unternehmen) unterschieden wird.

Schweiz – Klimalenkungsabgabe als Kernstück

In der vorliegenden Studie wird unterstellt, dass in der Schweiz die vorgegebenen Ziele für den nicht dem Emissionshandel unterliegenden Bereich mit einer *Klimalenkungsabgabe* erreicht werden.³⁷ Sie soll den Wirtschaftssubjekten einen Anreiz für die jährliche Reduktion der Emissionen um 1,5 % geben, was eine kontinuierliche Anhebung des Abgabesatzes zur Folge haben wird.

Die Rückverteilung der Klimalenkungsabgabe erfolgt analog der heutigen CO₂-Abgabe: Die Einnahmen aus den Haushalten werden diesen pro Kopf rückverteilt, die Einnahmen aus dem Wirtschaftsbereich wird diesem auf Basis der AHV-Lohnsumme rückverteilt.³⁸ Von der Rückverteilung ausgenommen sind die von der Klimalenkungsabgabe befreiten Unternehmen.

Durch die Klimalenkungsabgabe wird der Treibstoffverbrauch zurückgehen, mit Folgen für die Mineralölsteuer. Es wird unterstellt, dass die Einnahmeausfälle bei der Mineralölsteuer über eine entsprechende Erhöhung der Mehrwertsteuer kompensiert wird (die Staatsausgaben verändern sich durch die Klimalenkungsabgabe nicht und entsprechen denjenigen im Basisszenario «BAU»).

Das heutige Schweizer *Emissionshandelssystem* für die von dieser Klimalenkungsabgabe befreiten Unternehmen (Unternehmen mit einer Verpflichtung zur Minderung ihrer THG-Emissionen) wird ergänzend beibehalten und mit dem zu einem internationalen Emissionshandelssystem ausgebauten ETS (heutiges europäisches Emissionshandelssystem) verknüpft. Die Emissionsrechte werden versteigert und nicht mehr wie heute nach dem „Grand-

³⁷ Der heutige Klimarappen wird somit durch die Klimalenkungsabgabe, die auch Treibstoffe belastet, ersetzt.

³⁸ Der Verkehrsbereich wird ebenfalls auf Haushalte (Einnahmen aus der Besteuerung auf Treibstoff für die private Mobilität) und Wirtschaft verteilt.

fathering“-System gratis abgegeben. Die Einnahmen aus der Versteigerung kommen dem allgemeinen Staatshaushalt zugute (gleiche Regelung wie für EU-27 und sonstige Industrieländer).

Weiter können die Schweiz und die von der Klimalenkungsabgabe befreiten Unternehmen Gutschriften aus Drittländern (Clean Development Measures (CDM): projektbasierte Massnahmen in Entwicklungsländer) erwerben.

EU-27 und sonstige Industrieländer – Internationales Emissionshandelssystem

Das Emissionshandels-System der Europäischen Union, welches weiterhin nur einen Teilbereich der gesamten THG-Emissionen erfassen wird, wird in diesem Szenario wie folgt ausgebaut und erweitert:

- Das System wird auf andere Treibhausgase und weitere grosse Verbraucher ausgedehnt.
- Das System wird harmonisiert und ein für die ganze EU geltendes System eingeführt. Die nationalen Allokationspläne würden durch eine Versteigerung von Emissionsrechten auf der Grundlage einheitlicher Regeln ersetzt.³⁹ Die Einnahmen aus der Versteigerung kommen dem allgemeinen Staatshaushalt zugute.
- Das mit obigen Weiterentwicklungen ergänzte Europäische Emissionshandelssystem wird auf die sonstigen Industrieländer zu einem IETS (Internationalen Emissionshandels-System) ausgeweitet. Es wird unterstellt, dass bei diesem IETS auch die Schweiz mitmachen wird.

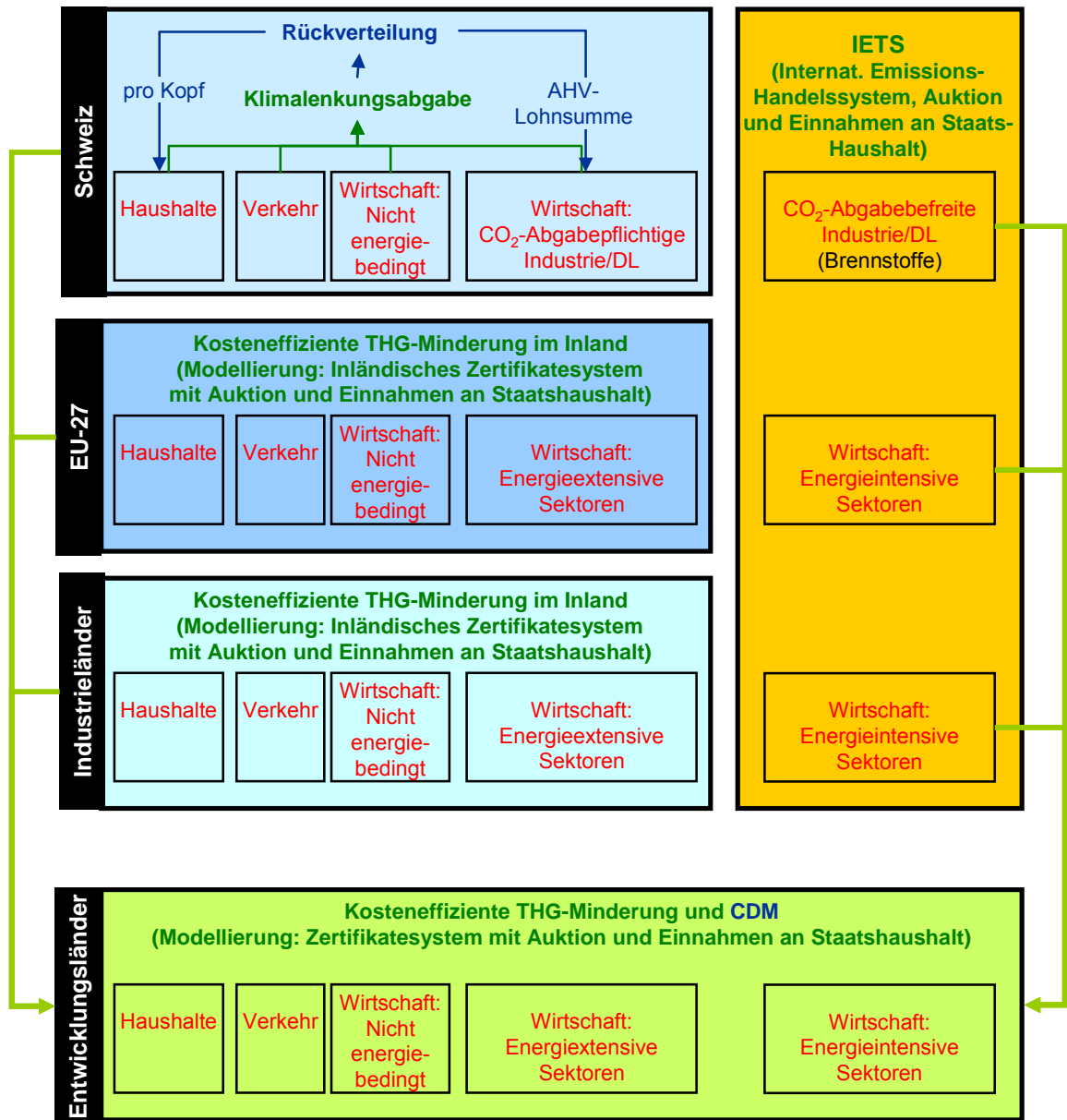
Für den Bereich, der nicht durch das IETS abgedeckt ist, wird angenommen, dass die einzelnen Regionen ihre inländischen Verpflichtungen kosteneffizient reduzieren. Es werden also zuerst diejenigen Massnahmen verwirklicht, welche die THG-Emissionen mit den geringsten Kosten vermeiden können. Modelltechnisch wird dies mit einem auf die einzelne Region beschränkten Emissionshandels-System umgesetzt. Die Vermeidungskosten („carbon value“) werden sich damit von Region zu Region unterscheiden.

Entwicklungsländer – CDM-Markt

Die Schweiz, EU-27 und die sonstigen Industrieländer können einen beschränkten Anteil ihrer Minderungsverpflichtungen durch Gutschriften von Drittländern decken. Modelltechnisch wird dies durch ein Emissionshandels-System für Entwicklungsländer erfasst, auf dem auch die Schweiz, EU-27 und die sonstigen Industrieländer Zertifikate erwerben können. Der Erwerb von Gutschriften aus Drittländern ist allerdings mit Transaktionskosten verbunden (vgl. Kapitel 2.2 und 4.1).

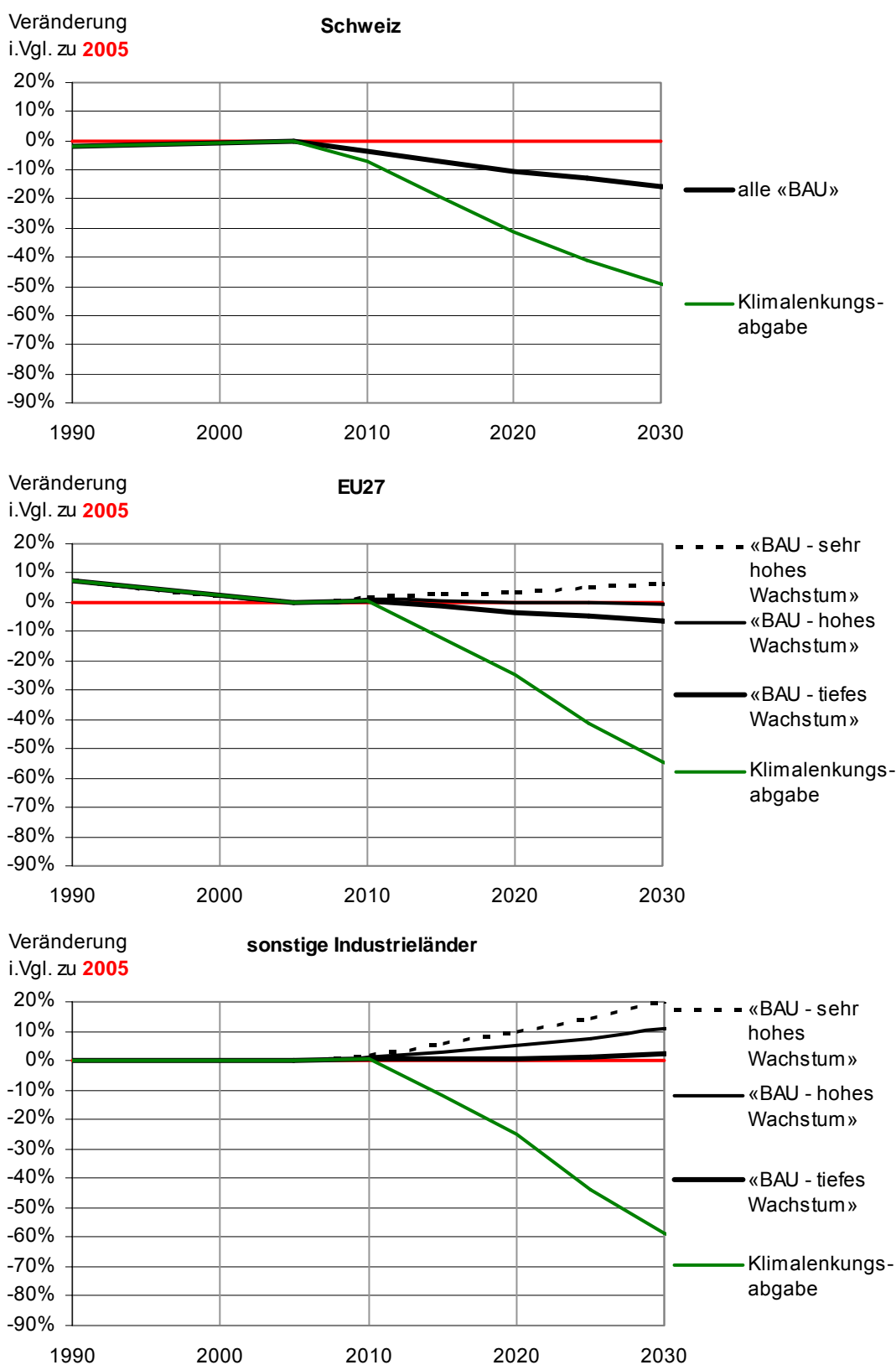
³⁹ Das heute bestehende „Grandfathering“-System wird schrittweise abgelöst durch eine Versteigerung (Auktion). Die EU-27 beabsichtigt die Verschmutzungsrechte für die Energiewirtschaft ab 2013 zu versteigern und für die meisten anderen Wirtschaftszweige bis 2020 zum Versteigerungsprinzip zu wechseln (vgl. KOM(2008) 30) Im Rahmen dieser Arbeiten wird dieser allmähliche Übergang nicht simuliert und unterstellt, dass die gesamten Emissionsrechte nach der Verpflichtungsperiode 2008/2012 versteigert werden.

Grafik 3-8: Instrumentenmix im Szenario «Klimalenkungsabgabe»

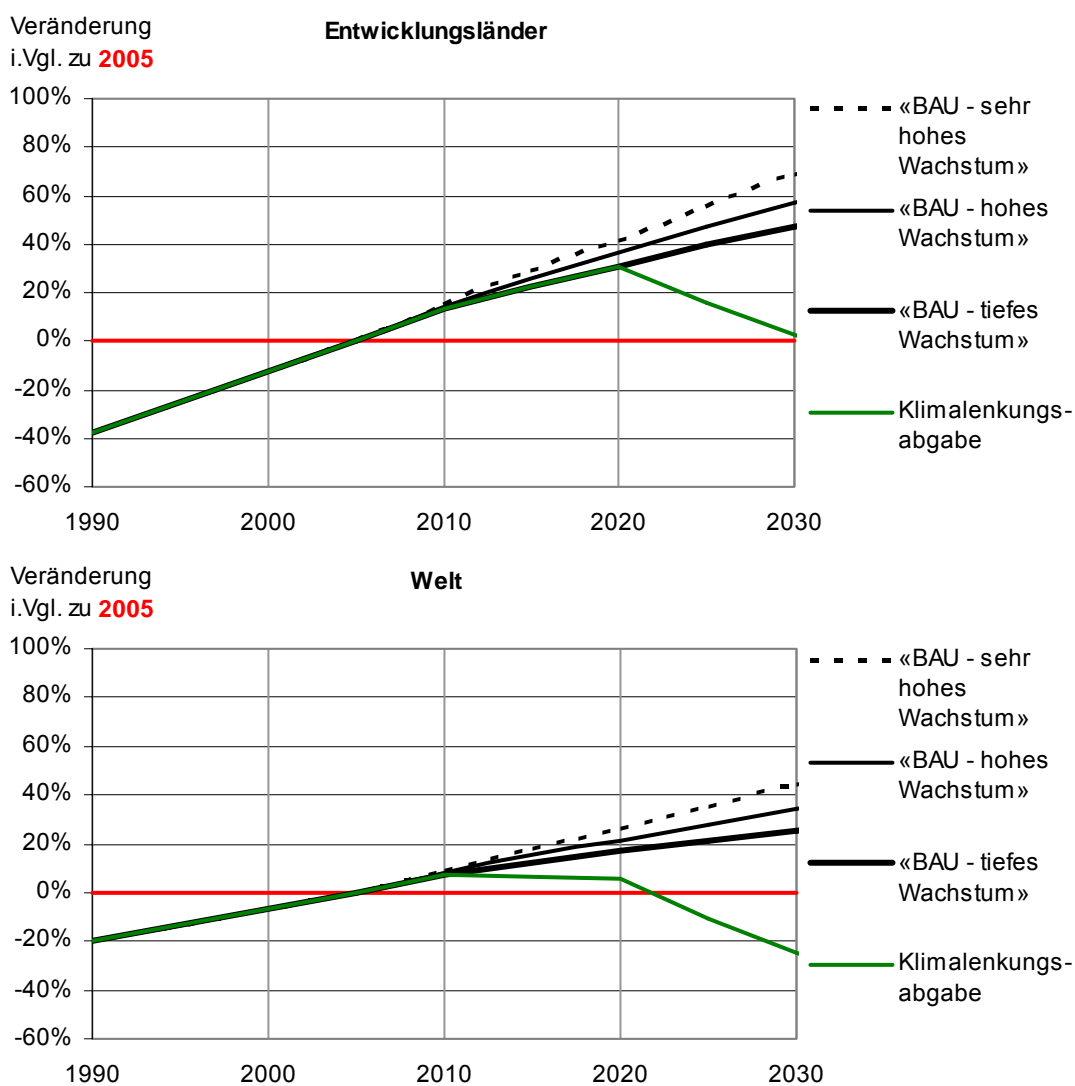


- Legende:**
- CDM-Markt (Gutschriften von Drittländern)
 - IETS (Internationales Emissions-Handelssystem)
 - Schweizer Klimalenkungsabgabe
 - EU-27: Kosteneffiziente THG-Minderung über internes Zertifikatesystem
 - Sonstige Industrieländer: Kosteneffiziente THG-Minderung über internes Zertifikatesystem

Grafik 3-9: Entwicklung der THG-Emissionen für die Szenarien «BAU» und «Klimalenkungs-abgabe» als Veränderung im Vergleich zu den Emissionen im Jahr 2005



Grafik 3-9: Entwicklung der THG-Emissionen für die Szenarien «BAU» und «Klimalenkungs-abgabe» als Veränderung im Vergleich zu den Emissionen im Jahr 2005



3.3 Szenario «klimaneutrale Schweiz»

Im Rahmen des Szenarios «klimaneutrale Schweiz» wird unterstellt, dass die Klimapolitik – also die Ziele und Instrumente – der EU-27 dieselbe ist wie im Szenario «Klimalenkungsabgabe». Für die Schweiz soll – im Vergleich zum Szenario «Klimalenkungsabgabe» - sowohl in Bezug auf die Zielsetzung als auch in Bezug auf das eingesetzte Instrumentarium ein alternativer Weg eingeschlagen werden. Für die sonstigen Industrieländer (ausser der EU) werden ebenfalls andere Instrumentarien unterstellt als im Szenario «Klimalenkungsabgabe».

Ziele und Instrumente der Schweiz

Für die vorliegende Studie wurde unterstellt, dass sich die Schweiz verpflichtet, bis zum Jahr 2020 die THG-Emissionen durch eigene Anstrengungen und vor allem durch Zukauf von Gutschriften aus Drittländern um rund 80% zu reduzieren (vgl. Tabelle 3-6). Konzeptionell wäre vorgesehen, bis 2030 die gesamten Treibhausgasemissionen zu kompensieren, also ein Minderungsziel von -100% zu erreichen.

Das Konzept einer klimaneutralen Schweiz besteht somit darin, dass sich alle Verursacher von Treibhausgasemissionen in der Schweiz verpflichten, im Ausmass ihrer Emissionen Kompensationsmassnahmen im Ausland zu leisten. Die Durchsetzung der Kompensationspflicht könnte der Staat vollziehen, indem er eine Finanzierungsabgabe (analog der Klimalenkungsabgabe) erhebt und mit den Einnahmen aus dieser Abgabe selber Emissionsrechte im Ausland erstet. Für diejenigen Emittenten, die eine entsprechende Menge an Emissionsrechten im Ausland einkaufen, wird die Finanzierungsabgabe rückerstattet.⁴⁰

⁴⁰ Das Konzept einer klimaneutralen Schweiz wird ausführlicher dargelegt in Roth Thomas (2007), Klimaneutrale Schweiz – eine Option für die schweizerische Klimapolitik nach 2012?, in: Die Volkswirtschaft 9-2007.

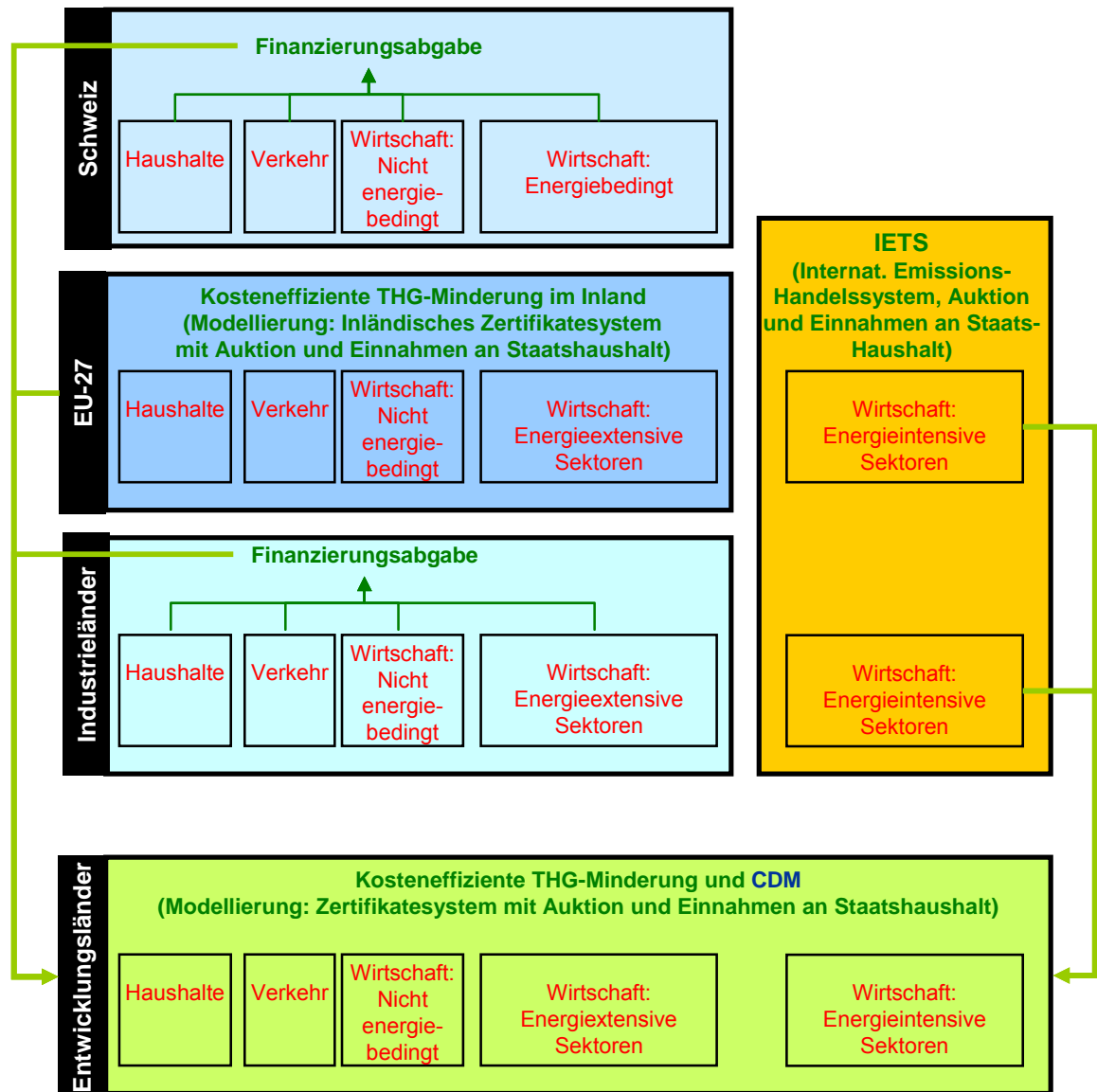
Tabelle 3-6: Minderungsziele und Emissionsrechte im Szenario «klimaneutrale Schweiz» im Vergleich zu 1990, 2005 und dem Basisszenario «BAU»

	Minderung im Inland (Mindestziele im Inland)			Minderung Total (zugeteilte Emissionsrechte)		
	Reduktionsziele i.Vgl. zu			Reduktionsziele i.Vgl. zu		
	1990	2005	BAU	1990	2005	BAU
Ziele im Jahr 2020						
Schweiz	keine Ziele			-82%	-83%	-81%
EU-27	gleiche Ziele wie unter Szenario «Klimalenkungsabgabe»					
Sonstige Industrieländer	für IETS-Bereich gleich wie Szenario «Klimalenkungsabgabe», für Nicht-IETS-Bereich keine Inlandziele			gleiche Ziele wie unter Szenario «Klimalenkungsabgabe»		
Welt	gleiche Ziele wie unter Szenario «Klimalenkungsabgabe»					
Ziele ab Jahr 2030						
Schweiz	keine Ziele			-100%	-100%	-100%
EU-27, Industrie-, Entwicklungsländer	analog Jahr 2020					

Modelltechnisch wird die Finanzierungsabgabe auf allen Wirtschaftssubjekten erhoben und zwar genau in der Höhe, dass die Einnahmen den Kauf der Gutschriften von Drittländern decken können. Die Finanzierungsabgabe entspricht dabei auf der Erhebungsseite der Klimalenkungsabgabe, hat also neben dem prioritären Zweck der Mittelbeschaffung auch einen Lenkungscharakter.

Die Ziele wie auch das Instrumentarium für die **EU-27** und die **Entwicklungsländer** entsprechen dem Szenario «Klimalenkungsabgabe». Im IETS-Bereich gelten für die sonstigen Industrieländer dieselben Ziele wie im Szenario «Klimalenkungsabgabe». Es wird also unterstellt, dass sich energieintensive Sektoren der sonstigen Industrieländer dem IETS anschliessen. Für den Nicht-IETS-Bereich wird davon ausgegangen, dass die sonstigen Industrieländer sich keine spezifischen Inlandziele setzen und ihre Reduktionsziele also unlimitiert auf dem CDM-Markt realisieren können. Modellmässig wird – ähnlich wie für die Schweiz – davon ausgegangen, dass die sonstigen Industrieländer den Betrag zum Zertifikatezukauf auf dem CDM-Markt über eine Finanzierungsabgabe bereitstellen. Die Finanzierungsabgabe wird dabei so hoch sein, dass die CDM-Zertifikate finanziert werden können.

Grafik 3-10: Instrumentenmix im Szenario «klimaneutrale Schweiz»



- Legende:
- CDM-Markt** (Gutschriften von Drittländern)
 - IETS** (Internationales Emissions-Handelssystem)
 - Schweizer Finanzierungsabgabe**
 - EU-27:** Kosteneffiziente THG-Minderung über internes Zertifikatesystem
 - Sonstige Industrieländer:** Kosteneffiziente THG-Minderung über internes Zertifikatesystem

3.4 Zusammenfassender Überblick zu den Szenarien

Die beiden Hauptszenarien «Klimalenkungsabgabe» und «klimaneutrale Schweiz» wurden in den beiden vorgängigen Kapiteln detailliert vorgestellt. Beide Hauptszenarien gehen davon aus, dass die Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre auf einem Niveau zu stabilisieren, so dass die globale Oberflächentemperatur im Jahresmittel insgesamt höchstens um 2 Grad Celsius zunimmt. Dies bedeutet, dass bis 2050 die Treibhausgasemissionen weltweit um mindestens 50% gegenüber dem Niveau von 1990 reduziert werden müssten.

Die beiden nachfolgend zusammengefassten Hauptszenarien wurden vor der Verfassung des Vernehmlassungsberichts durch das Bundesamt für Umwelt definiert. **Die in dieser Studie berechneten Szenarien stimmen nicht mit den in die Vernehmlassung eingeflossenen Vorschläge für die Umsetzung der Post-Kyoto-Politik überein.**

Hauptszenario «Klimalenkungsabgabe»

Der Ausstoss von Treibhausgasen in der Schweiz soll bis 2020 um mindestens 20 Prozent und bis 2050 um 50 Prozent gesenkt werden (gemessen am Stand von 1990, vgl. Tabelle 3-7). Das bedeutet im Schnitt eine jährliche Reduktion um 1.5 Prozent. Durch den Kauf von Zertifikaten im Ausland könnte bis 2020 eine zusätzliche Reduktion von 10 Prozent bewirkt werden. Diese Ziele orientieren sich an der Klimapolitik der EU. Als zentrales Instrument zur Erreichung dieser Ziele wird in der Schweiz eine Klimalenkungsabgabe eingesetzt. Das Emissionshandels-System bleibt bestehen und wird längerfristig in das internationale Emissionshandels-System integriert.

Für die EU-27 wird angenommen, dass ein internationales Abkommen zustande kommt, die THG-Emissionen bis 2020 um -30% im Vergleich zum Jahr 1990 reduzieren. Als Instrumentarium wird ein auf weitere Länder ausgedehntes internationales Emissionshandels-System und auf Gutschriften von Drittländern gesetzt. Für die gesamte Entwicklung wird unterstellt, dass die EU-27 ihre Zielsetzung an einem «Contraction and Convergence»-Pfad orientiert, der sicher stellt, dass bis 2050 alle Länder dieselben pro-Kopf-Emissionsrechte haben. Für die sonstigen Industrieländer wird unterstellt, dass sie sich im Rahmen des internationalen Abkommens, an den gleichen Zielen wie die EU-27 orientieren.

Für die Entwicklungsländer gelten bis 2020 noch keine Beschränkungen. Ab 2020 bis 2050 sollen sich dann die Ziele der Entwicklungsländer ebenfalls an dem unterstellten «Contraction and Convergence»-Pfad orientieren.

Hauptszenario «klimaneutrale Schweiz»

Die Schweiz verpflichtet sich, bis zum Jahr 2020 die gesamten energiebedingten THG-Emissionen durch eigene Anstrengungen und vor allem durch Zukauf von Gutschriften aus Drittländern vollständig zu kompensieren. Damit würde der Ausstoss von Treibhausgasen bis 2020 um über 80 Prozent reduziert (vgl. Tabelle 3-7). Bis 2030 sollen dann die gesamten Treibhausgasemissionen kompensiert werden, also ein Minderungsziel von -100% erreicht werden. Im Unterschied zum Hauptszenario «Klimalenkungsabgabe» verzichtet die Schweiz auf das Setzen von Minderungszielen für die Emissionen im Inland. Für den Kauf von Gut-

schriften aus Drittländern wird eine Finanzierungsabgabe auf allen Wirtschaftssubjekten erhoben. Die Finanzierungsabgabe entspricht dabei auf der Erhebungsseite der Klimaleitungsabgabe, hat also neben dem prioritären Zweck der Mittelbeschaffung auch einen Lenkungscharakter.

Die Ziele wie auch das Instrumentarium für die EU-27 und Entwicklungsländer entsprechen dem Szenario «Klimaleitungsabgabe». Für die sonstigen Industrieländer wird davon ausgegangen, dass sich die energieintensiven Sektoren am internationalen Emissionshandelssystem (IETS) beteiligen. Für den Nicht-IETS-Bereich werden keine spezifischen Inlandziele verfolgt, die Reduktionsverpflichtungen können somit unlimitiert auf dem CDM-Markt erfüllt werden.

Nebenszenarien

Diese beiden Hauptszenarien werden ergänzt durch vier Nebenszenarien (vgl. auch Tabelle 3-7). Diese vier Nebenszenarien bauen den beiden Hauptszenarios auf, unterscheiden sich aber jeweils hinsichtlich folgender Aspekte:

- **Nebenszenario «Klimaleitungsabgabe ohne Abkommen»:** Im Rahmen dieses Szenarios wird untersucht, welche Auswirkungen zu erwarten sind, wenn kein internationales Abkommen zustande kommt. Dabei wird unterstellt, dass die Schweiz und die EU-27 ihre selbst gesteckten Ziele bis 2020 erreicht, aber keine zusätzlichen Minderungsziele mehr eingeht. Für die folgenden Jahre wird sowohl für die Schweiz als auch für die EU-27 keine weitere Verschärfung der Instrumente angenommen. Die sonstigen Industrieländer und die Entwicklungsländer treffen keine zusätzlichen Massnahmen.
- **Nebenszenario «Klimaleitungsabgabe: Zusatzeffekt zur bestehenden CO₂-Abgabe»:** Die Hauptszenarien beziehen sich auf eine Business-as-Usual-Entwicklung (BAU), die dem Szenario I der Energieperspektiven 2035 entspricht. Diese enthält die beschlossene CO₂-Abgabe noch nicht. Im Rahmen dieses Nebenszenarios wird aufgezeigt, welche Zusatzeffekte auftreten, wenn davon ausgegangen wird, dass in der BAU-Entwicklung eine CO₂-Abgabe von 36 CHF/tCO₂ bereits enthalten ist.
- **Nebenszenario «klimaneutrale Schweiz bei unvollkommenem CDM-Markt»:** Im Hauptszenario «klimaneutrale Schweiz» wird von einem effizienten und voll funktionsfähigen CDM-Markt ausgegangen, bei dem unterstellt wird, dass alle Länder mitmachen und die günstigsten Minderungspotenziale auch tatsächlich auf dem CDM-Markt gehandelt werden. In diesem Nebenszenario wird unterstellt, dass der CDM-Markt nicht voll funktionsfähig ist. Gründe für das suboptimale Funktionieren des CDM-Marktes können mannigfaltig sein: Wichtige Lieferländer restringieren ihr Angebot an CDM-Zertifikaten, um den Preis möglichst hoch zu halten; nicht alle Länder mit günstigen CDM-Potenzialen machen mit; die Transaktionskosten sind höher als erwartet⁴¹, usw.

⁴¹ Im Hauptszenario wird mit Transaktionskosten von rund 3 CHF/t CO₂ gerechnet.

- «Klimalenkungsabgabe» und «klimaneutrale Schweiz» bei hohen Ölpreisen: Die Business-as-Usual-Entwicklung (BAU) geht von einem Ölpreis von rund 100 US\$ (2007) aus. Welchen Einfluss ein höherer Ölpreis hat, wird anhand eines Ölpreises von 165 US\$ untersucht.

Tabelle 3-7: Die Szenarien im Überblick

Bezeichnung	Ziele		Internat. Ab- kommen	Ölpreis US\$ (2007)	beste- hende CO2- Abgabe im BAU berück- sichtigt		CDM-Markt
	2020	2050			nein	effizient	
Hauptszenarien							
«Klima- lenkungs- abgabe»	Total CH i.Vgl. zu 1990	-30%	-72%	Ja	100\$	nein	effizient
	<i>Minimalziel Inland</i>	-20%	-50%				
	Total EU(27) i.Vgl. zu 1990	-30%	-85%				
	<i>Minimalziel Inland</i>	-15%	-50%				
	Total restl. Industrieländer i.Vgl. zu 1990	-25%	-87%				
	<i>Minimalziel Inland</i>	-9%	-41%				
Total Entwicklungsländer i.Vgl. zu 1990	keine Zielvorgabe (+110%)	0%					
Total global i.Vgl. zu 1990	32%	-50%					
«klima- neutrale Schweiz»	Total CH i.Vgl. zu 1990	energ. THG -100%	alle THG -100%	Ja	100\$	nein	effizient
	EU, sonstige Industrieländer, Entwicklungsländer	Annahmen gemäss Szenario «Klimalenkungsabgabe», Ausnahme: Sonstige Industrieländer haben im Nicht- IETS-Bereich keine Inlandziele					
Nebenszenarien							
«Klima- lenkungs- abgabe ohne Abkommen»	Total CH i.Vgl. zu 1990	-20%	keine weitere	Ja	100\$	nein	effizient
	<i>Minimalziel Inland</i>	-20%	Verschärfung				
	Total EU(27) i.Vgl. zu 1990	-20%	der				
	<i>Minimalziel Inland</i>	-15%	Massnahmen				
	Total restl. Industrieländer i.Vgl. zu 1990	keine Ziele					
	<i>Minimalziel Inland</i>	keine Ziele					
Total Entwicklungsländer i.Vgl. zu 1990	keine Ziele						
Total global	keine Ziele						
«Klima- lenkungs- abgabe: Zusatzeffekt zur bestehenden CO2-Abgabe»	alle anderen Annahmen wie «Klimalenkungsabgabe»					ja	
«klima- neutrale Schweiz bei unvoll- kommenem CDM-Markt»	alle anderen Annahmen wie «klimaneutrale Schweiz»						unvoll- kommen (Annahme: CDM-Preis bei ca. 30 CHF/t CO ₂)
Einfluss hoher Ölpreis	alle anderen Annahmen wie «Klimalenkungsabgabe» bzw. «klimaneutrale Schweiz»				165 \$		

4 Das Gleichgewichtsmodell im Überblick

Nachfolgend wird im Kapitel 4.1 das Modell mit seinem methodischen Ansatz vorgestellt. Das Kapitel 4.2 fasst die Datengrundlagen und Parametrisierung des Modells zusammen. Das hier angewandte Modell ist in Böhlinger/Rutherford (2008)⁴² detailliert erklärt. Die nachfolgenden Ausführungen stützen sich auf das Kapitel 3 von Böhlinger/Rutherford (2008).

4.1 Das Modell

Methodischer Ansatz und allgemeine Modellstruktur

Die quantitative Analyse der wirtschaftlichen und emissionsseitigen Auswirkungen von Klimapolitiken erfolgt mit einem komparativ statischen Mehrländermodell der Weltwirtschaft.⁴³ Wirtschaftstheoretische Grundlage des Modells ist die Allgemeine Gleichgewichtstheorie. Modelle vom Typ des Allgemeinen Gleichgewichts sind in der angewandten Wirtschaftsforschung bei der Analyse handels-, finanz- und umweltpolitischer Fragestellungen weit verbreitet. Auf der Grundlage mikroökonomisch fundierter Verhaltensannahmen sind sie in hohem Masse dazu geeignet, die Allokationseffekte veränderter Rahmenbedingungen für die Gesamtwirtschaft aufzuzeigen. Hierzu zählen die Auswirkungen auf sektorale Produktionsstrukturen, Konsum und Investitionen, Aussenhandel, Beschäftigung oder funktionale Einkommensverteilung. Ein geschlossener analytischer Ansatz gewährleistet methodische Konsistenz bei der Berücksichtigung von Wechselwirkungen auf nationalen und internationalen Märkten. Die Differenzierung nach Regionen und Industriesektoren sowie verschiedenen Haushaltstypen erlaubt eine disaggregierte Untersuchung der wirtschaftlichen Auswirkungen von Politikmassnahmen.

Exkurs: Dynamisch vs. statisch

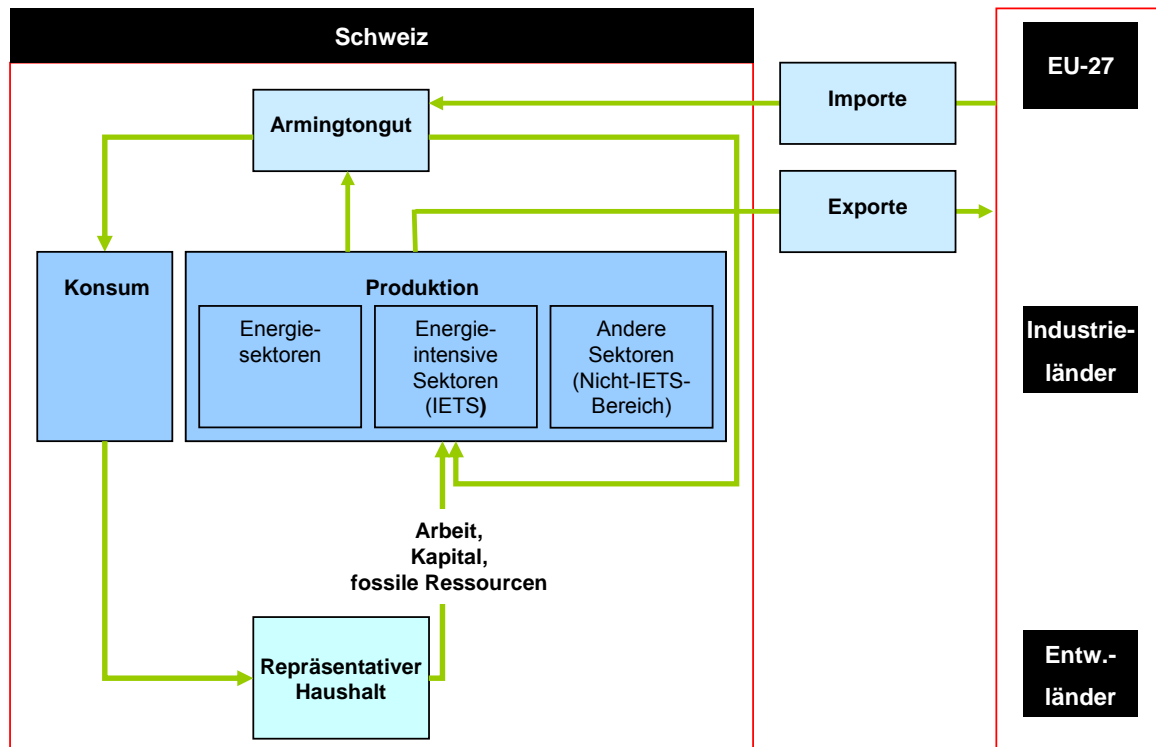
Das hier angewandte Modell ist komparativ statischer Natur. Im Unterschied zu einem dynamischen Modell ist die Sparentscheidung exogen vorgegeben und auf eine intertemporale Optimierung wird verzichtet. Der Vorteil des statischen Modells ist das bessere Handling und schnellere Lösbarkeit, was die Modellierung spezifischer Fragestellungen vereinfacht und eine grössere Disaggregation bei Sektoren oder Ländern zulässt.

Zur Analyse nationaler und internationaler Klimapolitik und ihre Rückwirkungen auf die Schweizer Wirtschaft ist die Analyse in einem Mehrländer-, Mehrsektorenkontext notwendig. Auch der für den grössten Teil der Treibhausgas-Emissionen verantwortliche Energiemarkt ist detailliert abzubilden. Die nachfolgende Grafik zeigt schematisch die Modellstruktur.

⁴² Böhlinger Christoph, Rutherford Thomas F. (2008), The Cost of Compliance: A CGE Assessment of Canada's Policy Options under the Kyoto Protocol.

⁴³ Die mathematische Struktur des Modells ist im Anhang von Böhlinger/Rutherford (2008) ausgeführt.

Grafik 4-1: Modellstruktur (schematisch, Pfeile zeigen Güterfluss)



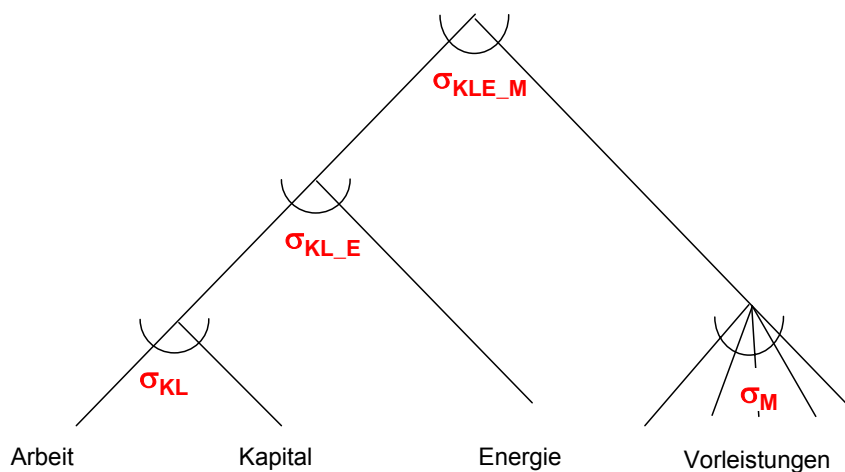
Pro Region gibt es mindestens einen repräsentativen Haushalt, der ausgestattet wird mit Arbeit, Kapital und fossilen Ressourcen.⁴⁴ Der Faktor Arbeit ist zwischen den Wirtschaftssektoren mobil, aber immobil zwischen den einzelnen Ländern/Regionen. Der repräsentative Haushalt maximiert seinen Nutzen aus dem Konsum, welcher sich nachfragemässig mittels konstanter Substitutionselastizität⁴⁵ zusammensetzt aus Energie- und Nicht-Energie-Güter. Die Produktion wird beschrieben mit einer genesteten separablen CES-Funktion (siehe nachfolgende Grafik 4-2): Die Wertschöpfung ergibt sich aus einem CES-Aggregat aus Kapital und Arbeit. Für die Nicht-Energie-Güter werden die Substitutionsmöglichkeiten der verschiedenen Energiegüter ebenfalls mit einer CES-Funktion beschrieben (in der Grafik nicht dargestellt).⁴⁶

⁴⁴ 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 abgestuft sind.

⁴⁵ CES-Funktion, CES = Constant Elasticity of Substitution.

⁴⁶ Eine spezielle Produktionsfunktion wurde für die Produktion der fossilen Ressourcen gewählt: Hier werden alle Inputs in fixen Proportionen eingesetzt und sind auf dem obersten Nest mit dem fossilen Ressourcen mit konstanter Elastizität substituierbar. Diese Substitutionselastizität wurde auf empirisch geschätzte Ölangebotselastizitäten kalibriert.

Grafik 4-2: Genestete Produktionsfunktion (vereinfachte Darstellung, beschränkt auf die KLEM-Spezifikation)⁴⁷



Die CO₂-Emissionen sind in fixen Proportionen (Leontieff) gelinkt mit dem Verbrauch fossiler Energieträger, wobei die unterschiedliche CO₂-Intensität der verschiedenen Energieträger berücksichtigt wird (vgl. Tabelle 8-24). Die wesentlichen Kanäle zur Reduktion der CO₂-Emissionen sind: Fuel-Switching (also Wechsel von einem CO₂-intensiven Energieträger zu einem weniger CO₂-intensiven Energieträger) und natürlich Energieeinsparung bzw. verbesserte Energieeffizienz im Verbrauch, dies betrifft sowohl den Endverbrauch bei den Haushalten als auch die Energievorleistungen in der Produktion. Die Einnahmen aus den klimapolitischen Massnahmen – bspw. aus einer Klimalenkungsabgabe – werden für die Schweiz gemäss dem vorgegebenen Rückverteilungsschlüssel auf die Haushalte verteilt. Für die anderen Länder werden die Einnahmen „lump sum“ an die Haushalte rückverteilt.

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

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

Internationaler Emissionshandel

Zur marktkonformen effizienten Umsetzung von CO₂-Emissionsreduktionszielen sind im Kyoto-Protokoll für multilaterale Klimaschutzpolitiken so genannte flexible Mechanismen vorgesehen: Neben dem internationalen Emissionshandels-System (IETS – International Emission Trading Scheme) sind auch projektbasierte Emissionsminderungen über Joint Implementation (JI) mit Industrie- und Transformationsländern bzw. den Clean Development Mechanism (CDM) mit Entwicklungsländern möglich. Projektbasierte Emissionsminderungen werden

⁴⁷ KLEM – Kapital, Arbeit, Energie, Vorleistungen.

dem Investor als handelbare Zertifikate gutgeschrieben. Dabei können erhebliche Transaktionskosten – z.B. durch langwierige Akkreditierungs- oder Monitoringverfahren – entstehen. Wir unterstellen Transaktionskosten von 3 CHF pro reduzierter Tonne CO₂. Die heutigen Transaktionskosten für grössere Projekte liegen deutlich darunter, kleinere Projekte allerdings deutlich darüber (vgl. Kapitel 2.2).

Das Potenzial der flexiblen Instrumente kann zudem durch Supplementaritäts-Vorschriften eingeschränkt werden, falls politisch gewünscht wird, dass flexible Mechanismen nur ergänzend (supplemental) zu nationalen Vermeidungsanstrengungen eingesetzt werden sollen.

Im Modell implementierte Massnahmen

Neben dem IETS (internationalen Emissionshandelssystem) wurde ein Markt für die CDM, regionenspezifische Märkte zur kosteneffizienten THG-Minderung im Bereich, der nicht dem IETS unterliegt, im Modell implementiert. Für die Schweiz wurde eine Klimalenkungsabgabe, bzw. Finanzierungsabgabe mit dem Rückverteilungsmechanismus über Pro-Kopf und AHV-Lohnsumme erfasst.

Ordnungsrechtliche Massnahme (und allenfalls weitere Massnahmen, wie Bonus-Malus-System) wurden über exogen vorgegebene Energieeffizienzfortschritte erfasst, welche aus den Energieperspektiven und den Vorgaben zum Basisszenario (vgl. Kapitel 3.1) abgeleitet werden.

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

4.2 Daten und Parametrisierung

Die ökonomischen und energetischen Grundlagendaten stammen aus der GTAP6-Datenbank.⁴⁸ Die Armingtonelastizitäten sind empirisch fundiert und stammen aus der GTAP6-Datenbank. 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 8-2).

Sektorale und regionale Disaggregation

Die nachfolgende Tabelle 4-1 zeigt die sektorale und regionale Disaggregation. Insgesamt werden mit der Schweiz vier Regionen bzw. Länder unterschieden. Als Produktionsfaktoren

⁴⁸ Für detaillierte Ausführungen zu GTAP6 vgl. Dimaranan/McDougall (2006).

dienen Arbeit, Kapital und fossile Ressourcen. Die 22 Produktionssektoren teilen sich auf 5 Energiesektoren, 6 IETS-Sektoren (also Sektoren, die dem Internationalen Emission Trading Scheme unterstellt sind) sowie 11 Nicht-IETS-Sektoren.

Tabelle 4-1: Sektoren und Regionen im Gleichgewichtsmodell (verwendete Aggregation)

Produktionssektoren	Länder und Regionen
<i>Energiesektoren</i>	Schweiz
Rohöl	EU-27 – Europäische Union
Raffinerieprodukte	Sonstige Industrieländer (inkl. Transitionsländer)
Erdgas	Entwicklungsländer (inkl. Schwellenländer)
Kohle	
Elektrizität	
<i>IETS Sektoren</i>	
Eisen und Stahl	Produktionsfaktoren
Chemie	Arbeit
Papier, Druck	Kapital
Nicht-Eisen-Mineralien	Fossile Ressourcen
Nicht-Eisen-Metalle	
Luftfahrt	
<i>Nicht IETS-Sektoren</i>	
Agrarwirtschaft	
Steine und Erden	
Nahrung	
Textil, Bekleidung	
Fahrzeuge	
Holz	
Maschinen	
Geräteherstellung	
Bau	
Transport	
Andere DL, öff. Sektor	

5 Auswirkungen der klimapolitischen Hauptszenarien

Nachfolgend werden die mit dem Gleichgewichtsmodell berechneten Abgabehöhen und Zertifikatspreise zur Erreichung der Ziele der beiden Hauptszenarien «Klimalenkungsabgabe» und «klimaneutrale Schweiz» (vgl. Kapitel 3) dargelegt (Kapitel 5.1). Die CO₂-Abgabe und der internationale Zertifikatemarkt verändern die relativen Preise zwischen den verschiedenen Gütern, was zu einer veränderten Struktur und Leistungsfähigkeit der Wirtschaft führt. Die Auswirkungen dieser beiden Hauptszenarien auf die Wirtschaft werden im Kapitel 5.2 dargestellt. Die aus den Preisveränderungen und wirtschaftlichen Auswirkungen resultierenden Effekte auf die Wohlfahrt werden in Kapitel 5.3 analysiert.

Die in diesem Bericht untersuchten Szenarien wurden vor der Verfassung des Vernehmlassungsberichts durch das Bundesamt für Umwelt definiert. **Die in dieser Studie berechneten Szenarien stimmen nicht mit den in die Vernehmlassung eingeflossenen Vorschläge für die Umsetzung der Post-Kyoto-Politik überein.**

5.1 Abgabehöhe und Zertifikatspreise

5.1.1 Die CO₂-Märkte in den beiden Hauptszenarien

Die beiden untersuchten Hauptszenarien «Klimalenkungsabgabe mit Abkommen» und «klimaneutrale Schweiz» gehen nicht von einem idealen, weltweit funktionierenden CO₂- bzw. Treibhausgashandel aus. Für die industrialisierten Länder (Schweiz, EU-27 und sonstige Industrieländer) wird unterschieden in Sektoren, die an einem internationalen Emissionshandelssystem teilnehmen können (IETS), und den restlichen Sektoren, die nicht dem IETS unterstellt sind. Die IETS-Sektoren sind die energieintensiven Sektoren (bspw. Energieversorgung, Papier, Zement). Die Nicht-IETS-Sektoren sind die Haushalte, Verkehr und energieextensiven Sektoren (vgl. Grafik 5-1). Für die IETS-Sektoren und die Nicht-IETS-Sektoren werden getrennte Emissionsminderungsverpflichtungen vorgegeben. Sowohl die IETS-Sektoren als auch die Nicht-IETS-Sektoren können in einem begrenzten Umfang ihre Emissionsminderungsverpflichtung durch Zukauf von Zertifikaten auf dem CDM-Markt erfüllen (Gutschriften von Drittländern).

CO₂-Märkte im Szenario «Klimalenkungsabgabe»

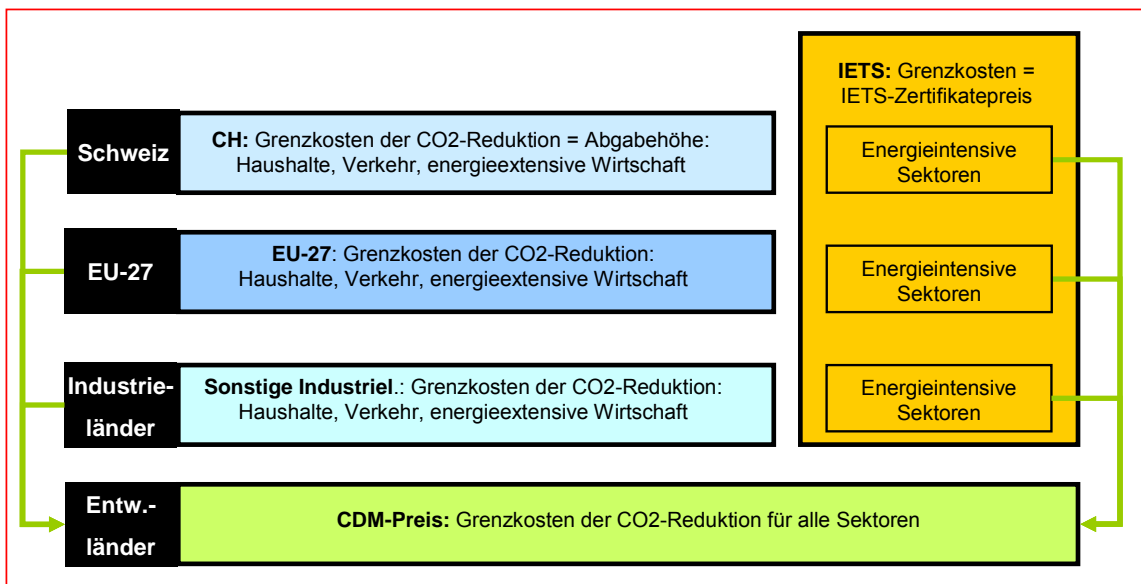
Aufgrund dieser Szenarienvorgaben ergeben sich fünf verschiedene CO₂-Grenzvermeidungskosten auf folgenden Märkten:

- **IETS:** Der Internationale Emissionshandelmarkt erlaubt einen freien Zertifikatehandel zwischen den energieintensiven Sektoren der Schweiz, EU-27 und der sonstigen Industrieländer.
- **CH:** Der Nicht-IETS-Bereich der Schweiz erfüllt seine inländische Emissionsminderungsverpflichtung durch eine Klimalenkungsabgabe. Die Höhe der Klimalenkungsabgabe entspricht dabei den Grenzkosten der CO₂-Minderung im Nicht-IETS-Bereich.

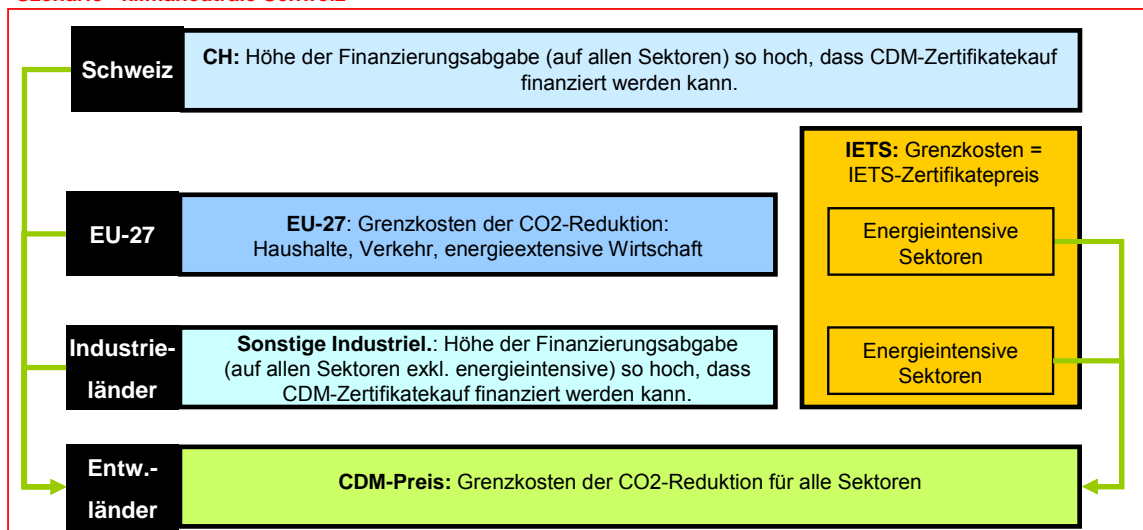
- **EU-27:** Der Nicht-IETS-Bereich der EU-27 verfolgt – wie die Schweiz – eine kosteneffiziente EU-27-interne Emissionsminderung (modelliert via EU-27-internen Zertifikatemarkt).
- **Sonstige Industrieländer:** Der Nicht-IETS-Bereich der sonstigen Industrieländer verfolgt – wie die Schweiz oder die EU-27 – eine kosteneffiziente Emissionsminderung (modelliert via Zertifikatemarkt, der auf die sonstigen Industrieländer beschränkt ist).
- **CDM-Markt:** Die Entwicklungsländer verfolgen ebenfalls eine kosteneffiziente Emissionsminderung via Zertifikatemarkt. Auf diesem Markt können – in beschränktem Umfang – die Industrieländer (Schweiz, EU-27 und sonstige Industrieländer) CDM-Zertifikate erwerben.

Grafik 5-1: Die fünf CO₂-Märkte in den beiden Hauptszenarien

Szenario «Klimalenkungsabgabe mit Abkommen»



Szenario «klimaneutrale Schweiz»



CO₂-Märkte im Szenario «Klimaneutrale Schweiz»

Die obigen Annahmen gelten für das Szenario «Klimalenkungsabgabe mit Abkommen». Das Szenario «Klimaneutrale Schweiz» trifft für die Schweiz und die sonstigen Industrieländer eine andere Regelung: (a) Schweiz: Die energieintensiven Sektoren nehmen nicht mehr am IETS teil, sondern werden – wie alle anderen Sektoren – mit einer Finanzierungsabgabe belastet, deren Einnahmen vollumfänglich für den Einkauf von Zertifikaten auf dem CDM-Markt eingesetzt werden können. (b) sonstige Industrieländer: Die energieintensiven Sektoren nehmen weiterhin am IETS teil, der Nicht-IETS-Sektor ist aber keinen Supplementaritäts-Restriktionen mehr unterstellt.

Die Grafik 5-1 zeigt die fünf CO₂-Märkte für die beiden Hauptszenarien.

5.1.2 Minderungsziele, Abgabehöhen und Zertifikatspreise

Die Tabelle 5-1 zeigt die Minderungsziele für die heimischen CO₂-Emissionen der beiden Hauptszenarien. Es wird zwischen den vier untersuchten Regionen und dem Internationalen Emission Trading Scheme (IETS) unterschieden.

Die Tabelle 5-2 zeigt die Grenzvermeidungskosten auf den fünf Märkten für die beiden Hauptszenarien. Die Grenzvermeidungskosten entsprechen dabei der Klimalenkungsabgabe (Schweiz), dem IETS-Preis, dem CDM-Preis und dem Zertifikatspreis der Nicht-IETS-Bereiche der EU-27 und der sonstigen Industrieländer, welche zur Erreichung der Minderungsziele nötig sind.

A) Szenario «Klimalenkungsabgabe»

Höhe der Schweizer Klimalenkungsabgabe unter 210 CHF/t CO₂ und abhängig von der Entwicklung in den Handelspartnerländern

Gemäss der Modellberechnung müsste im Szenario «Klimalenkungsabgabe» eine Schweizer Klimalenkungsabgabe im Nicht-IETS-Bereich von 155 bis 181 CHF/t CO₂ erhoben werden. Damit könnten die dem Szenario Klimalenkungsabgabe unterstellten Ziele bis 2020 erfüllt werden. Die Höhe dieser Klimaabgabe liegt also noch innerhalb der vom CO₂-Gesetz abgesteckten Maximalhöhe von 210 CHF/t CO₂. Wichtige Anmerkung: Dies gilt nur unter der Annahme, dass der Energieverbrauch sich in der Referenz (BAU) so entwickelt, wie dies die Energieperspektiven des BFE abschätzen. Nimmt der fossile Energieverbrauch nicht schon – wie im BAU unterstellt – relativ bedeutend ab, so müsste eine Klimalenkungsabgabe höher angesetzt werden, u.U. sogar deutlich über den 210 CHF/t CO₂.

Je stärker die Handelspartnerländer wachsen, bzw. je mehr diese Länder gegenüber der BAU-Entwicklung mindern müssen, desto höher muss auch die Schweizer Klimalenkungsabgabe ausfallen. Der Hauptgrund liegt darin, dass die Schweiz in den nicht dem IETS unterstehenden Sektoren kompetitiver wird, wenn die Handelspartnerländer ihre CO₂-Minderungsmaßnahmen bei höherem Wirtschaftswachstum verstärken müssen. Dies würde

den Export der Schweiz erhöhen und damit würde auch mehr CO₂ produziert. Um die CO₂-Ziele trotzdem zu erreichen, muss die Klimalenkungsabgabe erhöht werden.

Weiter ist zu erwähnen, dass mit verstärkten CO₂-Vermeidungsanstrengungen der Handelspartnerländer der Strompreis steigt. Eine Substitution hin zu Strom würde also erschwert, was zu einer Erhöhung der Grenzvermeidungskosten und der Klimalenkungsabgabe führt.

Tabelle 5-1: CO₂-Minderungsziele 2020 im Vergleich zum BAU [in %]

		«Klimalenkungsabgabe mit Abkommen»			«klimaneutrale Schweiz»		
		2020 tiefes Welt- Wirtschafts- wachstum	2020 hohes Welt- Wirtschafts- wachstum	2020 sehr hohes Welt- Wirtschafts- wachstum	2020 tiefes Welt- Wirtschafts- wachstum	2020 hohes Welt- Wirtschafts- wachstum	2020 sehr hohes Welt- Wirtschafts- wachstum
		Minderungsziele 2020 i.Vgl. zu BAU			Minderungsziele 2020 i.Vgl. zu BAU		
Schweiz	Minderungsziele im heimischen Nicht-IETS-Bereich	-12%	-12%	-12%	keine (Finanzierungsabgabe zum Kauf von CDM-Zertifikaten)		
IETS	Minderungsziele im heimischen IETS-Bereich	CH	-1%	-1%	nicht mehr im IETS		
		EU-27 IL	-10% -13%	-13% -17%	-15% -20%	-10% -13%	-13% -17%
EU-27	Minderungsziele im heimischen Nicht-IETS-Bereich	-3%	-7%	-11%	-3%	-7%	-11%
Sonstige Industrieländer	Minderungsziele im heimischen Nicht-IETS-Bereich	-7%	-11%	-16%	keine (Finanzierungsabgabe zum Kauf von CDM-Zertifikaten)		
Entwicklungs-länder	Minderungsziele im heimischen Nicht-IETS-Bereich	keine			keine		

Tabelle 5-2: CO₂-Abgabe und Zertifikatspreis 2020 [CHF/tCO₂]

		«Klimalenkungsabgabe mit Abkommen»			«klimaneutrale Schweiz»		
		2020 tiefes Welt- Wirtschafts- wachstum	2020 hohes Welt- Wirtschafts- wachstum	2020 sehr hohes Welt- Wirtschafts- wachstum	2020 tiefes Welt- Wirtschafts- wachstum	2020 hohes Welt- Wirtschafts- wachstum	2020 sehr hohes Welt- Wirtschafts- wachstum
		[CHF/t CO ₂ , CHF2007]			[CHF/t CO ₂ , CHF2007]		
Schweiz	Klimalenkungsabgabe	155	166	181	10	11	12
IETS	IETS-Preis	10	13	17	10	13	17
EU-27	Zertifikatspreis Nicht-IETS-Bereich	19	62	123	16	52	100
Sonstige Industrieländer	Zertifikatspreis Nicht-IETS-Bereich	26	53	95	10	11	12
Entwicklungs-länder	CDM-Preis	7	7	7	7	8	9

Die günstigen CO₂-Minderungspotenziale liegen in den IETS-Sektoren und auf dem CDM-Markt

In den Industrieländern liegen die günstigen CO₂-Minderungspotenzialen vor allem bei den IETS-Sektoren, also den energieintensiven Sektoren. Auch die Entwicklungsländer haben deutlich tiefere Grenzvermeidungskosten als der Nicht-IETS-Bereich der Industrieländer. Sehr teuer wird die CO₂-Minderung in den Nicht-IETS-Sektoren.

Da die Vermeidungskosten in den IETS- und Nicht-IETS-Sektoren so stark differieren, ist die Allokation der Emissionsrechte zwischen IETS- und Nicht-IETS-Bereich von zentraler Bedeutung. Aus einer ökonomischen Optimierungs-Perspektive müssten die Emissionsrechte zwischen IETS- und Nicht-IETS-Sektoren so verteilt werden, dass in etwa dieselben Grenzkosten in beiden Bereichen resultieren. Dies ist für die EU-27 bei einem tiefen Wirtschaftswachstums (also einer relativ geringen CO₂-Minderung gegenüber der BAU-Entwicklung) am besten erfüllt: Die Grenzvermeidungskosten im IETS-Bereich (10 CHF/t CO₂) entsprechen in etwa derjenigen des Nicht-IETS-Bereichs (16 CHF/t CO₂, Szenario «klimaneutrale Schweiz»).

Die relativ tiefen CDM-Preise lassen sich wie folgt erklären: Erstens ist das von den Industrieländern einzukaufende Volumen durch die Supplementaritäts-Restriktionen begrenzt (beschränkte Nachfrage) und zweitens wird angenommen, dass der CDM-Markt ohne Restriktionen und Unvollkommenheiten funktioniert und etabliert ist.

B) Szenario «klimaneutrale Schweiz»

Finanzierungsabgabe ist mit rund 10 CHF/t CO₂ gering und gibt kaum Anreize zur CO₂-Minderung in der Schweiz

Gemäss der Modellberechnung müsste eine Schweizer Finanzierungsabgabe im Szenario «klimaneutrale Schweiz» zwischen 10 bis 12 CHF/t CO₂ betragen. Damit könnten die dem Szenario «klimaneutrale Schweiz» unterstellten Ziele bis 2020 erfüllt werden. Wie erwähnt, gehen wir dabei von einem effizienten und voll funktionsfähigen CDM-Markt auf, bei dem alle Länder mitmachen und keine Friktionen vorhanden sind und die Transaktionskosten mit 3 CHF/t CO₂ noch relativ moderat bleiben. Müsste – wie bspw. für die Periode 2008-2012 feststellbar – damit rechnen, dass von den vorhandenen Minderungspotenzialen nur ein Teil der günstigsten Möglichkeiten auf den Markt kommen oder sonstige Restriktionen bestehen, so würde sich die Finanzierungsabgabe erhöhen (vgl. dazu Ausführungen im Kapitel 6.3).

Die tiefe Abgabe hat zur Folge, dass im Inland beinahe keine CO₂-Minderung erfolgt und fast die gesamte CO₂-Minderung über den Kauf von Gutschriften aus dem CDM-Markt realisiert wird. Werden – wie im vorliegenden Szenario «klimaneutrale Schweiz» unterstellt – keine Supplementaritäts-Restriktionen eingeführt, so wird der grösste Teil der CO₂-Minderung im Ausland eingekauft. Die inländischen CO₂-Emissionen liegen denn auch im Szenario «klimaneutrale Schweiz» nur gerade 1% unter den Emissionen im BAU.

Handel mit CO₂-Emissionsrechten führt zu tieferen Grenzvermeidungskosten

Die Grenzvermeidungskosten für das Szenario «klimaneutrale Schweiz», wo für die Schweiz und die sonstigen Industrieländer keine Restriktionen bzgl. dem Kauf von ausländischen Gutschriften bestehen, liegen deutlich tiefer als bei der «Klimalenkungsabgabe» mit den entsprechenden Supplementaritäts-Restriktionen (vgl. dazu auch die Tabelle 5-3).

Für die Schweiz bringt der CO₂-Handel mehr als für andere Regionen

Der Handel von Emissionsrechten spielt vor allem für die Schweiz eine zentrale Rolle, da die Schweiz – ohne Handel – die höchsten Grenzvermeidungskosten aufweist, weil die anderen Regionen günstigere Substitutionspotenziale aufweisen als die Schweiz. Die nachfolgende Tabelle 5-4 illustriert dies: Alle vier Szenarien sind mit denselben Reduktionszielen berechnet (für die Schweiz gilt -30% für das Jahr 2020 gegenüber 1990, für die EU-27 ebenfalls -30% und für die sonstigen Industrieländer -25%). Im Szenario „Kein int. CO₂-Handel“ muss das gesamte Minderungsziel durch heimische Massnahmen erreicht werden. Im Szenario „Globaler nicht restringierter CO₂-Handel“ gibt es keine Supplementaritäts-Restriktionen mehr, d.h. es wird da CO₂ gemindert, wo es am günstigsten ist. Die Tabelle 5-4 zeigt zweierlei: Die Grenzvermeidungskosten sind für die Schweiz im Vergleich zu den anderen Regionen am höchsten und mit zunehmender Lockerung der Supplementaritäts-Restriktionen nähern sich die Grenzvermeidungskosten aller Länder an.⁴⁹

Tabelle 5-3: CO₂-Abgabe und Zertifikatspreis 2020 für vier Szenarien mit unterschiedlichen CO₂-Handelsrestriktionen [CHF/tCO₂]

		Kein int. CO ₂ -Handel	«Klimalenkungsabgabe mit Abkommen»	«klimaneutrale Schweiz»	Globaler nicht restringierter CO ₂ -Handel
		Jahr 2020, tiefes Welt-Wirtschaftswachstum [CHF/t CO ₂ , CHF2007]			
Schweiz	Klimalenkungsabgabe	309	155	10	9
EU-27	Zertifikatspreis Nicht-IETS-Bereich	54	19	16	9
Sonstige Industrieländer	Zertifikatspreis Nicht-IETS-Bereich	44	26	10	9
Entwicklungsländer	CDM-Preis	-	7	7	6

⁴⁹ Der Unterschied in den Grenzvermeidungskosten zwischen den Entwicklungsländern und den restlichen Ländern ist im Szenario «Globaler nicht restringierter CO₂-Handel» auf die Transaktionskosten von 3 CHF/t CO₂ zurückzuführen.

5.2 Auswirkungen auf die Wirtschaft

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

5.2.1 BIP

Das BIP dient als Indikator für die Wirtschaftsleistung, ist aber nicht gleichzusetzen mit der Wohlfahrt, auf die im Kapitel 5.3 eingegangen wird. Die in der Tabelle 5-4 dargestellte Veränderung des BIPs im Vergleich zum Basisszenario «BAU» kann als Indikator für die «Belastung» der Wirtschaft in den vier untersuchten Regionen (Schweiz, EU-27, sonstige Industrieländer und Entwicklungsländer) aufgrund der klimapolitischen Massnahmen dienen. Im unteren Teil der Tabelle wird aufgezeigt, wie sich die klimapolitischen Massnahmen auf die jährlichen BIP-Wachstumsraten auswirken.

A) Szenario «Klimalenkungsabgabe»

Der BIP-Rückgang bis 2020 ist wirtschaftlich verkraftbar

Im Szenario «Klimalenkungsabgabe» ist für die Schweiz im Jahr 2020 im Vergleich zur BAU-Entwicklung mit einem BIP-Rückgang um -0.66% zu rechnen. Von allen Regionen verzeichnet die Schweiz den grössten BIP-Rückgang, der allerdings in seiner Grössenordnung verkraftbar ist und in etwa der Hälfte des Wachstums während eines einzigen Jahres entspricht. Gehen wir davon aus, dass ab 2012 die Massnahmen zur Erreichung der Ziele im Jahr 2020 eingeführt werden und schrittweise die Wirkung erhöht wird, so entspricht der BIP-Rückgang der Schweiz von -0.66% einer jährlichen BIP-Wachstumseinbusse von -0.08%.

Auch bei einem sehr hohen Wachstum der EU-27 und der sonstigen Industrieländer mit entsprechend grösseren Minderungsanstrengungen gegenüber der BAU-Entwicklung hat die Schweiz mit ihrer Zielsetzung den grössten BIP-Verlust hinzunehmen. Allerdings muss dazu erwähnt werden, dass die EU-27 modellmässig als eine Region erfasst wird und nicht berücksichtigt wird, dass durch die unterschiedlichen Zielvorgaben und die allenfalls nur eingeschränkt funktionierenden flexiblen Mechanismen insgesamt höhere BIP-Verluste für die EU und die sonstigen Industrieländer entstehen können als hier ausgewiesen.

Tabelle 5-4: Auswirkungen auf das BIP im Vergleich zum Basisszenario «BAU» für das Jahr 2020 und als Veränderung der jährlichen BIP-Wachstumsrate ab 2012

	«Klimalenkungsabgabe mit Abkommen»			«klimaneutrale Schweiz»		
	2020 tiefes Welt- Wirtschafts- wachstum im Vergleich zu «BAU»	2020 hohes Welt- Wirtschafts- wachstum im Vergleich zu «BAU»	2020 sehr hohes Welt- Wirtschafts- wachstum im Vergleich zu «BAU»	2020 tiefes Welt- Wirtschafts- wachstum im Vergleich zu «BAU»	2020 hohes Welt- Wirtschafts- wachstum im Vergleich zu «BAU»	2020 sehr hohes Welt- Wirtschafts- wachstum im Vergleich zu «BAU»
Schweiz	-0.66%	-0.66%	-0.67%	0.00%	0.00%	0.01%
EU-27	-0.04%	-0.23%	-0.48%	-0.10%	-0.33%	-0.65%
Sonstige Industrieländer	-0.15%	-0.24%	-0.40%	-0.11%	-0.12%	-0.14%
Entwicklungsländer	-0.06%	-0.09%	-0.13%	-0.04%	-0.05%	-0.06%
Global	-0.10%	-0.19%	-0.34%	-0.08%	-0.15%	-0.23%
	Veränderung der jährlichen Wachstumsrate ab 2012			Veränderung der jährlichen Wachstumsrate ab 2012		
Schweiz	-0.08%	-0.08%	-0.08%	0.00%	0.00%	0.00%
EU-27	-0.01%	-0.03%	-0.06%	-0.01%	-0.04%	-0.08%
Sonstige Industrieländer	-0.02%	-0.03%	-0.05%	-0.01%	-0.02%	-0.02%
Entwicklungsländer	-0.01%	-0.01%	-0.02%	-0.01%	-0.01%	-0.01%
Global	-0.01%	-0.02%	-0.04%	-0.01%	-0.02%	-0.03%

B) Szenario «klimaneutrale Schweiz»

«Klimaneutrale Schweiz» ohne negative Auswirkungen auf das BIP

Das Szenario «klimaneutrale Schweiz» würde für die Schweiz zu keinen grösseren BIP-Veränderungen führen. Den negativen Effekten der Erhebung einer Finanzierungsabgabe und Kauf von ausländischen Gutschriften stehen positive Effekte über eine relativ verbesserte Wettbewerbsfähigkeit der Schweizer Wirtschaft gegenüber. Insgesamt heben sich diese positiven und negativen Effekte in etwa auf, so dass eine «klimaneutrale Schweiz» ohne BIP-Verluste verwirklicht werden könnte.

Die Auswirkungen auf das BIP verändern sich für die Schweiz nicht, unabhängig davon, welches BAU-Wachstum die anderen Länder haben, bzw. wie gross die Anstrengungen der anderen Länder zur Erreichung ihrer Minderungsziele sein müssen. 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.

5.2.2 Aussenhandelseffekte für die Schweiz

Der Einfluss auf die Ex- und Importe sind nicht sehr gravierend. Dies hat vor allem damit zu tun, dass die energieintensiven Sektoren in das IETS eingebunden sind. Grössere Verschiebungen der Wettbewerbsfähigkeit bleiben dadurch aus. Allerdings zeigt die Grafik 5-2, dass die Exporte im Szenario «Klimalenkungsabgabe» stärker zurückgehen, bzw. weniger zunehmen als im Szenario «klimaneutrale Schweiz». Die Import verändern sich in beiden Szenarien kaum (vgl. Grafik 5-3).

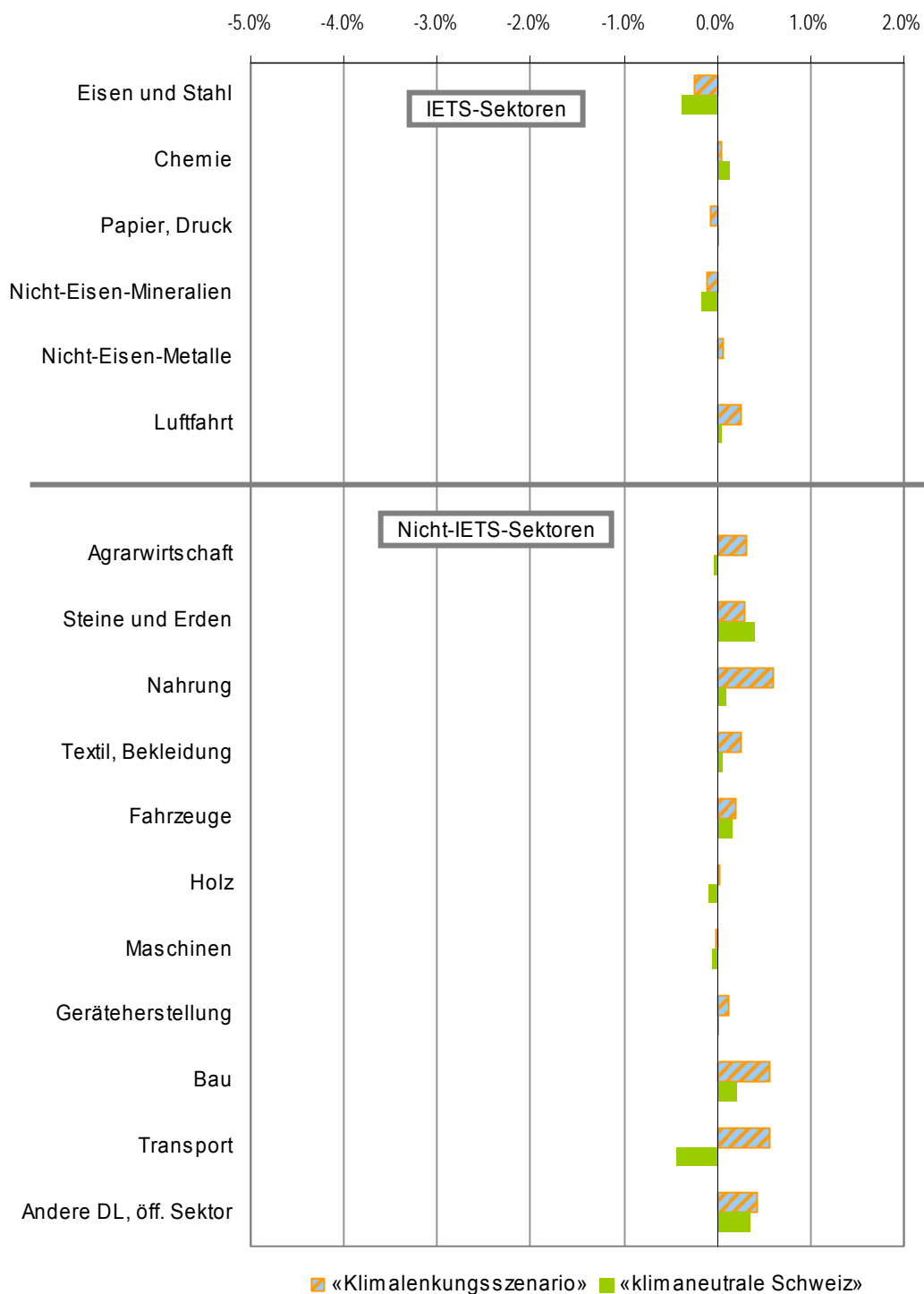
IETS-Sektoren

Die energieintensiven Sektoren sind im Szenario «Klimalenkungsabgabe» dem IETS unterstellt, im Szenario «klimaneutrale Schweiz» haben sie eine Finanzierungsabgabe in geringer Höhe zu entrichten. In beiden Szenarien wird in den IETS-Sektoren eine heimische CO₂-Minderung von rund -1% verlangt bzw. erzielt. Dies hat zur Folge, dass sich die Ex- und Importe der IETS-Sektoren beider Hauptszenarien kaum unterscheiden.

Nicht-IETS-Sektoren

Im Szenario «klimaneutrale Schweiz» sind keine sektoralen Exportveränderungen von mehr als +/- 1% zu erwarten. Einzig im Szenario «Klimalenkungsabgabe» berechnen wir in den vier Sektoren Agrarwirtschaft, Nahrung, Textil/Bekleidung sowie Transport ein Exportrückgang in der Grössenordnung von -2% bis -4%. Einschränkend muss hier erwähnt werden, dass es in der Realität vor allem in den Sektoren Nahrung sowie Textil/Bekleidung energieintensive Unternehmen gibt, die dem IETS unterstellt sind. Modelltechnisch konnte dies nicht adäquat erfasst werden (gilt für die Schweiz wie auch für die restlichen Regionen). So darf vermutet werden, dass gerade in diesen beiden Sektoren die Exportverluste nicht so hoch ausfallen, wie hier modellmässig berechnet.

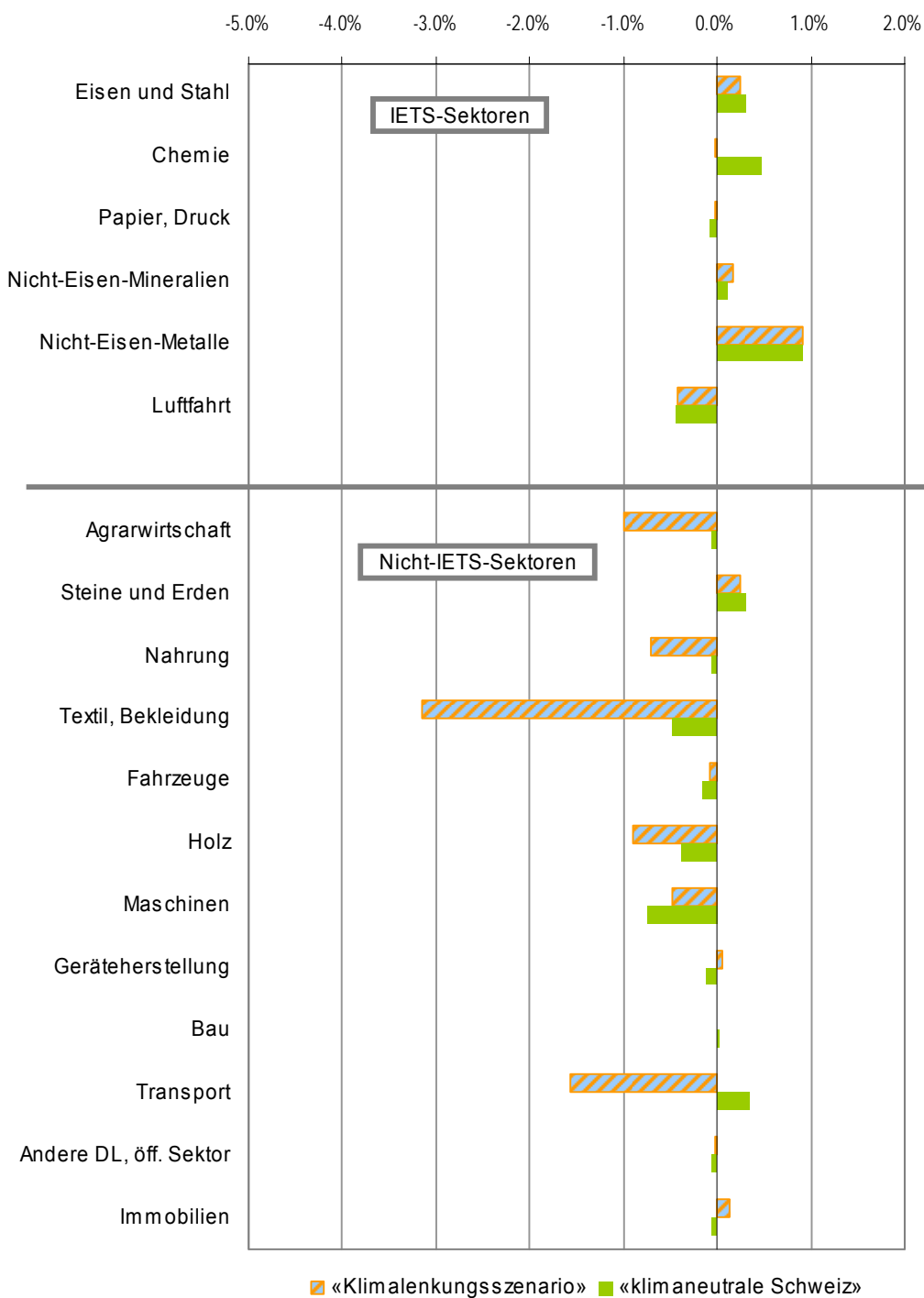
Grafik 5-2: Auswirkungen auf die Exporte im Vergleich zum Basisszenario «BAU», Jahr 2020

Grafik 5-3: Auswirkungen auf die Importe im Vergleich zum Basisszenario «BAU», Jahr 2020

5.2.3 Struktureffekte

Es sind keine gravierenden strukturellen Effekte zu erwarten. Dies hat vor allem damit zu tun, dass im Szenario «Klimalenkungsabgabe» die energieintensiven Sektoren in das IETS eingebunden sind. Die negativen Effekte in den Sektoren Nahrung und Textil/Bekleidung sind vermutlich leicht überschätzt (vgl. Ausführungen in Kapitel 5.2.2).

Grafik 5-4: Auswirkungen auf den Branchenoutput im Vergleich zum Basisszenario «BAU», Jahr 2020



5.3 Wohlfahrt und Verteilungswirkung

Nachfolgend wird die Wohlfahrtswirkung der klimapolitischen Massnahmen aufgezeigt (Kapitel 5.3.1). 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.

Im Kapitel 5.3.2 werden die Verteilungswirkungen aufgezeigt, also die Auswirkungen der klimapolitischen Massnahmen auf die «ärmeren» und «reicherer» Haushalte.⁵⁰

Das in Kapitel 5.3.1 und 5.3.2 verwendete Wohlfahrtsmass enthält nur den rein wirtschaftlichen Nutzen (Konsum) und keine Sekundärnutzen (bessere Luft, usw.). Im Kapitel 5.3.3 wird ein Teilaspekt dieser Sekundärnutzen quantifiziert (Rückgang der Luftschadstoffemissionen) und qualitativ aufgezeigt, mit welchen weiteren Sekundärnutzen potenziell 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.

5.3.1 Wohlfahrtswirkung

Welche Auswirkungen zeigen die klimapolitischen Szenarien auf die Wohlfahrt? Die Wohlfahrt entspricht in der hier zunächst unterstellten Betrachtung den Konsummöglichkeiten: Je mehr Konsum, desto höher die Wohlfahrt. Diese Betrachtung ist zwar nützlich, greift aber – wie oben erwähnt – zu kurz.

Die nachfolgende Tabelle 5-5 enthält die Wohlfahrtseffekte für die Schweiz (ohne Berücksichtigung der im nachfolgenden Kapitel dargestellten Sekundärnutzen der klimapolitischen Massnahmen) und die anderen im Modell abgebildeten Weltregionen.

⁵⁰ 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 «Klimalenkungsabgabe» und «klimaneutrale Schweiz» gestellt werden. Bei der Berechnung der HEV werden somit die veränderten Arbeits-, Kapital- und Konsumgüterpreise berücksichtigt.

Tabelle 5-5: Wohlfahrtseffekte im Vergleich zum Basisszenario «BAU» für das Jahr 2020 und als Veränderung der jährlichen Wachstumsrate der Wohlfahrt ab 2012

	«Klimalenkungsabgabe mit Abkommen»			«klimaneutrale Schweiz»		
	2020 tiefes Welt- Wirtschafts- wachstum	2020 hohes Welt- Wirtschafts- wachstum	2020 sehr hohes Welt- Wirtschafts- wachstum	2020 tiefes Welt- Wirtschafts- wachstum	2020 hohes Welt- Wirtschafts- wachstum	2020 sehr hohes Welt- Wirtschafts- wachstum
	im Vergleich zu «BAU»			im Vergleich zu «BAU»		
Schweiz	-0.50%	-0.50%	-0.52%	0.02%	0.02%	0.04%
EU-27	-0.01%	-0.10%	-0.25%	-0.07%	-0.25%	-0.49%
Sonstige Industrieländer	-0.14%	-0.20%	-0.32%	-0.13%	-0.15%	-0.18%
Entwicklungsländer	-0.06%	-0.15%	-0.29%	-0.01%	-0.03%	-0.05%
Global	-0.09%	-0.17%	-0.29%	-0.08%	-0.13%	-0.20%
	Veränderung der jährlichen Wachstumsrate ab 2012			Veränderung der jährlichen Wachstumsrate ab 2012		
Schweiz	-0.06%	-0.06%	-0.06%	0.00%	0.00%	0.00%
EU-27	0.00%	-0.01%	-0.03%	-0.01%	-0.03%	-0.06%
Sonstige Industrieländer	-0.02%	-0.03%	-0.04%	-0.02%	-0.02%	-0.02%
Entwicklungsländer	-0.01%	-0.02%	-0.04%	0.00%	0.00%	-0.01%
Global	-0.01%	-0.02%	-0.04%	-0.01%	-0.02%	-0.03%

A) Szenario «Klimalenkungsabgabe»: „Wohlfahrtsverluste“ sind tragbar

Im Szenario «Klimalenkungsabgabe» werden für die Schweiz Wohlfahrtsverluste von rund -0.5% für das Jahr 2020 berechnet. Dies bedeutet, dass die Wohlfahrt im Jahr 2020 0.5% tiefer liegt, als ohne klimapolitische Massnahmen (immer unter der Annahme, dass der Klimaschutz bis zum Jahr 2020 noch keinen Nutzen zeigt und auch die Sekundärnutzen nicht eingerechnet werden). Von allen Regionen verzeichnet die Schweiz den grössten Wohlfahrtsverlust, der allerdings in seiner Grössenordnung verkraftbar ist. Dass der Wohlfahrtsverlust verkraftbar ist, zeigt die Wirkung auf die jährliche Wachstumsrate: Gehen wir davon aus, dass ab 2012 die Massnahmen zur Erreichung der Ziele im Jahr 2020 eingeführt werden und schrittweise die Wirkung erhöht wird, so entspricht der Wohlfahrtsverlust der Schweiz von -0.50% einer jährlichen Wachstumseinbusse bei der Wohlfahrt von -0.06%.

Auch bei einem sehr hohen Wachstum der EU-27 und der sonstigen Industrieländer mit entsprechend grösseren Minderungsanstrengungen gegenüber der BAU-Entwicklung verzeich-

net die Schweiz die grössten Wohlfahrtsverluste. Die Wohlfahrtsverluste der Schweiz und der EU-27 bzw. der sonstigen Industrieländer nähern sich aber an.

B) Szenario «klimaneutrale Schweiz»: „Wohlfahrtsneutral“

Das Szenario «klimaneutrale Schweiz» würde für die Schweiz zu keinem Wohlfahrtsverlust führen (Begründung vgl. Ausführungen zum BIP).

Starke Supplementaritäts-Restriktionen „schaden“ den Entwicklungsländern

Wollen die Industrieländer – wie im Szenario «Klimalenkungsabgabe» - einen massgeblichen Teil ihrer Minderungsverpflichtung selber erbringen, so ist dies für die Entwicklungsländer aus Sicht der Wohlfahrt negativer zu bewerten als ein möglichst umfassender CDM-Handel ohne massgebliche Supplementaritäts-Restriktionen. Dies zeigt der Vergleich der Wohlfahrtsverluste zwischen den Szenarien «Klimalenkungsabgabe» und «klimaneutrale Schweiz». Im Szenario «Klimalenkungsabgabe» führen (vor allem bei hohem bzw. sehr hohem Wirtschaftswachstum) die Vermeidungsmassnahmen in den Industrieländern selber zu einer Verteuerung ihrer Exporte und zu einem Rückgang der Kaufkraft, was wohlfahrtsmässig die Entwicklungsländer negativ trifft.

Im Szenario «klimaneutrale Schweiz» profitieren die Entwicklungsländer vor allem auch von der viel grösseren Nachfrage auf dem CDM-Markt durch die sonstigen Industrieländer (inkl. Schweiz).

Die nachfolgende Tabelle 5-6 illustriert die „Vorteilhaftigkeit“ des CO₂-Handels – relativiert zugleich aber auch die Bedeutung: Alle vier Szenarien sind mit denselben Reduktionszielen berechnet (für die Schweiz gilt -30% für das Jahr 2020 gegenüber 1990, für die EU-27 ebenfalls -30% und für die sonstigen Industrieländer -25%). Im Szenario „Kein int. CO₂-Handel“ muss das gesamte Minderungsziel durch heimische Massnahmen erreicht werden. Im Szenario „Globaler nicht restringierter CO₂-Handel“ gibt es keine Supplementaritäts-Restriktionen mehr, d.h. es wird da CO₂ gemindert, wo es am günstigsten ist.⁵¹ Die Tabelle 5-6 zeigt, dass mit zunehmender Lockerung der Supplementaritäts-Restriktionen die globalen Wohlfahrtsverluste der Klimapolitik verringert werden und die Entwicklungsländer mit zunehmendem Handel weniger Wohlfahrtseinbussen zu verzeichnen haben. Die Tabelle zeigt aber auch, dass die Handelsgewinne global gesehen nicht sehr gross sind. Allerdings muss dazu bemerkt werden, dass innerhalb der einzelnen Regionen ein Handel zugelassen ist. Dass einzelne Länder doch relativ stark vom Handel profitieren können, zeigt das Beispiel der Schweiz.

⁵¹ Die berechneten Grenzvermeidungskosten bzw. CO₂-Abgaben und Zertifikatspreis sind der Tabelle 5-4 zu entnehmen.

Tabelle 5-6: Wohlfahrtseffekte 2020 für vier Szenarien mit unterschiedlichen CO₂-Handelsrestriktionen [CHF/tCO₂]

	Kein int. CO ₂ -Handel	«Klimalenkungsabgabe mit Abkommen»	«klima-neutrale Schweiz»	Globaler nicht restringierter CO ₂ -Handel
Jahr 2020, tiefes Welt-Wirtschaftswachstum				
[CHF/t CO ₂ , CHF2007]				
Schweiz	-1.22%	-0.50%	0.02%	0.02%
EU-27	-0.26%	-0.01%	-0.07%	-0.04%
Sonstige Industrieländer	-0.24%	-0.14%	-0.13%	-0.10%
Entwicklungsländer	-0.14%	-0.06%	-0.01%	-0.01%
Global	-0.22%	-0.09%	-0.08%	-0.06%

5.3.2 Verteilungswirkung

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.⁵² Die Haushaltgruppen unterscheiden sich nach ihrem Lebensstandard:

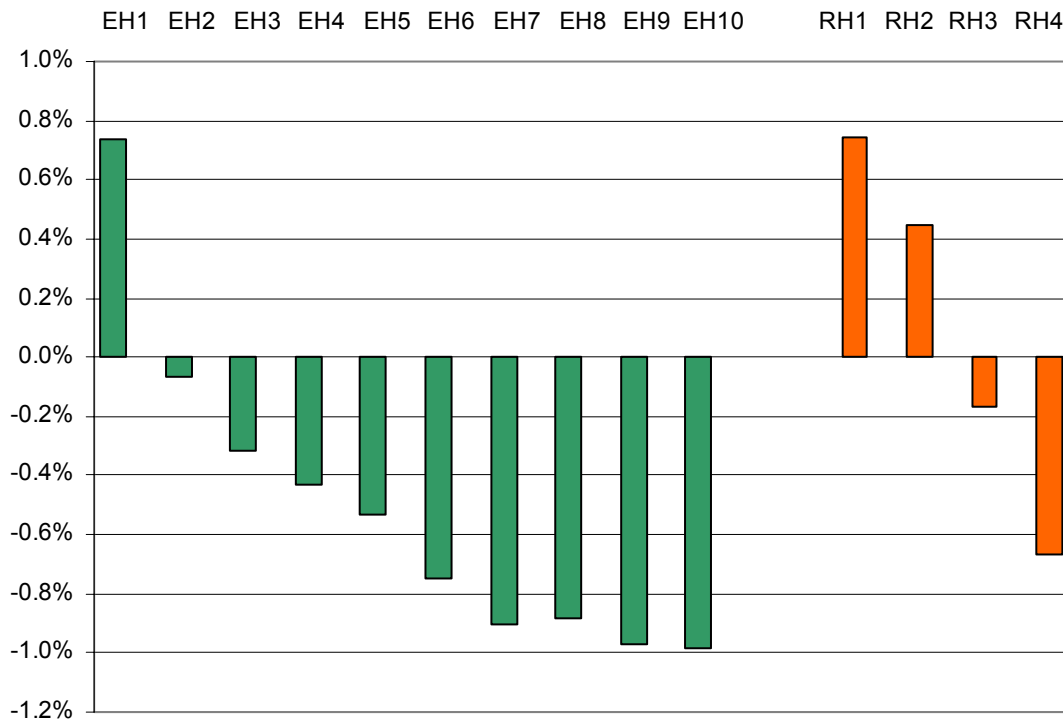
- von EH1 = „ärmste“ 10% der Erwerbshaushalte („ärmstes“ Dezil)
- bis EH10 = „reichste“ 10% der Erwerbshaushalte („reichstes“ Dezil)
- von RH1 = „ärmste“ 25% der Rentnerhaushalte („ärmstes“ Rentnerquartil)
- bis RH4 = „reichste“ 25% der Rentnerhaushalte („reichstes“ Rentnerquartil)

Die Wohlfahrtsverluste für die 14 Haushaltgruppen sind für die beiden Hauptszenarien in der Grafik 5-5 und der Grafik 5-6 dargestellt. Bei den nachfolgend dargelegten Wohlfahrtsverlusten sind die im nachfolgenden Kapitel diskutierten Sekundärnutzen noch nicht enthalten.⁵³

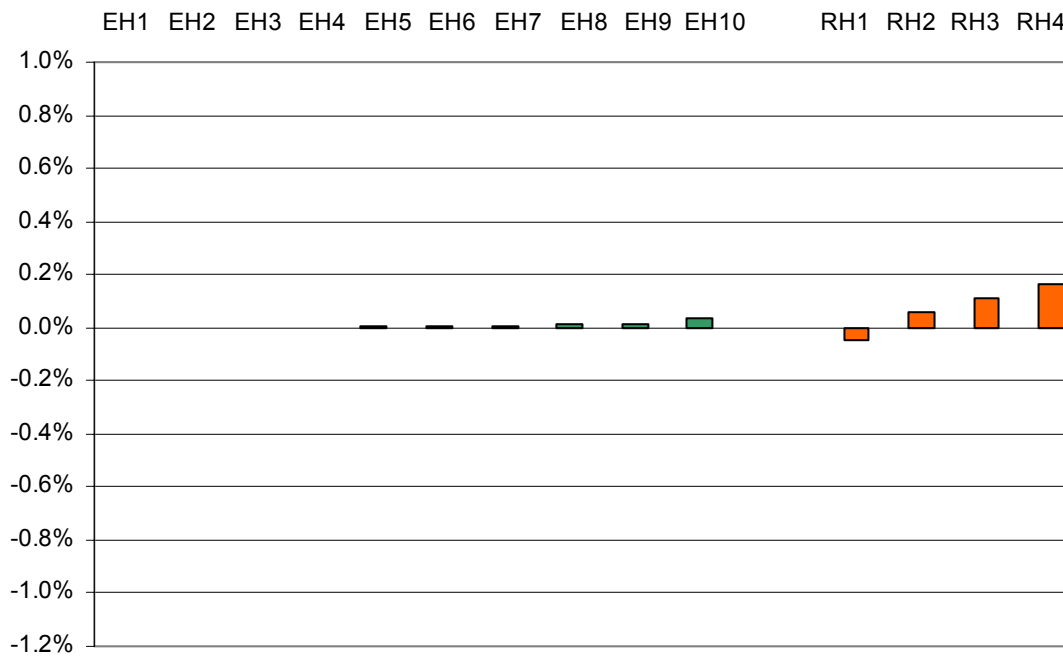
⁵² Die Profile stammen aus einer Analyse für das Jahr 2001, welche im Rahmen der Arbeiten von Ecoplan für die Bundeskanzlei (Projekt SWISSGEM) erstellt wurden. Die Profile wurden dann mit Hilfe der aggregierten Konsumdaten auf 2005 hochgerechnet.

⁵³ Da die Zuordnung der Sekundärnutzen auf die einzelnen Haushalte nicht klar ist, wird darauf verzichtet.

Grafik 5-5: Verteilungswirkung – Wohlfahrtsveränderung für „ärmere“ und „reichere“ Haushalte im Szenario «Klimalenkungsabgabe»



Grafik 5-6: Verteilungswirkung – Wohlfahrtsveränderung für „ärmere“ und „reichere“ Haushalte im Szenario «klimaneutrale Schweiz»



A) Szenario «Klimalenkungsabgabe»: Die „ärmsten“ gewinnen

Trotz generellem Wohlfahrtsverlust, der alle Haushalte trifft, kann für die ärmsten Haushalte mit einem – zwar sehr beschränkten – Wohlfahrtsgewinn gerechnet werden (vgl. Grafik 5-5). Die 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 wirkt sich vor allem die Pro-Kopf-Rückverteilung für die ärmeren – tendenziell kinderreichen – Familienhaushalte aus. Die ärmeren Rentner profitieren ebenfalls von der Pro-Kopf-Rückverteilung und weil sie von den negativen Auswirkungen der Abgabe auf die Löhne kaum betroffen sind (die Abgabe schlägt vor allem auf den relativ immobilien Faktor Arbeit zurück und weniger auf den relativ mobilen Faktor Kapital).

B) Szenario «klimaneutrale Schweiz»: Keine grösseren Verteilungswirkungen

Die Verteilungswirkungen sind im Szenario «klimaneutrale Schweiz» erwartungsgemäss kaum von Bedeutung (vgl. Grafik 5-6). Verantwortlich für die Verteilungswirkungen sind in erster Linie die veränderten Faktorpreise: Die kaum spürbare Besserstellung der reicheren Haushalte ist auf den leicht gestiegenen Faktorpreis für Kapital zurückzuführen.

5.3.3 Sekundärnutzen klimapolitischer Massnahmen

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

a) Sekundärnutzen inländischer Emissionsreduktionsmassnahmen

Folgende Sekundärnutzen, welche in den im Kapitel 5 dargestellten Resultaten nicht enthalten sind, werden diskutiert:⁵⁴

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

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

⁵⁴ Der im Gutachten Econcept (2008) erwähnte Sekundärnutzen, dass die Branchen je nach klimapolitischen Massnahmen unterschiedlich profitieren, ist in den Modellrechnungen bereits enthalten.

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 CO₂, sondern auch weniger schädliche Luftschadstoffe wie NO_x, SO₂ oder VOC emittiert werden. Auf Basis der Arbeiten von Ecoplan (2007c) 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 8-20 zu entnehmen. Das Vorgehen für die Quantifizierung der Sekundärnutzen folgt Ecoplan (2007c), wobei folgende Ergänzungen gemacht wurden: (1) Erweiterung um die Schadensbereiche Ernteauffälle, Biosphäre und Biodiversität gemäss Econcept (2008), (2) Expliziter Einbezug der Kohleemissionen. Tabelle 8-21 und Tabelle 8-22 zeigen die aktualisierten Werte für die Berechnung der Sekundärnutzen, wobei unterstellt wurde, dass die spezifischen Grenzkosten mit dem BIP zunehmen.

Tabelle 5-7: Sekundärnutzen aus der Luftschadstoffreduktion

		Jahr	
		«Klimalenkungsabgabe» 2020	«klimaneutrale Schweiz» 2020
Sekundärnutzen aus der Reduktion der Luftschadstoffemissionen	[Mio. CHF, CHF2005]	138	18
	[BIP%]	0.03%	0.00%

Die Sekundärnutzen im Szenario «Klimalenkungsabgabe» sind um ein Vielfaches höher als im Szenario «klimaneutrale Schweiz». Dies darum, weil im Szenario «klimaneutrale Schweiz» über 90% der Minderung über den Zukauf von ausländischen Gutschriften erreicht wird, im Inland also kaum Sekundärnutzen anfallen.

Die monetarisierbaren Sekundärnutzen sind allerdings auch im Szenario «Klimalenkungsabgabe» mit 0.03% sehr klein und vermögen den Wohlfahrtsverlust von -0.5% kaum abzumildern.

Reduktion von Lärm und Unfällen durch geringeres Verkehrsaufkommen

Die klimapolitischen Massnahmen werden dazu führen, dass weniger Treibstoff verbraucht wird. Wie stark das Verkehrsaufkommen auf der Strasse dadurch zurückgeht, kann auf Basis der vorliegenden Modellresultate nicht bestimmt werden, da die Effekte „Rückgang der gefahrenen Fahrzeugkilometer“, „höherer Fahrzeugbesetzungsgrad“ und „Einsatz effizienterer Verkehrsmittel“ nicht aufgetrennt werden können.

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 Importen an ausländischen CO₂-Gutschriften

Die klimapolitischen Massnahmen führen zu einem Rückgang der fossilen Energieimporte. Im Szenario «Klimalenkungsabgabe» bewegen sich die im Jahr 2020 eingesparten fossilen Energieimporte in der Grössenordnung vom 1.3 Mrd. CHF (vgl. Tabelle 5-8).⁵⁵ Im Szenario «klimaneutrale Schweiz» gehen die fossilen Energieimporte nur marginal zurück; dies gilt auch dann, wenn auf dem CDM-Markt mit höheren Preisen (um 30 CHF/t CO₂) zu rechnen ist. Muss – wie im Szenario «Klimalenkungsabgabe» - weniger Geld für die fossilen Energieimporte ausgegeben werden, so wird die Wirtschaft weniger abhängig von Preisschwankungen bei den fossilen Energieträgern. Auch darf eine positive Wirkung auf die Versorgungssicherheit erwartet werden.

Der Kauf von ausländischen CO₂-Gutschriften hat eine Erhöhung der Auslandabhängigkeit zur Folge. Die Auswirkungen sind aber sehr gering, wie Tabelle 5-8 zeigt. Per Saldo kann festgehalten werden, dass mit dem Szenario «Klimalenkungsabgabe» die Auslandabhängigkeit spürbar vermindert wird. Im Szenario «klimaneutrale Schweiz» wird die Auslandabhängigkeit, gemessen am Wert für fossile Energien und CO₂-Gutschriften, weder vergrössert noch verringert.

⁵⁵ Die Tabelle 8-24 zeigt die Umrechnung des fossilen Energienachfragerückgangs im Jahr 2020 auf Tonnen Rohöläquivalent und Millionen Barrel Rohöläquivalent.

Tabelle 5-8: Veränderung der Auslandabhängigkeit bei Szenarien «Klimalenkungsabgabe» und «klimaneutrale Schweiz» (bei vollkommenem und unvollkommenem CDM-Markt)

Reduktion Auslandabhängigkeit bei fossilen Brenn- und Treibstoffe			
	in %	Millionen Barrel Rohöläquivalent Jahr 2020	Veränderung der Importe von fossilen Energieträger (bewertet mit 100 US\$/Barrel, zu Preisen 2007) [Mio. CHF]
Klimalenkungsabgabe i. Vgl. zu BAU			
- vollkommener CDM-Markt (tiefe CDM-Preise)	-11.2%	-10.5	-1'256
- unvollkommener CDM-Markt (hohe CDM-Preise)	-11.7%	-11.0	-1'315
Klimaneutrale Schweiz i.Vgl. zu BAU			
- vollkommener CDM-Markt (tiefe CDM-Preise)	-0.6%	-0.6	-68
- unvollkommener CDM-Markt (hohe CDM-Preise)	-2.0%	-1.9	-228
Zunahme der Auslandabhängigkeit durch Zukauf ausl. CO2-Gutschriften			
	Ausl. CO2- Gutschriften [Mio. t CO2]	Preis ausl. CO2- Gutschrift (zu Preisen 2007) [CHF/t CO2]	Importe von ausl. CO2-Gutschriften [Mio. CHF]
Klimalenkungsabgabe i. Vgl. zu BAU			
- vollkommener CDM-Markt (tiefe CDM-Preise)	4.0	10.0	40
- unvollkommener CDM-Markt (hohe CDM-Preise)	3.9	28.7	111
Klimaneutrale Schweiz i.Vgl. zu BAU			
- vollkommener CDM-Markt (tiefe CDM-Preise)	8.0	10.3	83
- unvollkommener CDM-Markt (hohe CDM-Preise)	7.5	28.7	215
Saldo der Auslandabhängigkeit			
			Netto-Importe [Mio. CHF]
Klimalenkungsabgabe i. Vgl. zu BAU			
- vollkommener CDM-Markt (tiefe CDM-Preise)			-1'216
- unvollkommener CDM-Markt (hohe CDM-Preise)			-1'204
Klimaneutrale Schweiz i.Vgl. zu BAU			
- vollkommener CDM-Markt (tiefe CDM-Preise)			15
- unvollkommener CDM-Markt (hohe CDM-Preise)			-13

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 CO₂- 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:⁵⁶

- 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 beiden Hauptszenarien «Klimalenkungsabgabe mit Abkommen» und «klimaneutrale Schweiz»?

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-Projekten, 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 beiden Hauptszenarien: Mit der Ausweitung des CDM-Marktes kann 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 Potenzi-

⁵⁶ Der im Gutachten Econcept (2008) erwähnte Sekundärnutzen, dass die Branchen je nach klimapolitischen Massnahmen unterschiedlich profitieren, ist in den Modellrechnungen bereits enthalten.

al für Technologietransfer bestehen, 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.

Werden bei beiden Szenarien die Zertifikate auf dem freien Markt – also ohne eigene Mitinitiation und möglicher beeinflussbarer Lieferantenbindung bei CDM-Projekten – eingekauft ergeben sich keine Unterschiede bei der möglichen Ausschöpfung des Technologietransferpotenzials zwischen den beiden Szenarien. Die Unterschiede zwischen den Szenarien «Klimalenkungsabgabe» und «klimaneutrale Schweiz» 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 beim Szenario «klimaneutrale Schweiz» aufgrund des grösseren CDM-Engagements höher ist. Fraglich ist allerdings, ob sich die Schweiz bei solchen Projekten gegenüber anderen potenziellen Mitbewerbern aus den anderen Industrieländern durchsetzen kann, da sie selber im Inland kaum nennenswerte Anstrengungen zur CO₂-Minderung unternimmt.

Fazit: Das Potenzial für Technologietransfers bei CDM-Projekten wird wachsen. Ob im Szenario «klimaneutrale Schweiz» aufgrund des höheren CDM-Engagements mehr Technologietransfer aus der Schweiz in die CDM-Projekte realisieren ist, kann heute noch nicht abgeschätzt werden.

Beitrag des CDM zur nachhaltigen Entwicklung der ärmsten Länder

Leisten die CDM einen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung der ärmsten Länder und welche potenziellen Unterschiede ergeben sich diesbezüglich zwischen den beiden Hauptszenarien «Klimalenkungsabgabe mit Abkommen» und «klimaneutrale Schweiz»?

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.

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 im Szenario «klimaneutrale Schweiz» mehr für die nachhaltige Entwicklung ärmerer Länder leistet als das Szenario «Klimalenkungsabgabe» hängt ab von der künftigen Ausgestaltung und Regulierung des CDM-Marktes bzw. dem Ausmass des direkten Schweizer Engagements für nachhaltige CDM-Projekte.

6 Nebenszenarien und Sensitivitätsanalyse

In diesem Kapitel werden die Resultate der Nebenszenarien präsentiert. Dabei werden folgende Fragen beantwortet:

- «Klimalenkungsabgabe ohne Abkommen»: Was passiert, wenn kein internationales Abkommen zustande kommt? (vgl. Kapitel 6.1)
- «Klimalenkungsabgabe: Zusatzeffekt zur bestehenden CO₂-Abgabe»: Wie gross wären die Auswirkungen, wenn für die Schweiz angenommen wird, dass in der Referenzentwicklung (BAU) eine CO₂-Abgabe mit 36 CHF/t CO₂ bereits eingeführt wird? Es interessiert hier also nur der zusätzliche Effekt, der über die CO₂-Abgabe von 36 CHF/t CO₂ zu treffenden Massnahmen. (vgl. Kapitel 6.2)
- «Klimaneutral Schweiz bei unvollkommenem CDM-Markt»: Mit welchen Auswirkungen ist zu rechnen, wenn der CDM-Markt nicht vollkommen bzw. ineffizient ist? (vgl. Kapitel 6.3)
- Einfluss eines höheren Ölpreises: Welchen Einfluss hat ein langfristig höherer Ölpreis auf die CO₂-Abgabehöhe und die Wohlfahrt? (vgl. Kapitel 6.4)

Weiter werden einige Modell-Annahmen geändert und analysiert, wie die Resultate reagieren (Sensitivitätsanalyse, vgl. Kapitel 6.5).

6.1 «Klimalenkungsabgabe ohne Abkommen»

Im Rahmen dieses Szenarios wird untersucht, welche Auswirkungen zu erwarten sind, wenn kein internationales Abkommen zustande kommt. Dabei wird unterstellt, dass die Schweiz und die EU-27 ihre selbst gesteckten Ziele bis 2020 erreichen, aber keine zusätzlichen Minderungsziele mehr eingehen. Die sonstigen Industrieländer und die Entwicklungsländer treffen keine zusätzlichen Massnahmen. Es wird also untersucht, welche Wohlfahrtswirkungen zu erwarten sind, wenn die Schweiz und die EU-27 ihre Ziele bis 2020 im «Alleingang» erreichen, dann aber keine weitere klimapolitische Anstrengungen mehr unternehmen, da die sonstigen Industrieländer keine klimapolitischen Verpflichtungen eingehen.

Ohne Abkommen ist die Klimalenkungsabgabe niedriger

Wie die nachfolgende Tabelle 6-1 zeigt, sind die Grenzvermeidungskosten bzw. die nötigen Klimalenkungsabgaben tiefer, wenn kein internationales Abkommen zwischen der EU und den sonstigen Industrieländern zustande kommt. So beträgt bspw. die Klimalenkungsabgabe für die Schweiz statt 155 CHF/t CO₂ im Szenario „mit Abkommen“ nur noch 144 CHF/t CO₂ für das Szenario „ohne Abkommen“. Ursache dafür ist das „carbon leakage“: Im Szenario „ohne Abkommen“ werden relativ energie- bzw. CO₂-intensive Prozesse vermehrt in Ländern/Regionen erbracht, die keine ambitionierte Klimapolitik betreiben, also vor allem in den sonstigen Industrieländern.

Im IETS-Bereich liegen die Grenzvermeidungskosten tiefer, weil die Nachfrage des Nicht-IETS-Bereichs der sonstigen Industrieländer auf dem CDM-Markt wegfällt. Der CDM-Preis bricht dadurch fast vollständig zusammen.

Tabelle 6-1: Klimalenkungsabgabe MIT und OHNE Abkommen im Vergleich: Grenzvermeidungskosten, BIP und Wohlfahrt für das Jahr 2020

		«Klimalenkungsabgabe MIT Abkommen»			«Klimalenkungsabgabe OHNE Abkommen»		
		2020 tiefes Welt- Wirtschafts- wachstum	2020 hohes Welt- Wirtschafts- wachstum	2020 sehr hohes Welt- Wirtschafts- wachstum	2020 tiefes Welt- Wirtschafts- wachstum	2020 hohes Welt- Wirtschafts- wachstum	2020 sehr hohes Welt- Wirtschafts- wachstum
Grenzvermeidungskosten		[CHF/t CO ₂ , CHF2007]			[CHF/t CO ₂ , CHF2007]		
Schweiz	Klimalenkungsabgabe	155	166	181	144	147	150
IETS	IETS-Preis	10	13	17	5	9	11
EU-27	Zertifikatepreis Nicht-IETS-Bereich	19	62	123	13	47	95
Sonstige Industrieländer	Zertifikatepreis Nicht-IETS-Bereich	26	53	95	-	-	-
Entwicklungsländer	CDM-Preis	7	7	7	1	1	1
BIP		im Vergleich zu «BAU»			im Vergleich zu «BAU»		
Schweiz		-0.66%	-0.66%	-0.67%	-0.69%	-0.70%	-0.71%
EU-27		-0.04%	-0.23%	-0.48%	-0.12%	-0.35%	-0.66%
Sonstige Industrieländer		-0.15%	-0.24%	-0.40%	0.01%	0.01%	0.02%
Entwicklungsländer		-0.06%	-0.09%	-0.13%	-0.02%	-0.03%	-0.04%
Global		-0.10%	-0.19%	-0.34%	-0.03%	-0.08%	-0.15%
Wohlfahrt		im Vergleich zu «BAU»			im Vergleich zu «BAU»		
Schweiz		-0.50%	-0.50%	-0.52%	-0.54%	-0.54%	-0.55%
EU-27		-0.01%	-0.10%	-0.25%	-0.10%	-0.27%	-0.52%
Sonstige Industrieländer		-0.14%	-0.20%	-0.32%	0.00%	0.00%	0.00%
Entwicklungsländer		-0.06%	-0.15%	-0.29%	-0.02%	-0.04%	-0.08%
Global		-0.09%	-0.17%	-0.29%	-0.03%	-0.07%	-0.13%

Ohne Abkommen verdoppeln sich die BIP- und Wohlfahrtsverluste für die EU-27

Kommt kein internationales Abkommen zwischen der EU-27 und den sonstigen Industrieländern zustande, so muss vor allem die EU-27 doch recht bedeutende zusätzliche BIP- und

Wohlfahrtsverluste hinnehmen (Differenz zwischen dem Szenario „mit Abkommen“ und dem Szenario „ohne Abkommen“). In einer ganz groben Betrachtung kann davon ausgegangen werden, dass sich die negativen wirtschaftlichen und wohlfahrtsmässigen Auswirkungen für die EU-27 in etwa verdoppeln, wenn kein internationales Abkommen zustande kommt. Dies trotz der weniger ambitionierten Minderungsverpflichtungen im Szenario „ohne Abkommen“.

Die sonstigen Industrieländer haben keinen wirtschaftlichen Anreiz, ein Abkommen zu schliessen

Die sonstigen Industrieländer fahren „ohne Abkommen“ aus wirtschaftlicher Sicht besser. Die EU-27 produziert durch die klimapolitischen Massnahmen zu höheren Kosten, was die Wettbewerbsfähigkeit tangiert. Davon profitieren vor allem die sonstigen Industrieländer, welche Konkurrenten auf dem Weltmarkt und Handelspartner der EU-27 sind. Aus einer rein wirtschaftlichen und die positiven Aspekte einer griffigen Klimapolitik ignorierenden Sicht haben die sonstigen Industrieländer keinen Anreiz, ein solches Abkommen mit der EU-27 einzugehen.

Auch Entwicklungsländer sind von einem internationalen Abkommen zwischen den Industrieländern betroffen

Das Zustandekommen eines internationalen Abkommens zwischen der EU-27 und den sonstigen Industrieländern hat aber auch für die Entwicklungsländer Konsequenzen – sogar grössere Konsequenzen als für das Industrieland Schweiz. Kommt ein Abkommen zwischen der EU-27 und den sonstigen Industrieländern zustande, so sind die Entwicklungsländer bzgl. dem BIP und der Wohlfahrt doch merklich negativ betroffen. Zwei Aspekte spielen dabei eine Rolle: 1) Beim Zustandekommen eines Abkommens wird die globale Wirtschaftsentwicklung als Ganzes leicht „gebremst“, was auch die Entwicklungsländer negativ zu spüren bekommen. 2) Unter einem internationalen Abkommen wird sich vor allem die Energienachfrage deutlich reduzieren. Da die Entwicklungsländer (unter denen auch die Ölförderländer subsumiert sind) das Hauptangebot an Energie- und sonstigen Ressourcen stellen, sind sie am unmittelbarsten vom Rückgang der globalen Energienachfrage betroffen.

Das Zustandekommen eines Abkommens zwischen EU und sonstigen Industrieländer hat auf die Schweiz kaum wirtschaftliche Auswirkungen

Sowohl das BIP wie auch die Wohlfahrt verschlechtern sich zwar für die Schweiz ganz wenig, wenn das von der EU angestrebte Abkommen mit den sonstigen Industrieländern nicht zustande kommt. Für die Schweiz sind zwei gegenläufige Effekte dafür verantwortlich: 1) ohne Abkommen ist die Klimalenkungsabgabe tiefer, was kleinere BIP-Einbussen erwarten lässt, 2) die EU-27 als Haupthandelspartner der Schweiz muss im Szenario „ohne Abkommen“ mit einem zusätzlichen Rückgang des BIPs und der Wohlfahrt rechnen, was den Exportmarkt für die Schweiz negativ beeinflusst, was BIP und Wohlfahrt negativ beeinflussen wird.

6.2 «Klimalenkungsabgabe: Zusatzeffekt zur bestehenden CO₂-Abgabe»

Bei den bisherigen Ausführungen sind in der Referenzentwicklung (BAU) die Effekte der bereits beschlossenen CO₂-Abgabe auf Brennstoffen noch nicht berücksichtigt. Die nachfolgende Tabelle zeigt den Zusatzeffekt einer Klimalenkungsabgabe, wenn davon ausgegangen wird, dass die bestehende CO₂-Abgabe bestehen bleibt und auf 36 CHF/t CO₂ angehoben wird (rechte Hälfte der Tabelle). Die Tabelle zeigt zum Vergleich noch einmal die Resultate des Hauptszenarios «Klimalenkungsabgabe mit Abkommen».

Tabelle 6-2: Gesamteffekt vs. Zusatzeffekt einer «Klimalenkungsabgabe» im Vergleich: Grenzvermeidungskosten, BIP und Wohlfahrt für das Jahr 2020

	«Klimalenkungsabgabe mit Abkommen» Gesamteffekte unter Einrechnung der beschlossenen CO ₂ -Abgabe von 36 CHF/t auf Brennstoffen			«Klimalenkungsabgabe mit Abkommen» Zusätzliche Effekte zur beschlossenen CO ₂ -Abgabe von 36 CHF/t auf Brennstoffen		
	2020 tiefes Welt- Wirtschafts- wachstum	2020 hohes Welt- Wirtschafts- wachstum	2020 sehr hohes Welt- Wirtschafts- wachstum	2020 tiefes Welt- Wirtschafts- wachstum	2020 hohes Welt- Wirtschafts- wachstum	2020 sehr hohes Welt- Wirtschafts- wachstum
Grenzvermeidungskosten	[CHF/t CO ₂ , CHF2007]			[CHF/t CO ₂ , CHF2007]		
Schweiz Klimalenkungsabgabe	155	166	181	125	140	153
BIP	im Vergleich zu «BAU»			im Vergleich zu «BAU»		
Schweiz	-0.66%	-0.66%	-0.67%	-0.53%	-0.53%	-0.53%
Wohlfahrt	im Vergleich zu «BAU»			im Vergleich zu «BAU»		
Schweiz	-0.50%	-0.50%	-0.52%	-0.39%	-0.40%	-0.41%

Würde auf der geplanten CO₂-Abgabe von 36 CHF/t CO₂ eine Klimalenkungsabgabe erhoben, so müsste diese bei 125 CHF/t CO₂ angesetzt werden. Wird die CO₂-Abgabe von 36 CHF/t CO₂ ersetzt durch die Klimalenkungsabgabe, so würde die Klimalenkungsabgabe 155 CHF/t CO₂ betragen (immer unter der Annahme eines tiefen Weltwirtschaftswachstums). Obwohl die Basis einer Klimalenkungsabgabe vor allem durch den Einbezug der Treibstoffe fast verdoppelt wird, muss die Abgabe trotzdem um 30 CHF/t CO₂ (von 125 auf 155 CHF/t CO₂) angehoben werden. Dies erklärt sich dadurch, dass der Treibstoffbereich viel weniger elastisch auf die Klimalenkungsabgabe reagiert als der Brennstoffbereich.

Geht man davon aus, dass eine CO₂-Abgabe in der Höhe von 36 CHF/t CO₂ auf alle Fälle eingeführt wird und ist nur am Zusatzeffekt einer Klimalenkungsabgabe interessiert, so fällt dieser bzgl. der BIP- und Wohlfahrtswirkung weniger negativ aus als der Gesamteffekt der Klimalenkungsabgabe: Die zusätzliche Belastung der Klimalenkungsabgabe verschlechtert die Wohlfahrt um rund -0.4% und das BIP um -0.53%. Damit liegt der Zusatzeffekt rund 20% tiefer als der Gesamteffekt (-0.5% für die Wohlfahrt und -0.66% für das BIP).

6.3 «Klimaneutrale Schweiz bei unvollkommenem CDM-Markt»

Im Hauptszenario «klimaneutrale Schweiz» (vgl. Ausführungen im Kapitel 5) wurde davon ausgegangen, dass ein vollkommener, kosteneffizienter CDM-Markt existiert. Aus diversen Gründen⁵⁷ kann unterstellt werden, dass auch in Zukunft der CDM-Markt nicht effizient funktioniert. An dieser Stelle wollen wir nicht die Gründe für ein nicht optimales Funktionieren des CDM-Marktes analysieren, sondern vielmehr die Auswirkungen eines nicht optimalen CDM-Marktes auf die Industrieländer untersuchen. Nicht thematisiert werden die Auswirkungen auf die Entwicklungsländer, da hier die verschiedenen Gründe für das Nichtfunktionieren eines optimalen CDM-Marktes explizit erfasst werden müssten. Für die Analyse der Auswirkungen auf die Entwicklungsländer genügt es, den Einfluss eines höheren CDM-Preises auf Wirtschaft und Wohlfahrt zu betrachten. Die nachfolgende Tabelle 6-3 zeigt das Szenario «klimaneutrale Schweiz mit unvollkommenem CDM-Markt», wobei für den unvollkommenen CDM-Markt ein Preis von rund 30 CHF/t CO₂ unterstellt wird.⁵⁸

Höhere CDM-Preise führen für die Schweiz zu BIP- und Wohlfahrtsverlusten von -0.1%

Der Vergleich der beiden Szenarien mit vollkommenem und unvollkommenem CDM-Markt (Tabelle 6-3) zeigt, dass bei einem unvollkommenem CDM-Markt mit einem CDM-Preis von rund 30 CHF/t CO₂ mit einer zusätzlichen BIP- und Wohlfahrtseinbusse von rund -0.1% zu rechnen ist. Dies gilt für die Schweiz und die EU-27. Für die sonstigen Industrieländer wären die BIP- und Wohlfahrtsverluste im Vergleich zur Schweiz bzw. zur EU-27 leicht höher.

⁵⁷ Unvollkommene Information, nicht alle Länder beteiligen sich am CDM-Markt, grosse CDM-Länder (wie bspw. China) restringieren ihr CDM-Angebot oder setzen Mindestpreise, usw.

⁵⁸ Modellmässig wurde der CDM-Preis über eine entsprechende Erhöhung der CDM-Transaktionskosten auf das Niveau von ungefähr 30 CHF/t CO₂ angehoben (die CDM-Transaktionen werden im Modell durch den Einsatz von Arbeit aus den Entwicklungsländern produziert). Die Tabelle 6-3 beschränkt sich auf die Darstellung der Auswirkungen auf die Industrieländer (inkl. EU-27 und CH). Wie im Haupttext erwähnt, müsste für die Analyse der Auswirkungen auf die Entwicklungsländer die Art und Weise des partiellen „Versagens“ des CDM-Marktes explizit modellmässig formuliert werden (bspw. Restriktionen beim Angebot).

Tabelle 6-3: Auswirkungen eines vollkommenen und unvollkommenen CDM-Marktes im Vergleich: Grenzvermeidungskosten, BIP und Wohlfahrt für das Jahr 2020

	«klimaneutrale Schweiz» vollkommener CDM-Markt			«klimaneutrale Schweiz» unvollkommener CDM-Markt			
	2020 tiefes Welt- Wirtschafts- wachstum	2020 hohes Welt- Wirtschafts- wachstum	2020 sehr hohes Welt- Wirtschafts- wachstum	2020 tiefes Welt- Wirtschafts- wachstum	2020 hohes Welt- Wirtschafts- wachstum	2020 sehr hohes Welt- Wirtschafts- wachstum	
Grenzvermeidungskosten	[CHF/t CO ₂ , CHF2007]			[CHF/t CO ₂ , CHF2007]			
Schweiz	Klimalenkungsabgabe	10	11	12	29	30	31
IETS	IETS-Preis	10	13	17	29	30	31
EU-27	Zertifikatepreis Nicht-IETS-Bereich	16	52	100	29	56	106
Sonstige Industrieländer	Zertifikatepreis Nicht-IETS-Bereich	10	11	12	29	30	31
BIP	im Vergleich zu «BAU»			im Vergleich zu «BAU»			
Schweiz		0.00%	0.00%	0.01%	-0.10%	-0.11%	-0.11%
EU-27		-0.10%	-0.33%	-0.65%	-0.22%	-0.41%	-0.73%
Sonstige Industrieländer		-0.11%	-0.12%	-0.14%	-0.26%	-0.29%	-0.33%
Wohlfahrt	im Vergleich zu «BAU»			im Vergleich zu «BAU»			
Schweiz		0.02%	0.02%	0.04%	-0.06%	-0.08%	-0.07%
EU-27		-0.07%	-0.25%	-0.49%	-0.18%	-0.33%	-0.58%
Sonstige Industrieländer		-0.13%	-0.15%	-0.18%	-0.26%	-0.32%	-0.38%

6.4 Einfluss eines hohen Ölpreises

In den Hauptszenarien im Kapitel 5 sind wir im Jahr 2020 von einem Ölpreis von 100 US\$/Fass (zu Preisen 2007) ausgegangen. In diesem Szenario untersuchen wir den Einfluss eines höheren Ölpreises. Wir beschränken uns dabei auf eine Ölpreiserhöhung um 65% also auf 165 US\$/Fass, da eine solche Erhöhung noch innerhalb der Aussagekraft des angewendeten Modells ist.⁵⁹

Im Rahmen der nachfolgenden Ausführungen geht es nicht darum, den Einfluss eines hohen Ölpreises auf die Wirtschaft zu analysieren (vgl. dazu Ecoplan 2007b), sondern um den Einfluss des hohen Ölpreises auf die Ausgestaltung der Klimapolitik bei gegebener und unver-

⁵⁹ Deutlich höhere Ölpreise können mit dem hier angewandten Modell nicht mehr simuliert werden, da in einem solchen Fall schon mittelfristig – also bis 2020 – mit dem verbreiteten Einsatz verschiedener Backstop-Technologien gerechnet werden muss. Diese sind im Modell nicht explizit erfasst, so dass das Modell nur für einen beschränkten Umfang Ölpreiserhöhungen aussagekräftig simulieren kann.

änderter klimapolitischer Zielsetzung. Für die Interpretation der Ergebnisse ist zu beachten, dass beim Szenario mit hohem Ölpreis die negativen Auswirkungen der Ölpreiserhöhung bereits in der Referenzentwicklung (BAU) berücksichtigt sind. Die negativen Wirkungen einer Ölpreiserhöhung auf den BAU werden hier nicht thematisiert (vgl. dazu Ecoplan (2007a)).

Die nachfolgende Tabelle 6-1 zeigt das Szenario «Klimalenkungsabgabe mit Abkommen» einmal in einem Vergleich zu einer Referenzentwicklung (BAU) mit einem Ölpreis von 100 US\$/Fass und das andere Mal in einem Vergleich zu einem BAU mit einem Ölpreis von 165 US\$/Fass (jeweils zu Preisen 2007).

Tabelle 6-4: «Klimalenkungsabgabe» bei unterschiedlichen Ölpreisen in der BAU-Entwicklung: Grenzvermeidungskosten, BIP und Wohlfahrt für das Jahr 2020

		«Klimalenkungsabgabe mit Abkommen» i.Vgl. zu einem BAU mit einem Ölpreis von 100 US\$/Fass			«Klimalenkungsabgabe mit Abkommen» i.Vgl. zu einem BAU mit einem Ölpreis von 165 US\$/Fass		
		2020 tiefes Welt- Wirtschafts- wachstum	2020 hohes Welt- Wirtschafts- wachstum	2020 sehr hohes Welt- Wirtschafts- wachstum	2020 tiefes Welt- Wirtschafts- wachstum	2020 hohes Welt- Wirtschafts- wachstum	2020 sehr hohes Welt- Wirtschafts- wachstum
Grenzvermeidungskosten		[CHF/t CO ₂ , CHF2007]			[CHF/t CO ₂ , CHF2007]		
Schweiz	Klimalenkungsabgabe	155	166	181	8	9	9
IETS	IETS-Preis	10	13	17	9	13	17
EU-27	Zertifikatepreis Nicht-IETS-Bereich	19	62	123	8	9	9
Sonstige Industrieländer	Zertifikatepreis Nicht-IETS-Bereich	26	53	95	8	9	11
Entwicklungsländer	CDM-Preis	7	7	7	5	6	6
BIP		im Vergleich zu «BAU»			im Vergleich zu «BAU»		
Schweiz		-0.66%	-0.66%	-0.67%	0.02%	0.03%	0.04%
EU-27		-0.04%	-0.23%	-0.48%	-0.03%	-0.06%	-0.07%
Sonstige Industrieländer		-0.15%	-0.24%	-0.40%	-0.08%	-0.10%	-0.13%
Entwicklungsländer		-0.06%	-0.09%	-0.13%	-0.03%	-0.03%	-0.03%
Global		-0.10%	-0.19%	-0.34%	-0.05%	-0.07%	-0.09%
Wohlfahrt		im Vergleich zu «BAU»			im Vergleich zu «BAU»		
Schweiz		-0.50%	-0.50%	-0.52%	0.06%	0.07%	0.09%
EU-27		-0.01%	-0.10%	-0.25%	-0.01%	-0.03%	-0.05%
Sonstige Industrieländer		-0.14%	-0.20%	-0.32%	-0.09%	-0.11%	-0.15%
Entwicklungsländer		-0.06%	-0.15%	-0.29%	-0.02%	-0.01%	-0.01%
Global		-0.09%	-0.17%	-0.29%	-0.05%	-0.06%	-0.08%

Mittelfristig kann ein hoher Ölpreis ein partieller Ersatz für klimapolitische Massnahmen sein

Wie die obige Tabelle zeigt, kann ein hoher Ölpreis (hier berechnet mit 165 US\$/Fass) mittelfristig dazu führen, dass die Klimalenkungsabgabe deutlich niedriger ausfällt und zu einer Finanzierungsabgabe „degradiert“, aus der die Gutschriften aus dem Ausland finanziert werden. Dementsprechend sind auch die BIP- und Wohlfahrtsverluste deutlich geringer.⁶⁰

Langfristig schützt ein hoher Ölpreis nicht vor aktiven, griffigen und global angelegten klimapolitischen Massnahmen

Die vorliegenden Modellresultate sollten aber nicht dahingehend interpretiert werden, dass ein hoher Ölpreis griffige, global angelegte klimapolitische Massnahmen ersetzen kann. Berücksichtigt man die möglichen langfristigen Substitutionsmöglichkeiten (bspw. Kohleverflüssigung), so besteht die Gefahr einer Kohlewirtschaft mit entsprechend negativen Auswirkungen auf die Treibhausgasemissionen. Ein hoher Ölpreis ist somit kein Ersatz für griffige, globale klimapolitische Massnahmen (vgl. Ecoplan 2007).

6.5 Sensitivitätsanalyse

Im Rahmen der vorliegenden Sensitivitätsanalyse untersuchen wir den Einfluss veränderter Elastizitäten, welche im Gleichgewichtsmodell unterstellt sind. Nicht untersucht wird der Einfluss der Modellstruktur (bspw. Nestung) und der Wahl des Basiszenarios «BAU» auf die Resultate, da eine solche Analyse mit grösserem Aufwand verbunden wäre.

Elastizitäten bestimmen Modellreaktion

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 vorliegende Fragestellung besonders wichtig sind. Es sind dies die wichtigsten energiebezogenen Substitutionselastizitäten⁶¹. Wir haben für die Armington-, die Energienachfrage- und Ölangebotselastizitäten zwei Sensi-

⁶⁰ Zu beachten ist, dass hier die BIP- und Wohlfahrtsverluste aufgrund des hohen Ölpreises nicht berücksichtigt sind. Es wird also nur rapportiert, mit welchen zusätzlichen Effekten auf eine angenommene BAU-Entwicklung mit einem Ölpreis von 100 resp. 165 US\$/Fass zu rechnen ist.

⁶¹ 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 Öl und Gas gibt also an, um wie viel Prozent die Gasnachfrage im Verhältnis zur nachgefragten Menge Öl steigt, wenn Gas gegenüber Öl um ein Prozent teurer wird.

tivitäten gerechnet, einmal mit halbiertem Wert und einmal mit verdoppeltem Wert.⁶² Die nachfolgende Tabelle zeigt die Resultate der Sensitivitätsanalyse am Beispiel des Szenarios «Klimalenkungsabgabe mit Abkommen».

Tabelle 6-5: Sensitivitätsanalyse mit unterschiedlichen Elastizitäten für das Szenario «Klimalenkungsabgabe mit Abkommen»

		«Klimalenkungsabgabe mit Abkommen» 2020, tiefes Welt-Wirtschaftswachstum						
		Basis Haupt- Szenario	Armington- Elastizität		Energienachfrage- Elastizität		Ölangebots- Elastizität	
			Elasti- zität halbiert	Elasti- zität +25%	Elasti- zität halbiert	Elasti- zität ver- doppelt	Elasti- zität halbiert	Elasti- zität ver- doppelt
Grenzvermeidungskosten		[CHF/t CO ₂ , CHF2007]						
Schweiz	Klimalenkungsabgabe	155	161	154	236	99	157	153
IETS	IETS-Preis	10	10	10	10	10	10	10
EU-27	Zertifikatepreis Nicht- IETS-Bereich	19	18	19	19	20	20	18
Sonstige Industrieländer	Zertifikatepreis Nicht- IETS-Bereich	26	27	26	31	22	27	26
Entwicklungs- länder	CDM-Preis	7	7	7	7	6	7	7
BIP		im Vergleich zu «BAU»						
Schweiz		-0.66%	-0.63%	-0.67%	-0.90%	-0.49%	-0.66%	-0.67%
EU-27		-0.04%	-0.04%	-0.04%	-0.10%	0.02%	-0.02%	-0.07%
Sonstige Industrieländer		-0.15%	-0.15%	-0.15%	-0.18%	-0.12%	-0.14%	-0.16%
Entwicklungs- länder		-0.06%	-0.05%	-0.06%	-0.04%	-0.07%	-0.06%	-0.06%
Global		-0.10%	-0.10%	-0.10%	-0.12%	-0.08%	-0.09%	-0.11%
Wohlfahrt		im Vergleich zu «BAU»						
Schweiz		-0.50%	-0.44%	-0.51%	-0.54%	-0.46%	-0.49%	-0.51%
EU-27		-0.01%	-0.01%	0.00%	-0.06%	0.06%	0.02%	-0.04%
Sonstige Industrieländer		-0.14%	-0.15%	-0.14%	-0.14%	-0.14%	-0.13%	-0.15%
Entwicklungs- länder		-0.06%	-0.05%	-0.07%	-0.01%	-0.11%	-0.07%	-0.05%
Global		-0.09%	-0.09%	-0.09%	-0.09%	-0.09%	-0.09%	-0.10%

⁶² Ausnahme ist die Armingtonelastizität, hier haben wir die Elastizität nur um +25% erhöht, da ansonsten die Elastizitäten so gross werden, dass anstelle des CO₂-Handels eine reine Anpassung über den Güterhandel (Export und Importe von grauem CO₂) erfolgt.

Armingtonelastizitäten – bei realistischer Bandbreite der Elastizitäten wenig Einfluss

Bei der Analyse der Armingtonelastizitäten haben wir jeweils die Substitutionselastizität zwischen den Importen und der heimischen Produktion als auch zwischen den Importen verschiedener Länder um die Hälfte reduziert und um +25% erhöht. Die Tabelle 6-5 zeigt, dass sich die Resultate (Grenzvermeidungskosten für CO₂, BIP und Wohlfahrt) nur in einer engen Bandbreite verändern.⁶³

Energienachfrageelastizität – grosser Einfluss auf die Höhe der Klimalenkungsabgabe

Je elastischer die Energienachfrage auf Preiserhöhungen bzw. Abgaben reagiert, desto niedriger muss die Klimalenkungsabgabe ausfallen, um ein vorgegebenes Klimalenkungsziel zu erreichen. Dementsprechend führen deutlich höhere Elastizitäten zu einer tieferen Klimalenkungsabgabe und tiefere Elastizitäten (unelastischere Nachfrage) zu einer höheren Klimalenkungsabgabe. Dies gilt vor allem für Länder wie die Schweiz, deren Konsum- und Produktionsstruktur im Vergleich zu anderen Ländern in der Energienachfrage relativ unflexibel reagieren kann. Die Bandbreite der Klimalenkungsabgabe reicht bei recht extremen Änderungen der Elastizitäten zwischen 99 bis 236 CHF/t CO₂. Die obere Grenze – bei halbierten Energienachfrageelastizitäten – ist sehr unwahrscheinlich und allenfalls bei sehr kurzfristiger Betrachtung zu unterstellen. Daher kann geschlossen werden, dass die Höhe der Klimalenkungsabgabe zur Erreichung der vorgegebenen CO₂-Minderungsziele im Szenario «Klimalenkungsabgabe mit Abkommen» unter der heutigen gesetzlichen Maximalgrenze von 210 CHF/t CO₂ zu stehen kommt.⁶⁴ Weiter zu erwähnen ist, dass die Änderung der Energienachfrageelastizität kaum einen grösseren Einfluss auf die Wohlfahrt hat.

Wie die Tabelle 6-5 zeigt, ist der Einfluss der Ölangebotselastizität auf die Resultate vernachlässigbar klein.

Insgesamt ergibt die Sensitivitätsanalyse im Hinblick auf die Wohlfahrtseffekte ein recht robustes Bild. Die grösste Unsicherheit besteht bei der Höhe der Klimalenkungsabgabe, da diese insbesondere für die Schweiz (weniger für die EU-27 als Ganzes und die sonstigen Industrieländer) relativ stark abhängig ist von den unterstellten Energienachfrageelastizitäten. Die Schwierigkeit der Abschätzung zur Höhe der Klimalenkungsabgabe ist darauf zurückzuführen, dass sich die angestrebten Minderungsziele in einem Bereich relativ stark steigender Grenzkosten der CO₂-Minderung befinden.

⁶³ Wie erwähnt, gilt dies nicht mehr, wenn die Armingtonelastizität bspw. verdoppelt wird. Damit wird aber die Elastizität unrealistisch hoch. Die Folge davon ist, dass alle Anpassungen über den Gütermarkt erfolgen, da die Güter beinahe friktionslos zwischen den Ländern gehandelt werden können.

⁶⁴ Diese Aussage gilt allerdings nur unter der unterstellten Referenzentwicklung. Nimmt der CO₂-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 erheblich höhere Klimalenkungsabgaben nötig sein.

7 Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der Simulationen klimapolitischer Szenarien mit dem berechenbaren Mehrländer-Gleichgewichtsmodell sind nicht als Prognose zu verstehen. Vielmehr lassen sich die ökonomischen und klimapolitischen Zusammenhänge, die in einer globalisierten Welt relevant sind, 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 eine Klimalenkungsabgabe zur Erreichung einer inländischen Treibhausgasreduktion von 20% (gegenüber 1990) sein?

Die **Klimalenkungsabgabe** müsste in der Grössenordnung von 150 bis 180 CHF/t CO₂ liegen. Die Höhe der Abgabe ist abhängig davon, wie gross die Anstrengungen zur CO₂-Minderung im Ausland sind. Je ambitionierter die CO₂-Massnahmen des Auslands sind, desto höher muss die Klimalenkungsabgabe in der Schweiz ausfallen. Mit einem Minderungsziel von -20% gegenüber 1990 befindet sich die Schweiz in einem Bereich stark steigender CO₂-Grenzvermeidungskosten. Dies bedeutet, dass bereits kleinere Änderungen in der Nachfragereaktion (bspw. eine elastischere Energienachfrage) bereits deutliche Auswirkungen auf die Höhe der Klimalenkungsabgabe hätte (bspw. tiefere Klimalenkungsabgabe). Weiter muss erwähnt werden, dass auch eine Änderung bei der unterstellten Referenzentwicklung (die sogenannte BAU- bzw. Business-as-Usual-Entwicklung) einen grossen Einfluss auf die Höhe der Klimalenkungsabgabe im Jahre 2020 hat. So würde eine deutliche Ölpreiserhöhung (von 100 auf 165 US\$/Fass) bereits eine massive Reduktion der Klimalenkungsabgabe in der Schweiz zur Folge haben. Insgesamt muss also angemerkt werden, dass die zur Erreichung der für das Jahr 2020 vorgegebenen Minderungsziele von -20% (gegenüber 1990) nötige Klimalenkungsabgabe in ihrer Höhe nur mit grossen Unsicherheiten und Unwägbarkeiten abgeschätzt werden kann.

Wie hoch müsste die Finanzierungsabgabe zur Erreichung einer klimaneutralen Schweiz sein?

Werden keine heimischen CO₂-Minderungsziele vorgegeben, sondern für das Jahr 2020 eine beinahe **klimaneutrale Schweiz** durch Zukauf von ausländischen CO₂-Gutschriften angestrebt, so sind die Unsicherheiten bzgl. der nötigen Abgabehöhe der CO₂-Gutschriften kleiner als bei der Klimalenkungsabgabe. Die Höhe der Finanzierungsabgabe ist abhängig von den Preisen auf dem CDM-Markt. Wie hoch der CDM-Preis in Zukunft sein wird, hängt von der Ausgestaltung des CDM-Marktes ab. Ein CDM-Markt, der es fertig bringt, die günstigsten CO₂-Minderungspotenzial effizient und zu geringen Transaktionskosten auf den Markt zu bringen, dürfte bis ins Jahr 2020 bei den unterstellten Annahmen zu einem Kaufpreis für CDMs von nur gerade 10 CHF/t CO₂ führen. Es gibt allerdings gute Gründe, dass auch in

Zukunft der CDM-Markt unvollkommen ist, d.h. nicht vollständig effizient und friktionslos funktioniert. Es ist durchaus möglich, dass sich die CDM-Preise auch bei der im vorliegenden Szenario einer «klimaneutralen Schweiz» mässigen CDM-Nachfrage aufgrund des unvollkommenen CDM-Marktes in einer Grössenordnung um die 30 CHF/t CO₂ bewegen werden. Werden keine Supplementaritäts-Restriktionen für die Schweiz vorgegeben, so lässt sich eine weitgehend klimaneutrale Schweiz bis ins Jahr 2020 durch eine Abgabe in der Grössenordnung von 10 bis 30 CHF/t CO₂ finanzieren.

Mit welchen Auswirkungen auf die Wirtschaft insgesamt (BIP) und auf die einzelnen Wirtschaftsbranchen ist zu rechnen?

Die Auswirkungen auf die Wirtschaft sind bis zum Jahr 2020 moderat und verkraftbar – dies gilt sowohl für den Fall einer doch relativ hohen **Klimalenkungsabgabe** in der Grössenordnung von 150 bis 180 CHF/t CO₂ als auch für die Verwirklichung einer weitgehend klimaneutralen Schweiz bis zum Jahr 2020. Im Szenario mit einer Klimalenkungsabgabe zur Erreichung einer CO₂-Minderung von -20% (gegenüber 1990) liegt das BIP im Jahr 2020 um -0.7% unter der Referenzentwicklung (also dem BIP ohne Klimalenkungsabgabe). Gehen wir davon aus, dass ab 2012 die Massnahmen zur Erreichung der Ziele im Jahr 2020 eingeführt werden und schrittweise die Wirkung erhöht wird, so entspricht der BIP-Rückgang der Schweiz von -0.7% einer jährlichen BIP-Wachstumseinbusse von -0.08%. Die vom seco geschätzte durchschnittliche Wachstumsrate des potenziellen BIP würde sich also in den Jahren 2012 bis 2020 von durchschnittlich jährlich 1.26% auf 1.18% reduzieren.

Aufgrund der Einbindung der energieintensiven Unternehmen in das International Emission Trading Scheme (IETS) können grösser Aussenhandels- und Struktureffekte vermieden werden.

Eine weitgehend **klimaneutrale Schweiz** kann ohne BIP-Verluste verwirklicht werden: Den negativen Effekten der Erhebung einer Finanzierungsabgabe und Kauf von ausländischen Gutschriften stehen positive Effekte über eine relativ verbesserte Wettbewerbsfähigkeit der Schweizer Wirtschaft gegenüber.

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

Eine aktive, ambitionierte Klimapolitik ist nicht gratis zu haben: Die Schweiz muss mit - quantitativ allerdings sehr geringen – Wohlfahrtseinbussen rechnen. Bis zum Jahr 2020 ist bei einer Realisierung einer **Klimalenkungsabgabe** mit negativen Effekten bei der Wohlfahrt von rund -0.5% zu rechnen. Die hier berechnete Wohlfahrt entspricht den Konsummöglichkeiten der Haushalte, d.h. der Konsum liegt im Jahre 2020 0.5% tiefer als im Referenzfall.

Trotz generellem Wohlfahrtsverlust, der alle Haushalte trifft, kann bei einer Klimalenkungsabgabe für die ärmsten Haushalte mit einem – zwar sehr beschränkten – Wohlfahrtsgewinn in der Grössenordnung von +0.7% gerechnet werden. Die Abgabe selber wird sich regressiv auswirken, belastet also die ärmeren Haushalte prozentual stärker als die reichsten Haushalte.

te. Allerdings ist diese „Regressivität“ nicht sehr ausgeprägt. Positiv wirkt sich vor allem die Pro-Kopf-Rückverteilung für die ärmeren – tendenziell kinderreichen – Familienhaushalte aus. Die ärmeren Rentner profitieren ebenfalls von der Pro-Kopf-Rückverteilung und weil sie von den negativen Auswirkungen der Abgabe auf die Löhne kaum betroffen sind.

Eine weitgehende **klimaneutrale Schweiz** ist unter den unterstellten Annahmen (kein Supplementaritäts-Restriktionen) bis zum Jahre 2020 ohne wesentliche Wohlfahrtsverluste umsetzbar. Auch wenn davon ausgegangen wird, dass der CDM-Markt für den Zukauf von Gutschriften nicht optimal funktioniert und der CDM-Preis über den tatsächlich theoretisch zu erwartenden Grenzkosten zu liegen kommt, ist kaum mit Wohlfahrtseinbussen über -0.1% im Jahr 2020 zu rechnen.

Verteilungseffekte zwischen den ärmeren und reicheren Haushalten treten bei der Umsetzung einer klimaneutralen Schweiz keine nennenswerte auf. Auch zwischen Rentnern und Erwerbstätigen sind die Verteilungseffekte vernachlässigbar.

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

CO₂-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 bei der Erhebung einer **Klimalenkungsabgabe** die moderaten Wohlfahrtseinbussen aber nur zu rund 5% kompensieren – auch unter Berücksichtigung dieser Sekundärnutzen führt die Klimalenkungsabgabe zu moderaten Wohlfahrtseinbussen.

Bei der hier untersuchten weitgehend **klimaneutralen Schweiz** gelten keine Supplementaritäts-Restriktionen, was dazu führt, dass fast die gesamte Minderungsverpflichtung durch den Zukauf von ausländischen Gutschriften realisiert wird. Dementsprechend sind auch keine nennenswerten Sekundärnutzen zu verzeichnen.

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.

8 Anhang A – Daten und Modellparametrisierung

8.1 Grundlegendaten für das Modell und Modellparametrisierung

Der GTAP6-Datensatz für die Weltwirtschaft

Für das dynamische Mehrländermodell benutzen wir die aktuelle Version der GTAP-Daten (Version 6), einen globalen Datensatz für das Jahr 2001.

GTAP steht für **G**lobal **T**rade **A**nalysis **P**roject und ist ein weltweites Projekt, das Daten und Software für die Implementierung von berechenbaren Mehrländer-Gleichgewichtsmodellen bereitstellt.⁶⁵ Die Datenbasis steht jedermann gegen Selbstkosten zur Verfügung. Die GTAP Datenbasis wurde bereits für zahllose (angewandte) Forschungsarbeiten eingesetzt. Die Hauptakteure sind Mitglieder eines Konsortiums bestehend aus renommierten internationalen und nationalen öffentlichen und privaten Organisationen.⁶⁶ Das Projekt wird durch das Centre of Global Trade Analysis der Purdue University (Indiana, USA) koordiniert. Ein weltumspannendes Netz von Forschern benutzt die Daten für Analysen und tauscht die Ergebnisse über das Internet aus. Die Version 6 enthält die Input-Output-Tabellen und Handelsdaten für 87 Regionen bzw. Länder und 57 Sektoren. Tabelle 8-1 zeigt die Aggregation der Input-Output-Tabellen (IOT) zu Modellregionen im Gleichgewichtsmodell.

⁶⁵ Eine detaillierte Beschreibung der Datenbasis findet man in Hertel T. (1997), Global Trade Analysis, Modeling and applications und McDougall R.A. et al. (1998), Global Trade Assistance and Protection: The GTAP 6 Data Base.

⁶⁶ Einige dieser Organisationen sind: Weltbank, World Trade Organisation (WTO), United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD), OECD Development Centre, European Commission.

Tabelle 8-1: Aggregation der GTAP-Input-Output-Tabellen zu Modellregionen (Ausland)

Aggregat	Input-Output-Tabellen aus GTAP
Schweiz	Schweiz
EU-27 Europäische Union	Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Grossbritannien, Irland, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Zypern
Sonstige Industrieländer (inkl. Transformationsländer)	Australia, Canada, Croatia, Japan, New Zealand, Rest of EFTA, Rest of Europe (incl. Albania), Rest of Former Soviet Union, Russian Federation, Turkey, United States
Entwicklungsländer (inkl. Schwellenländer)	Argentina, Bangladesh, Botswana, Brazil, Central America, Chile, China, Colombia, Hong Kong, India, Indonesia, Korea, Madagascar, Malawi, Malaysia, Mexico, Morocco, Mozambique, Peru, Philippines, Rest of Andean Pact, Rest of East Asia, Rest of FTAA, Rest of Middle East, Rest of North Africa, Rest of North America, Rest of Oceania, Rest of SADC, Rest of South African CU, Rest of South America, Rest of South Asia, Rest of Southeast Asia, Rest of Sub-Saharan Africa, Rest of the Caribbean, Singapore, South Africa, Sri Lanka, Taiwan, Tanzania, Thailand, Tunisia, Uganda, Uruguay, Venezuela, Vietnam, Zambia, Zimbabwe

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.

Tabelle 8-2: KLEM-Elastizitäten – Elastizitäten zwischen Arbeit, Kapital, Energie und Vorleistungen (für die Bezeichnung der Elastizitäten vgl. Grafik 4-2)

	σ_{KL}	$\sigma_{KL\ E}$	σ_M	$\sigma_{KLE\ M}$
IETS-Sektoren				
Eisen und Stahl	0.22	0.644	0.253	1.173
Chemie	0.334	-0.065	0.082	0.848
Papier, Druck	0.381	0.211	-0.564	0.187
Nicht-Eisen-Mineralien	0.358	0.411	0.191	0.306
Nicht-Eisen-Metalle	0.358	0.411	0.191	0.306
Luftfahrt	0.31	0.281	0.331	0.352
Nicht-IETS-Sektoren				
Agrarwirtschaft	0.023	0.516	-0.027	0.392
Steine und Erden	0.139	0.553	0.309	0.729
Nahrung	0.382	0.395	-0.507	0.329
Textil, Bekleidung	0.161	0.637	0.597	0.722
Fahrzeuge	0.144	0.519	1.087	0.548
Holz	0.087	0.456	0.115	0.695
Maschinen	0.295	0.292	0.459	0.13
Geräteherstellung	0.046	0.529	0.309	0.406
Bau	0.065	0.529	-1.183	1.264
Transport	0.31	0.281	0.331	0.352
Andere DL, öff. Sektor	0.264	0.32	-0.036	0.492

8.2 Annahmen zu den Szenarien

Die Wahl und Entwicklung der Szenarien wurde im Kapitel 3 detailliert dargelegt. Nachfolgend werden einige Ergänzungen zur Entwicklung der Schweizer THG-Emissionen im Basisszenario und die Tabellen zur Bevölkerungs-, BIP- und THG-Entwicklung für das Basisszenario «BAU» dargestellt. Abschliessend werden die Entwicklung und Detailberechnungen für das Szenario «Klimalenkungsabgabe» tabellarisch dokumentiert.

Detailannahmen zur Entwicklung der Schweizer THG-Emissionen im Basisszenario

Das Basisszenario stellt die Entwicklung ohne zusätzliche Massnahmen dar. Eine solche entspricht einem Mix aus Szenario I, Ib und II der Energieperspektiven:

- Szenario I: „Weiter wie bisher“, Fortführung der CH-Energiepolitik 2005 (45 Mio. für EnergieSchweiz, Globalmittel für Kt. 14 Mio. CHF, Vorschriften/Standards weiterentwickelt, keine neuen Fördermittel)
- Szenario Ib: Lenkungsabgabe auf Brennstoffe: 35 CHF/t CO₂ (9.3 Rp./l HEL), Lenkungsabgabe auf Treibstoffe: 128 CHF/t CO₂ (30 Rp./l Benzin)
- Szenario II: „Verstärkte Zusammenarbeit“: Lenkungsabgabe auf Brennstoffe (35 CHF/t CO₂), Klimarappen (1.6 Rp./Liter), Stromrappen von 380 Mio. CHF, Bonus/Malus Auto, verschärfte Vorschriften).

Tabelle 8-3: CO₂-Emissionen gemäss Energieperspektiven in Mio. Tonnen, Nachfrage

Szenario I (50\$), Stromvar. A	1990	2005	2010	2020	2030
Total Nachfrage, Mio. t	39.9	39.6	37.8	35.0	32.7
davon Verkehr, Mio. t	15.6	17.4	16.7	16.1	15.9
davon Verkehr, in %	39%	44%	44%	46%	49%
davon HH, DL, Industrie, Mio. t	24.3	22.2	21.1	18.9	16.8
davon HH, DL, Industrie, in %	61%	56%	56%	54%	51%

Szenario Ib (50\$), Stromvar. A	1990	2005	2010	2020	2030
Total Nachfrage, Mio. t	39.9	39.6	35.7	32.0	29.2
davon Verkehr, Mio. t	15.6	17.4	14.9	13.6	12.9
davon Verkehr, in %	39%	44%	42%	43%	44%
davon HH, DL, Industrie, Mio. t	24.3	22.2	20.8	18.4	16.3
davon Verkehr, in %	61%	56%	58%	58%	56%

Szenario II (50\$), Stromvar. A	1990	2005	2010	2020	2030
Total Nachfrage, Mio. t	39.9	39.6	36.9	32.9	29.9
davon Verkehr, Mio. t	15.6	17.4	16.3	14.9	14.2
davon Verkehr, in %	39%	44%	44%	45%	47%
davon HH, DL, Industrie, Mio. t	24.3	22.2	20.6	18.0	15.7
davon Verkehr, in %	61%	56%	56%	55%	53%

Das Basisszenario des Gleichgewichtsmodells soll in erster Linie auf die CO₂-Emissionen kalibriert werden. Dies ist nötig, da die CO₂-Ziele „absolut“ gesetzt sind. Keine genaue Kalibrierung erfolgt für die übrigen Parameter (Energimix, usw.), da wir für diese Parameter nicht die absoluten Werte, sondern die relative Abweichung zum Basisszenario ausweisen. Die Entwicklung der CO₂-Emissionen wird anhand der Energieperspektiven wie folgt festgelegt:

- Brennstoffseite: Mix aus Ib und II (Mittelwert aus Szenario Ib und II)
- Treibstoffseite: Energetisch Szenario I, Klimawirkung abhängig vom ausländischen Zertifikatspreis
- Stromerzeugungsvariante A (Kernenergie) oder G (Import) – also weiterhin fast vollständig CO₂-freie Stromproduktion im Inland
- Berücksichtigung des höheren Ölpreises (Hochrechnung der Wirkung eines Ölpreises von 100\$/Fass (entspricht 62\$/Fass zu Preisen, wie sie in den Energieperspektiven verwendet wurden) auf Basis der Differenz zwischen dem 30\$ und 50\$/Fass-Szenario der Energieperspektiven).
- Berücksichtigung der stärker wachsenden Bevölkerung gemäss den neuesten Bevölkerungsszenarien für die Schweiz (Szenario AA-00-2008).

Tabelle 8-4: CO₂-Emissionen in Mio. Tonnen, ohne Raff.-EV gemäss CO₂-Gesetz

	1990	2005	2010	2020	2030
Szenario I (50\$), Stromvar. A	41.8	41.9	40.2	37.5	35.2
		0%	-4%	-10%	-16%
Szenario Ib (50\$), Stromvar. A	41.8	41.9	38.1	34.5	31.7
		0%	-9%	-17%	-24%
Szenario II (50\$), Stromvar. A	41.8	41.9	39.3	35.3	32.3
		0%	-6%	-16%	-23%
Inländische CO ₂ -Emissionen (Szenario I)	41.8	41.9	40.2	37.5	35.2
			-4%	-10%	-16%
Einfluss höherer Ölpreis			-4%	-8%	-10%
Einfluss höheres BIP bzw. Bevölkerung			3%	6%	8%
Entwicklung CO ₂ -Emissionen im Basisszenario			-5%	-12%	-18%

Detailtabellen / Berechnungen zum Basisszenario «BAU»

Nachfolgend ist das in Kapitel 3 beschriebene Basisszenario tabellarisch dokumentiert:

- Tabelle 8-5: Basisszenario «BAU»: Bevölkerung
- Tabelle 8-6: Basisszenario «BAU»: BIP
- Tabelle 8-7: Basisszenario «BAU»: BIP/Kopf
- Tabelle 8-8: Basisszenario «BAU»: Energiebedingte CO₂-Emissionen
- Tabelle 8-9: Basisszenario «BAU»: Energiebedingte CO₂-Emissionen/Kopf
- Tabelle 8-10: Basisszenario «BAU»: Nicht energiebedingte THG-Emissionen
- Tabelle 8-11: Basisszenario «BAU»: Nicht energiebedingte THG-Emissionen/Kopf
- Tabelle 8-12: Basisszenario «BAU»: Totale THG-Emissionen
- Tabelle 8-13: Basisszenario «BAU»: Totale THG-Emissionen/Kopf
- Tabelle 8-14: Nicht energiebedingte THG-Emissionen – Zuteilung auf Branchen

Tabelle 8-5: Basisszenario «BAU»: Bevölkerung

Bevölkerung, in Tausend					
	Schweiz	EU-27	Sonstige Industrie- länder	Entwicklungs- länder	Welt
1990	6'751	471'271	794'811	4'021'964	5'294'797
2005	7'459	490'421	864'867	5'152'040	6'514'787
2010	7'691	495'207	885'276	5'518'509	6'906'683
2015	7'916	497'593	903'807	5'886'037	7'295'353
2020	8'073	498'405	919'250	6'241'598	7'667'326
2025	8'183	497'878	931'049	6'573'605	8'010'715
2030	8'261	496'116	939'514	6'873'974	8'317'865
2035	8'301	493'247	945'585	7'140'017	8'587'150
2040	8'307	489'452	949'457	7'376'360	8'823'576
2045	8'287	484'823	951'154	7'581'656	9'025'920
2050	8'247	479'464	950'960	7'752'430	9'191'101

Bevölkerung, indexiert 2005 =100					
	Schweiz	EU-27	Sonstige Industrie- länder	Entwicklungs- länder	Welt
1990	91	96	92	78	81
2005	100	100	100	100	100
2010	103	101	102	107	106
2015	106	101	105	114	112
2020	108	102	106	121	118
2025	110	102	108	128	123
2030	111	101	109	133	128
2035	111	101	109	139	132
2040	111	100	110	143	135
2045	111	99	110	147	139
2050	111	98	110	150	141

Bevölkerung, jährliche Wachstumsraten					
	Schweiz	EU-27	Sonstige Industrie- länder	Entwicklungs- länder	Welt
1990-2005	0.7%	0.3%	0.6%	1.7%	1.4%
2005-2010	0.6%	0.2%	0.5%	1.4%	1.2%
2010-2015	0.6%	0.1%	0.4%	1.3%	1.1%
2015-2020	0.4%	0.0%	0.3%	1.2%	1.0%
2020-2025	0.3%	0.0%	0.3%	1.0%	0.9%
2025-2030	0.2%	-0.1%	0.2%	0.9%	0.8%
2030-2035	0.1%	-0.1%	0.1%	0.8%	0.6%
2035-2040	0.0%	-0.2%	0.1%	0.7%	0.5%
2040-2045	0.0%	-0.2%	0.0%	0.6%	0.5%
2045-2050	-0.1%	-0.2%	0.0%	0.4%	0.4%
2005-2020	0.5%	0.1%	0.4%	1.3%	1.1%
2020-2050	0.1%	-0.1%	0.1%	0.7%	0.6%
2005-2050	0.2%	-0.1%	0.2%	0.9%	0.8%

Tabelle 8-6: Basisszenario «BAU»: BIP

BIP, Mio. US\$ 2005						
	Schweiz	EU-27	Sonstige Industrie- länder	Entwicklungs- länder		Welt
1990	309'077	9'598'951	14'664'420	4'537'861		29'110'310
2005	365'937	13'425'692	20'616'692	9'404'127		43'812'448
2010	407'276	15'049'090	22'863'992	12'774'939		51'095'296
2015	441'280	16'285'146	24'993'230	16'000'888		57'720'544
2020	468'994	17'562'437	27'122'320	19'451'735		64'605'486
2025	491'532	18'851'418	29'092'321	23'251'260		71'686'532
2030	510'767	20'146'655	31'220'507	27'457'291		79'335'219
2035	532'352	21'366'402	33'518'494	32'267'726		87'684'974
2040	557'419	22'505'031	35'724'140	37'532'804		96'319'393
2045	582'740	23'545'531	37'800'113	43'222'626		105'151'010
2050	606'464	24'473'053	39'720'196	49'276'449		114'076'162

BIP, indexiert 2005 =100						
	Schweiz	EU-27	Sonstige Industrie- länder	Entwicklungs- länder		Welt
1990	84	71	71	48		66
2005	100	100	100	100		100
2010	111	112	111	136		117
2015	121	121	121	170		132
2020	128	131	132	207		147
2025	134	140	141	247		164
2030	140	150	151	292		181
2035	145	159	163	343		200
2040	152	168	173	399		220
2045	159	175	183	460		240
2050	166	182	193	524		260

BIP, jährliche Wachstumsraten						
	Schweiz	EU-27	Sonstige Industrie- länder	Entwicklungs- länder		Welt
1990-2005	1.1%	2.3%	2.3%	5.0%		2.8%
2005-2010	2.2%	2.3%	2.1%	6.3%		3.1%
2010-2015	1.6%	1.6%	1.8%	4.6%		2.5%
2015-2020	1.2%	1.5%	1.6%	4.0%		2.3%
2020-2025	0.9%	1.4%	1.4%	3.6%		2.1%
2025-2030	0.8%	1.3%	1.4%	3.4%		2.0%
2030-2035	0.8%	1.2%	1.4%	3.3%		2.0%
2035-2040	0.9%	1.0%	1.3%	3.1%		1.9%
2040-2045	0.9%	0.9%	1.1%	2.9%		1.8%
2045-2050	0.8%	0.8%	1.0%	2.7%		1.6%
2005-2020	1.7%	1.8%	1.8%	5.0%		2.6%
2020-2050	0.9%	1.1%	1.3%	3.1%		1.9%
2005-2050	1.1%	1.3%	1.5%	3.7%		2.1%

Tabelle 8-7: Basisszenario «BAU»: BIP/Kopf

BIP/Kopf, US\$ 2005					
	Schweiz	EU-27	Sonstige Industrie- länder	Entwicklungs- länder	Welt
1990	45'785	20'368	18'450	1'128	5'498
2005	49'059	27'376	23'838	1'825	6'725
2010	52'954	30'389	25'827	2'315	7'398
2015	55'744	32'728	27'653	2'718	7'912
2020	58'095	35'237	29'505	3'116	8'426
2025	60'065	37'864	31'247	3'537	8'949
2030	61'826	40'609	33'230	3'994	9'538
2035	64'134	43'318	35'447	4'519	10'211
2040	67'104	45'980	37'626	5'088	10'916
2045	70'316	48'565	39'741	5'701	11'650
2050	73'538	51'043	41'769	6'356	12'412

BIP/Kopf, indiziert 2005 =100					
	Schweiz	EU-27	Sonstige Industrie- länder	Entwicklungs- länder	Welt
1990	93	74	77	62	82
2005	100	100	100	100	100
2010	108	111	108	127	110
2015	114	120	116	149	118
2020	118	129	124	171	125
2025	122	138	131	194	133
2030	126	148	139	219	142
2035	131	158	149	248	152
2040	137	168	158	279	162
2045	143	177	167	312	173
2050	150	186	175	348	185

BIP/Kopf, jährliche Wachstumsraten					
	Schweiz	EU-27	Sonstige Industrie- länder	Entwicklungs- länder	Welt
1990-2005	0.5%	2.0%	1.7%	3.3%	1.4%
2005-2010	1.5%	2.1%	1.6%	4.9%	1.9%
2010-2015	1.0%	1.5%	1.4%	3.3%	1.4%
2015-2020	0.8%	1.5%	1.3%	2.8%	1.3%
2020-2025	0.7%	1.4%	1.2%	2.6%	1.2%
2025-2030	0.6%	1.4%	1.2%	2.5%	1.3%
2030-2035	0.7%	1.3%	1.3%	2.5%	1.4%
2035-2040	0.9%	1.2%	1.2%	2.4%	1.3%
2040-2045	0.9%	1.1%	1.1%	2.3%	1.3%
2045-2050	0.9%	1.0%	1.0%	2.2%	1.3%
2005-2020	1.1%	1.7%	1.4%	3.6%	1.5%
2020-2050	0.8%	1.2%	1.2%	2.4%	1.3%
2005-2050	0.9%	1.4%	1.3%	2.8%	1.4%

Tabelle 8-8: Basisszenario «BAU»: Energiebedingte CO₂-Emissionen

Energiebedingte CO ₂ -Emissionen, Mio. t CO ₂ eq					
	Schweiz	EU-27	Sonstige Industrie- länder	Entwicklungs- länder	Welt
1990	42.1	4'317	10'885	5'982	21'226
2005	44.3	4'130	11'271	12'605	28'051
2010	42.3	4'182	11'345	14'996	30'565
2015	40.6	4'109	11'396	16'613	32'158
2020	38.9	4'039	11'444	18'006	33'528
2025	37.6	3'987	11'517	19'447	34'989
2030	36.3	3'926	11'746	20'766	36'474
2035	36.1	3'864	11'704	22'005	37'609
2040	35.7	3'796	11'635	23'192	38'658
2045	35.3	3'723	11'539	24'318	39'615
2050	34.8	3'645	11'422	25'367	40'469

Energiebedingte CO ₂ -Emissionen, indiziert 2005 =100					
	Schweiz	EU-27	Sonstige Industrie- länder	Entwicklungs- länder	Welt
1990	95	105	97	47	76
2005	100	100	100	100	100
2010	95	101	101	119	109
2015	92	99	101	132	115
2020	88	98	102	143	120
2025	85	97	102	154	125
2030	82	95	104	165	130
2035	81	94	104	175	134
2040	81	92	103	184	138
2045	80	90	102	193	141
2050	79	88	101	201	144

Energiebedingte CO ₂ -Emissionen, jährliche Wachstumsraten					
	Schweiz	EU-27	Sonstige Industrie- länder	Entwicklungs- länder	Welt
1990-2005	0.3%	-0.3%	0.2%	5.1%	1.9%
2005-2010	-0.9%	0.3%	0.1%	3.5%	1.7%
2010-2015	-0.8%	-0.4%	0.1%	2.1%	1.0%
2015-2020	-0.8%	-0.3%	0.1%	1.6%	0.8%
2020-2025	-0.7%	-0.3%	0.1%	1.6%	0.9%
2025-2030	-0.7%	-0.3%	0.4%	1.3%	0.8%
2030-2035	-0.1%	-0.3%	-0.1%	1.2%	0.6%
2035-2040	-0.2%	-0.4%	-0.1%	1.1%	0.6%
2040-2045	-0.2%	-0.4%	-0.2%	1.0%	0.5%
2045-2050	-0.3%	-0.4%	-0.2%	0.8%	0.4%
2005-2020	-0.9%	-0.1%	0.1%	2.4%	1.2%
2020-2050	-0.4%	-0.3%	0.0%	1.1%	0.6%
2005-2050	-0.5%	-0.3%	0.0%	1.6%	0.8%

Tabelle 8-9: Basisszenario «BAU»: Energiebedingte CO₂-Emissionen/Kopf

Energiebedingte CO₂-Emissionen/Kopf, t CO₂eq/Kopf					
	Schweiz	EU-27	Sonstige Industrie- länder	Entwicklungs- länder	Welt
1990	6.2	9.2	13.7	1.5	4.01
2005	5.9	8.4	13.0	2.4	4.31
2010	5.5	8.4	12.8	2.7	4.43
2015	5.1	8.3	12.6	2.8	4.41
2020	4.8	8.1	12.4	2.9	4.37
2025	4.6	8.0	12.4	3.0	4.37
2030	4.4	7.9	12.5	3.0	4.38
2035	4.3	7.8	12.4	3.1	4.38
2040	4.3	7.8	12.3	3.1	4.38
2045	4.3	7.7	12.1	3.2	4.39
2050	4.2	7.6	12.0	3.3	4.40

Energiebedingte CO₂-Emissionen/Kopf, indiziert 2005 =100					
	Schweiz	EU-27	Sonstige Industrie- länder	Entwicklungs- länder	Welt
1990	105	109	105	61	93
2005	100	100	100	100	100
2010	93	100	98	111	103
2015	86	98	97	115	102
2020	81	96	96	118	102
2025	77	95	95	121	101
2030	74	94	96	123	102
2035	73	93	95	126	102
2040	72	92	94	129	102
2045	72	91	93	131	102
2050	71	90	92	134	102

Energiebedingte CO₂-Emissionen/Kopf, jährliche Wachstumsraten					
	Schweiz	EU-27	Sonstige Industrie- länder	Entwicklungs- länder	Welt
1990-2005	-0.3%	-0.6%	-0.3%	3.4%	0.5%
2005-2010	-1.5%	0.1%	-0.3%	2.1%	0.5%
2010-2015	-1.4%	-0.5%	-0.3%	0.8%	-0.1%
2015-2020	-1.2%	-0.4%	-0.3%	0.4%	-0.2%
2020-2025	-1.0%	-0.2%	-0.1%	0.5%	0.0%
2025-2030	-0.9%	-0.2%	0.2%	0.4%	0.1%
2030-2035	-0.2%	-0.2%	-0.2%	0.4%	0.0%
2035-2040	-0.2%	-0.2%	-0.2%	0.4%	0.0%
2040-2045	-0.2%	-0.2%	-0.2%	0.4%	0.0%
2045-2050	-0.2%	-0.2%	-0.2%	0.4%	0.1%
2005-2020	-1.4%	-0.3%	-0.3%	1.1%	0.1%
2020-2050	-0.4%	-0.2%	-0.1%	0.4%	0.0%
2005-2050	-0.8%	-0.2%	-0.2%	0.6%	0.0%

Tabelle 8-10: Basisszenario «BAU»: Nicht energiebedingte THG-Emissionen

Nicht energiebedingte THG-Emissionen, Mio. t CO ₂ eq					
	Schweiz	EU-27	Sonstige Industrie- länder	Entwicklungs- länder	Welt
1990	10.7	1'248	2'574	7'919	11'752
2005	9.5	1'047	2'209	9'670	12'935
2010	9.5	1'025.5	2'193.8	10'203.9	13'433
2015	9.5	999.9	2'173.3	10'721.2	13'904
2020	9.4	971.8	2'144.9	11'199.3	14'325
2025	9.2	942.0	2'108.1	11'619.2	14'678
2030	9.0	910.9	2'064.2	11'968.9	14'953
2035	8.8	878.7	2'015.9	12'246.8	15'150
2040	8.5	846.1	1'964.2	12'463.5	15'282
2045	8.3	813.3	1'909.4	12'619.4	15'350
2050	8.0	780.5	1'852.4	12'711.2	15'352

Nicht energiebedingte THG-Emissionen, indiziert 2005 =100					
	Schweiz	EU-27	Sonstige Industrie- länder	Entwicklungs- länder	Welt
1990	113	119	117	82	91
2005	100	100	100	100	100
2010	100	98	99	106	104
2015	100	96	98	111	107
2020	99	93	97	116	111
2025	97	90	95	120	113
2030	95	87	93	124	116
2035	93	84	91	127	117
2040	90	81	89	129	118
2045	87	78	86	130	119
2050	84	75	84	131	119

Nicht energiebedingte THG-Emissionen, jährliche Wachstumsraten					
	Schweiz	EU-27	Sonstige Industrie- länder	Entwicklungs- länder	Welt
1990-2005	-0.8%	-1.2%	-1.0%	1.3%	0.6%
2005-2010	0.0%	-0.4%	-0.1%	1.1%	0.8%
2010-2015	0.0%	-0.5%	-0.2%	1.0%	0.7%
2015-2020	-0.2%	-0.6%	-0.3%	0.9%	0.6%
2020-2025	-0.3%	-0.6%	-0.3%	0.7%	0.5%
2025-2030	-0.4%	-0.7%	-0.4%	0.6%	0.4%
2030-2035	-0.5%	-0.7%	-0.5%	0.5%	0.3%
2035-2040	-0.6%	-0.8%	-0.5%	0.4%	0.2%
2040-2045	-0.6%	-0.8%	-0.6%	0.2%	0.1%
2045-2050	-0.7%	-0.8%	-0.6%	0.1%	0.0%
2005-2020	-0.1%	-0.5%	-0.2%	1.0%	0.7%
2020-2050	-0.5%	-0.7%	-0.5%	0.4%	0.2%
2005-2050	-0.4%	-0.6%	-0.4%	0.6%	0.4%

Tabelle 8-11: Basisszenario «BAU»: Nicht energiebedingte THG-Emissionen/Kopf

Nicht energiebedingte THG-Emissionen/Kopf, t CO ₂ eq/Kopf					
	Schweiz	EU-27	Sonstige Industrie- länder	Entwicklungs- länder	Welt
1990	1.6	2.6	3.2	2.0	2.2
2005	1.3	2.1	2.6	1.9	2.0
2010	1.2	2.1	2.5	1.8	1.9
2015	1.2	2.0	2.4	1.8	1.9
2020	1.2	1.9	2.3	1.8	1.9
2025	1.1	1.9	2.3	1.8	1.8
2030	1.1	1.8	2.2	1.7	1.8
2035	1.1	1.8	2.1	1.7	1.8
2040	1.0	1.7	2.1	1.7	1.7
2045	1.0	1.7	2.0	1.7	1.7
2050	1.0	1.6	1.9	1.6	1.7

Nicht energiebedingte THG-Emissionen/Kopf, indexiert 2005 =100					
	Schweiz	EU-27	Sonstige Industrie- länder	Entwicklungs- länder	Welt
1990	124	124	127	105	112
2005	100	100	100	100	100
2010	97	97	97	99	98
2015	94	94	94	97	96
2020	91	91	91	96	94
2025	89	89	89	94	92
2030	86	86	86	93	91
2035	83	83	83	91	89
2040	81	81	81	90	87
2045	79	79	79	89	86
2050	76	76	76	87	84

Nicht energiebedingte THG-Emissionen/Kopf, jährliche Wachstumsraten					
	Schweiz	EU-27	Sonstige Industrie- länder	Entwicklungs- länder	Welt
1990-2005	-1.4%	-1.4%	-1.6%	-0.3%	-0.7%
2005-2010	-0.6%	-0.6%	-0.6%	-0.3%	-0.4%
2010-2015	-0.6%	-0.6%	-0.6%	-0.3%	-0.4%
2015-2020	-0.6%	-0.6%	-0.6%	-0.3%	-0.4%
2020-2025	-0.6%	-0.6%	-0.6%	-0.3%	-0.4%
2025-2030	-0.6%	-0.6%	-0.6%	-0.3%	-0.4%
2030-2035	-0.6%	-0.6%	-0.6%	-0.3%	-0.4%
2035-2040	-0.6%	-0.6%	-0.6%	-0.3%	-0.4%
2040-2045	-0.6%	-0.6%	-0.6%	-0.3%	-0.4%
2045-2050	-0.6%	-0.6%	-0.6%	-0.3%	-0.4%
2005-2020	-0.6%	-0.6%	-0.6%	-0.3%	-0.4%
2020-2050	-0.6%	-0.6%	-0.6%	-0.3%	-0.4%
2005-2050	-0.6%	-0.6%	-0.6%	-0.3%	-0.4%

Tabelle 8-12: Basisszenario «BAU»: Totale THG-Emissionen

Total THG-Emissionen, Mio. t CO ₂ eq					
	Schweiz	EU-27	Sonstige Industrie- länder	Entwicklungs- länder	Welt
1990	52.8	5'565.2	13'458.6	13'901.3	32'978
2005	53.8	5'176.9	13'480.0	22'275.5	40'986
2010	51.7	5'207.9	13'538.5	25'199.4	43'998
2015	50.0	5'108.7	13'569.1	27'334.4	46'062
2020	48.3	5'010.6	13'588.8	29'205.2	47'853
2025	46.8	4'928.9	13'625.3	31'066.0	49'667
2030	45.3	4'836.5	13'809.7	32'735.3	51'427
2035	44.9	4'742.8	13'719.6	34'251.8	52'759
2040	44.3	4'642.3	13'598.7	35'655.2	53'940
2045	43.6	4'536.1	13'448.6	36'937.1	54'965
2050	42.8	4'425.4	13'274.4	38'078.0	55'821

Total THG-Emissionen, indiziert 2005 =100					
	Schweiz	EU-27	Sonstige Industrie- länder	Entwicklungs- länder	Welt
1990	98	108	100	62	80
2005	100	100	100	100	100
2010	96	101	100	113	107
2015	93	99	101	123	112
2020	90	97	101	131	117
2025	87	95	101	139	121
2030	84	93	102	147	125
2035	83	92	102	154	129
2040	82	90	101	160	132
2045	81	88	100	166	134
2050	80	85	98	171	136

Total THG-Emissionen, jährliche Wachstumsraten					
	Schweiz	EU-27	Sonstige Industrie- länder	Entwicklungs- länder	Welt
1990-2005	0.1%	-0.5%	0.0%	3.2%	1.5%
2005-2010	-0.8%	0.1%	0.1%	2.5%	1.4%
2010-2015	-0.7%	-0.4%	0.0%	1.6%	0.9%
2015-2020	-0.7%	-0.4%	0.0%	1.3%	0.8%
2020-2025	-0.6%	-0.3%	0.1%	1.2%	0.7%
2025-2030	-0.6%	-0.4%	0.3%	1.1%	0.7%
2030-2035	-0.2%	-0.4%	-0.1%	0.9%	0.5%
2035-2040	-0.3%	-0.4%	-0.2%	0.8%	0.4%
2040-2045	-0.3%	-0.5%	-0.2%	0.7%	0.4%
2045-2050	-0.4%	-0.5%	-0.3%	0.6%	0.3%
2005-2020	-0.7%	-0.2%	0.1%	1.8%	1.0%
2020-2050	-0.4%	-0.4%	-0.1%	0.9%	0.5%
2005-2050	-0.5%	-0.3%	0.0%	1.2%	0.7%

Tabelle 8-13: Basisszenario «BAU»: Totale THG-Emissionen/Kopf

Total THG-Emissionen/Kopf, t CO ₂ eq/Kopf					
	Schweiz	EU-27	Sonstige Industrie- länder	Entwicklungs- länder	Welt
1990	7.8	11.8	16.9	3.5	6.2
2005	7.2	10.6	15.6	4.3	6.3
2010	6.7	10.5	15.3	4.6	6.4
2015	6.3	10.3	15.0	4.6	6.3
2020	6.0	10.1	14.8	4.7	6.2
2025	5.7	9.9	14.6	4.7	6.2
2030	5.5	9.7	14.7	4.8	6.2
2035	5.4	9.6	14.5	4.8	6.1
2040	5.3	9.5	14.3	4.8	6.1
2045	5.3	9.4	14.1	4.9	6.1
2050	5.2	9.2	14.0	4.9	6.1

Total THG-Emissionen/Kopf, indexiert 2005 =100					
	Schweiz	EU-27	Sonstige Industrie- länder	Entwicklungs- länder	Welt
1990	108	112	109	80	99
2005	100	100	100	100	100
2010	93	100	98	106	101
2015	88	97	96	107	100
2020	83	95	95	108	99
2025	79	94	94	109	99
2030	76	92	94	110	98
2035	75	91	93	111	98
2040	74	90	92	112	97
2045	73	89	91	113	97
2050	72	87	90	114	97

Total THG-Emissionen/Kopf, jährliche Wachstumsraten					
	Schweiz	EU-27	Sonstige Industrie- länder	Entwicklungs- länder	Welt
1990-2005	-0.5%	-0.7%	-0.6%	1.5%	0.1%
2005-2010	-1.4%	-0.1%	-0.4%	1.1%	0.3%
2010-2015	-1.2%	-0.5%	-0.4%	0.3%	-0.2%
2015-2020	-1.1%	-0.4%	-0.3%	0.2%	-0.2%
2020-2025	-0.9%	-0.3%	-0.2%	0.2%	-0.1%
2025-2030	-0.8%	-0.3%	0.1%	0.2%	-0.1%
2030-2035	-0.3%	-0.3%	-0.3%	0.1%	-0.1%
2035-2040	-0.3%	-0.3%	-0.3%	0.2%	-0.1%
2040-2045	-0.3%	-0.3%	-0.3%	0.2%	-0.1%
2045-2050	-0.3%	-0.3%	-0.3%	0.2%	-0.1%
2005-2020	-1.2%	-0.3%	-0.4%	0.5%	-0.1%
2020-2050	-0.5%	-0.3%	-0.2%	0.2%	-0.1%
2005-2050	-0.7%	-0.3%	-0.2%	0.3%	-0.1%

Tabelle 8-14: Nicht energiebedingte THG-Emissionen – Zuteilung auf Branchen

		Schweiz	EU-27	Sonstige Industrie- länder	Entwicklungs- länder
AGR	Agrarwirtschaft	56.1%	45.5%	44.3%	56.9%
STE	Steine und Erden	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
NAH	Nahrungsmittel	1.0%	0.7%	1.0%	0.7%
TEX	Textil	0.2%	0.1%	0.2%	0.1%
KLE	Bekleidung	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
PAP	Papier und Druck	0.9%	0.6%	0.9%	0.7%
CHE	Chemie und Kunststoffe	3.7%	10.9%	6.4%	5.0%
NME	Glas und Keramik	20.2%	13.9%	10.8%	8.4%
MET	Metalle	4.6%	10.3%	13.7%	10.6%
MCH	Geräteherstellung	4.8%	3.3%	4.7%	3.7%
FAH	Fahrzeuge	0.3%	0.2%	0.3%	0.2%
ENE	Energieversorgung	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
BAU	Bau	0.3%	0.3%	0.0%	0.0%
HAN	Handel und Gastgewerbe	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
TRP	Transport	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
COM	Nachrichtenübermittlung	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
FIN	Banken und Versicherungen	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
CON	Unternehmens-Dienstleistungen	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
STA	Verwaltung, Bildung, Gesundheit	7.7%	14.1%	17.5%	13.6%
RDL	Restliche Dienstleistungen	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%

Quelle: Die Werte für die Schweiz, EU-27 und sonstige Industrieländer entstammen den Länderdaten gemäss Report an die UNFCCC (http://unfccc.int/ghg_data/ghg_data_unfccc/ghg_profiles/items/3954.php). Weiter wurde unterstellt, dass die globalen THG-Emissionen aus der Landwirtschaft im Jahr 2005 rund 5500 Mio. t CO₂ betragen. Die Differenz aus den globalen nicht-energiebedingten THG-Emissionen und den Emissionen der Industrieländer (inkl. Schweiz und EU-27) wurden den Entwicklungsländern zugeordnet.

Detailtabellen / Berechnungen zum Szenario «Klimalenkungsabgabe»

Nachfolgend werden die Entwicklung und Detailberechnungen für das Szenario «Klimalenkungsabgabe» tabellarisch dokumentiert:

- Tabelle 8-15: Treibhausgasemissionen, Kyoto-Ziele, Ziele 2020 der EU (exkl. Senken)
- Tabelle 8-16: Emissionsminderungsziele der Schweiz und Drittländeranteile
- Tabelle 8-17: Emissionsminderungsziele der EU-27 und Drittländeranteile
- Tabelle 8-18: Szenario «Klimalenkungsabgabe»: Bevölkerung und gesamte THG-Emissionen (exkl. Deforestation) für die Jahre 1990 bis 2050
- Tabelle 8-19: Szenario «Klimalenkungsabgabe»: Bevölkerung und energiebedingte CO₂-Emissionen für die Jahre 1990 bis 2050
- Tabelle 8-20: Szenario «Klimalenkungsabgabe»: Bevölkerung und nicht energiebedingte THG-Emissionen (exkl. Deforestation) für die Jahre 1990 bis 2050

Tabelle 8-15: Treibhausgasemissionen, Kyoto-Ziele, Ziele 2020 der EU (exkl. Senken)

Member State	1990		Change base year–2005		Targets 2008–12 under Kyoto Protocol and "EU burden sharing"			Targets 2020 and "EU burden sharing"								
	[Mio. t CO2eq]	[Mio. t CO2eq]	[Mio. t CO2eq]	[%]	[%]	[Mio. t CO2eq]	Annahme: [%]	Total	THG-Emissionen: nicht im ETS erfassten Quellen			THG-Emissionen, der 2020 im ETS erfassten Quellen				
	Base year ⁽¹⁾	2005 ⁽⁴⁾	2005 ⁽⁴⁾	2005				Entwicklung der THG-Emissionsobergrenzen bis 2020, i.Vgl. zu 2005	Entwicklung der THG-Emissionsobergrenzen bis 2020, der nicht unter ETS erfassten Quellen i.Vgl. zu 2005	THG-Emissionen 2020 der nicht im ETS erfassten Quellen	THG-Emissionen 2005 der 2020 nicht im ETS erfassten Quellen	Entwicklung der THG-Emissionsobergrenzen bis 2020, der unter ETS erfassten Quellen i.Vgl. zu 2005	THG-Emissionen 2020 der nicht im ETS erfassten Quellen	THG-Emissionen 2005 der 2020 im ETS erfassten Quellen	Anteil der THG-Emissionen 2005 der 2020 im ETS erfassten Quellen	
	[Mio. t CO2eq]	[Mio. t CO2eq]	[Mio. t CO2eq]	[%]	[%]	[Mio. t CO2eq]	[%]	[Mio. t CO2eq]	[Mio. t CO2eq]	[Mio. t CO2eq]	[Mio. t CO2eq]	[Mio. t CO2eq]	[Mio. t CO2eq]	[Mio. t CO2eq]	[Mio. t CO2eq]	[%]
Austria	79.1	79.0	93.3	18.1%	-13.0%	68.7			-16.0%	50.9	60.6				32.7	35%
Belgium	145.8	146.9	143.8	-2.1%	-7.5%	135.9			-15.0%	72.5	85.3				58.5	41%
Bulgaria	116.1	132.1	69.8	-47.2%	-8.0%	121.5			20.0%	35.9	29.9				39.9	57%
Cyprus	6.0	6.0	9.9	63.7%	-	7.5	25.0%		-5.0%	4.7	5.0				4.9	50%
Czech Republic	196.2	196.3	145.6	-25.8%	-8.0%	180.6			9.0%	70.2	64.4				81.2	56%
Denmark	69.0	69.3	63.9	-7.8%	-21.0%	54.7			-20.0%	30.5	38.1				25.8	40%
Estonia	43.6	43.0	20.7	-52.0%	-8.0%	39.6			11.0%	9.1	8.2				12.5	60%
Finland	71.2	71.1	69.3	-2.6%	0.0%	71.1			-16.0%	30.4	36.2				33.1	48%
France	564.2	563.9	553.4	-1.9%	0.0%	563.9			-14.0%	362.1	421.1				132.3	24%
Germany	1'227.9	1'232.5	1'001.5	-18.7%	-21.0%	973.7			-14.0%	448.4	521.4				480.1	48%
Greece	108.7	111.1	139.2	25.4%	25.0%	138.9			-4.0%	65.4	68.2				71.0	51%
Hungary	98.7	123.0	80.5	-34.5%	-6.0%	115.6			10.0%	59.3	53.9				26.6	33%
Ireland	55.4	55.8	69.9	25.4%	13.0%	63.1			-20.0%	38.7	48.4				21.5	31%
Italy	519.5	519.5	582.2	12.1%	-6.5%	485.7			-13.0%	311.9	358.6				223.6	38%
Latvia	26.4	25.9	10.9	-58.0%	-8.0%	23.8			17.0%	9.6	8.2				2.7	25%
Lithuania	48.1	48.1	22.6	-53.1%	-8.0%	44.3			15.0%	18.8	16.4				6.2	28%
Luxembourg	12.7	12.7	12.7	0.4%	-28.0%	9.1			-20.0%	8.7	10.9				1.8	14%
Malta ⁽²⁾	2.2	2.2	3.4	54.8%	-	2.8	25.0%		5.0%	1.6	1.5				1.9	56%
Netherlands	213.0	214.6	212.1	-1.1%	-6.0%	201.7			-16.0%	109.6	130.5				81.6	38%
Poland	486.2	586.9	399.0	-32.0%	-6.0%	551.7			14.0%	221.3	194.1				204.9	51%
Portugal	59.9	60.9	85.5	40.4%	27.0%	77.3			1.0%	49.5	49.0				36.5	43%
Romania	248.7	282.5	153.7	-45.6%	-8.0%	259.9			19.0%	100.6	84.5				69.2	45%
Slovakia	73.0	73.4	48.7	-33.6%	-8.0%	67.5			13.0%	24.1	21.3				27.4	56%
Slovenia	18.4	20.2	20.3	0.4%	-8.0%	18.6			3.0%	12.3	11.9				8.4	41%
Spain	287.4	289.4	440.6	52.3%	15.0%	332.8			-10.0%	223.8	248.6				192.0	44%
Sweden	72.2	72.3	67.0	-7.4%	4.0%	75.2			-17.0%	38.1	45.9				21.1	32%
United Kingdom	771.4	779.9	657.4	-15.7%	-12.5%	682.4			-16.0%	317.1	377.5				279.9	43%
EU-15	4'257.4	4'278.9	4'191.8	-2.0%	-8.0%	3'934.3	-8.1%		-13.7%	2'157.8	2'500.3				1'691.5	40%
EU-27 ⁽⁴⁾	5'621.0	5'818.5	5'176.9	-11.0%	na	5'367.7	-7.7%	-14.0%	4'452.1	-9.1%	2'725.3	2'999.7	-20.7%	1'726.9	2'177.2	42%

⁽¹⁾ For EU-15 the base year for carbon dioxide, methane and nitrous oxide is 1990; for the fluorinated gases 12 Member States have selected 1995 as the base year, whereas Austria, France and Italy have chosen 1990. As the EU-15 inventory is the sum of Member States' inventories, the EU-15 base year estimates for fluorinated gas emissions are the sum of 1995 emissions for 12 Member States and 1990 emissions for Austria, France and Italy. The EU-15 base year emissions also include emissions from deforestation for the Netherlands, Portugal and the UK. The base year for carbon dioxide, methane and nitrous oxide for Bulgaria is 1988, for Hungary is the average of 1985-1987, for Slovenia 1986, for Poland 1988, for Romania 1989; for the fluorinated gases Slovakia has chosen 1990 as the base year and Romania 1989 all other new members states have selected 1995.

⁽²⁾ Malta did not provide GHG emission estimates for 2005, therefore the data provided in this table is based on gap filling.

⁽³⁾ EU-27 does not have a common Kyoto Protocol target.

⁽⁴⁾ This data has not yet been reviewed by the UNFCCC.

Note: Malta and Cyprus do not have Kyoto targets.

Quelle: Commission of the European Communities (2007), SEC(2007) 1576, Progress towards achieving the Kyoto Objectives.

Kommission der Europäischen Gemeinschaft (2008), Vorschlag für eine Entscheidung des Europäischen Parlaments und des Rates über die Anstrengungen der Mitgliedstaaten zur Reduktion ihrer Treibhausgasemissionen mit Blick auf die Erfüllung der Verpflichtungen der Gemeinschaft zur Reduktion der Treibhausgasemissionen bis 2020, KOM(2008) 17, 23.1.2008, Brüssel.

Tabelle 8-16: Emissionsminderungsziele der Schweiz und Drittländeranteile

CH, Jahr 2020, «Klimalenkungsabgabe ohne Abkommen»						
IETS-Bereich			Nicht IETS-Bereich			Total
Annahme: Reduktionsziel -18% und 8% Regelung für Drittländeranteil bleibt bestehen (Drittländeranteil = 8% vom Ziel).			Annahme: Keine weitere Reduktion in Drittländer, wenn kein Abkommen zustande kommt.			
	[Mio. t CO ₂ eq]	i.Vgl. zu 2005	[Mio. t CO ₂ eq]	i.Vgl. zu 2005	[Mio. t CO ₂ eq]	i.Vgl. zu 2005
Stand 2005:	3.1		50.6		53.8	
Total Ziel 2020:	2.6	-18.0%	39.6	-21.7%	42.2	-21.5%
Inlandziel 2020:*)	2.8	-11.4%	39.6	-21.7%	42.4	-21.1%
Drittländeranteil:	0.2		-		0.2	
CH, Jahr 2020, «Klimalenkungsabgabe mit Abkommen»						
IETS-Bereich			Nicht IETS-Bereich			Total
Annahme: Reduktionsziele entsprechen der Regelung "ohne Abkommen"			Annahme: Reduktionsziel angelehnt an EU-Ziele. Die zusätzliche Leistung kann vollständig über Gutschriften von Drittländern gedeckt werden.			
	[Mio. t CO ₂ eq]	i.Vgl. zu 2005	[Mio. t CO ₂ eq]	i.Vgl. zu 2005	[Mio. t CO ₂ eq]	i.Vgl. zu 2005
Stand 2005:	3.1		50.6		53.8	
Total Ziel 2020:	2.6	-18.0%	34.3	-32.2%	36.9	-31.3%
Inlandziel 2020:*)	2.8	-11.4%	39.6	-21.7%	42.4	-21.1%
Drittländeranteil:	0.2		5.3		5.5	
CH, Jahr 2050, «Klimalenkungsabgabe mit Abkommen»						
IETS-Bereich			Nicht IETS-Bereich			Total
Drittländeranteil von 2020 und zusätzlich kann 35% der Reduktion ab 2020 (gegenüber Fall ohne Abkommen) durch Gutschriften im Ausland gedeckt werden (gleiche Regelung wie die EU)						Annahme: Absenkungspfad Total: globaler Contraction&Convergence-Pfad -1.5% jährlich, Absenkungspfad im Inland: -1.5% jährlich ausgehend vom Kyoto-Zielwert.
	[Mio. t CO ₂ eq]	i.Vgl. zu 2005	[Mio. t CO ₂ eq]	i.Vgl. zu 2005	[Mio. t CO ₂ eq]	i.Vgl. zu 2005
Stand 2005:	3.1		50.6		53.8	
Total Ziel 2050:	0.9	-72.5%	13.9	-72.5%	14.8	-72.5%
Inlandziel 2050:*)	1.7	-46.9%	24.7	-51.2%	26.4	-51.0%
Drittländeranteil:	0.8		10.8		11.6	

*) Inlandziel für den IETS-Bereich: Entspricht der zugeteilten Emissionsrechte im IETS, es kann gehandelt werden zwischen der Schweiz, der EU-27 und den sonstigen Industrieländern.

Tabelle 8-17: Emissionsminderungsziele der EU-27 und Drittländeranteile

EU, Jahr 2020, «Klimalenkungsabgabe ohne Abkommen»					
IETS-Bereich		Nicht IETS-Bereich		Total	
Noch nicht eingesetzte bereits erhaltene Gutschriften aus der Periode 2008-2012. Annahme: rund 40% der Emissionsminderung kann durch Gutschriften aus Drittländer erreicht werden.		3% der Nicht-IETS-Emissionen aus dem Jahr 2005			
	[Mio. t CO ₂ eq] i.Vgl. zu 2005		[Mio. t CO ₂ eq] i.Vgl. zu 2005		[Mio. t CO ₂ eq] i.Vgl. zu 2005
Stand 2005:	2'177		3'000		5'177
Total Ziel 2020:	1'727 -20.7%		2'725 -9.1%		4'452 -14.0%
Inlandziel 2020:*)	1'907 -12.4%		2'815 -6.1%		4'722 -8.8%
Drittländeranteil:	180		90		270
EU, Jahr 2020, «Klimalenkungsabgabe mit Abkommen»					
IETS-Bereich		Nicht IETS-Bereich		Total	
Noch nicht eingesetzte bereits erhaltene Gutschriften aus der Periode 2008-2012. Annahme: rund 40% der Emissionsminderung kann durch Gutschriften aus Drittländer erreicht werden. Zusätzlich kann 100% der Reduktion (gegenüber Fall ohne Abkommen) durch Gutschriften im Ausland gedeckt werden.		3% der Nicht-IETS-Emissionen aus dem Jahr 2005. Zusätzlich kann 100% der Reduktion (gegenüber Fall ohne Abkommen) durch Gutschriften im Ausland gedeckt werden.			
	[Mio. t CO ₂ eq] i.Vgl. zu 2005		[Mio. t CO ₂ eq] i.Vgl. zu 2005		[Mio. t CO ₂ eq] i.Vgl. zu 2005
Stand 2005:	2'177		3'000		5'177
Total Ziel 2020:	1'493 -31.4%		2'403 -19.9%		3'896 -24.8%
Inlandziel 2020:*)	1'907 -12.4%		2'815 -6.1%		4'722 -8.8%
Drittländeranteil:	414		412		827
EU, Jahr 2050, «Klimalenkungsabgabe mit Abkommen»					
IETS-Bereich		Nicht IETS-Bereich		Total	
Der Drittländeranteil bis 2020 kann durch Gutschriften aus Drittländer erreicht werden. Zusätzlich kann 35% der Reduktion ab 2020 (gegenüber Fall ohne Abkommen) durch Gutschriften im Ausland gedeckt werden. Damit kann Ziel einer -50% Reduktion erreicht werden.		Der Drittländeranteil bis 2020 kann durch Gutschriften aus Drittländer erreicht werden. Zusätzlich kann 37% der Reduktion ab 2020 (gegenüber Fall ohne Abkommen) durch Gutschriften im Ausland gedeckt werden. Damit kann Ziel einer -50% Reduktion erreicht werden.			
	[Mio. t CO ₂ eq] i.Vgl. zu 2005		[Mio. t CO ₂ eq] i.Vgl. zu 2005		[Mio. t CO ₂ eq] i.Vgl. zu 2005
Stand 2005:	2'177		3'000		5'177
Total Ziel 2050:	362 -83.4%		498 -83.4%		860 -83.4%
Inlandziel 2050:*)	1'170 -46.3%		1'612 -46.3%		2'783 -46.3%
Drittländeranteil:	809		1'114		1'922

*) Inlandziel für den IETS-Bereich: Entspricht der zugewiesenen Emissionsrechte im IETS, es kann gehandelt werden zwischen der Schweiz, der EU-27 und den sonstigen Industrieländern.

Tabelle 8-18: Szenario «Klimalenkungsabgabe»: Bevölkerung und gesamte THG-Emissionen (exkl. Deforestation) für die Jahre 1990 bis 2050

CH						
	Bevölkerung	Pro-Kopf	Minderung			
	[Mio.t CO2eq]	in Tausend	[Mio.t CO2eq]	i.Vgl. zu 1990	i.Vgl. zu 2005	pro Jahr
1990	53	6'751	7.8			
2005	54	7'459	7.2	2%		0.13%
2020	37	8'073	4.6	-30%	-31%	-2.48%
2025	32	8'183	3.9	-40%	-41%	-3.00%
2030	27	8'261	3.3	-48%	-49%	-3.00%
2035	23	8'301	2.8	-56%	-57%	-3.00%
2040	20	8'307	2.4	-62%	-63%	-3.00%
2045	17	8'287	2.1	-67%	-68%	-3.00%
2050	15	8'247	1.8	-72%	-72%	-3.00%
EU						
	Bevölkerung	Pro-Kopf	Minderung			
	[Mio.t CO2eq]	in Tausend	[Mio.t CO2eq]	i.Vgl. zu 1990	i.Vgl. zu 2005	pro Jahr
1990	5'565	471'271	11.8			
2005	5'177	490'421	10.6	-7%		-0.48%
2020	3'896	498'405	7.8	-30%	-25%	-1.88%
2025	3'029	497'878	6.1	-46%	-41%	-4.91%
2030	2'355	496'116	4.7	-58%	-55%	-4.91%
2035	1'831	493'247	3.7	-67%	-65%	-4.91%
2040	1'423	489'452	2.9	-74%	-73%	-4.91%
2045	1'106	484'823	2.3	-80%	-79%	-4.91%
2050	860	479'464	1.8	-85%	-83%	-4.91%
Industrieländer						
	Bevölkerung	Pro-Kopf	Minderung			
	[Mio.t CO2eq]	in Tausend	[Mio.t CO2eq]	i.Vgl. zu 1990	i.Vgl. zu 2005	pro Jahr
1990	13'459	794'811	16.9			
2005	13'480	864'867	15.6	0%		0.01%
2020	10'144	919'250	11.0	-25%	-25%	-1.88%
2025	7'536	931'049	8.1	-44%	-44%	-5.77%
2030	5'599	939'514	6.0	-58%	-58%	-5.77%
2035	4'160	945'585	4.4	-69%	-69%	-5.77%
2040	3'091	949'457	3.3	-77%	-77%	-5.77%
2045	2'296	951'154	2.4	-83%	-83%	-5.77%
2050	1'706	950'960	1.8	-87%	-87%	-5.77%
Entwicklungsländer						
	Bevölkerung	Pro-Kopf	Minderung			
	[Mio.t CO2eq]	in Tausend	[Mio.t CO2eq]	i.Vgl. zu 1990	i.Vgl. zu 2005	pro Jahr
1990	13'901	4'021'964	3.5			
2005	22'275	5'152'040	4.3	60%		3.19%
2020	29'291	6'241'598	4.7	111%	31%	1.84%
2025	25'871	6'573'605	3.9	86%	16%	-2.45%
2030	22'851	6'873'974	3.3	64%	3%	-2.45%
2035	20'184	7'140'017	2.8	45%	-9%	-2.45%
2040	17'827	7'376'360	2.4	28%	-20%	-2.45%
2045	15'746	7'581'656	2.1	13%	-29%	-2.45%
2050	13'908	7'752'430	1.8	0%	-38%	-2.45%
Welt						
	Bevölkerung	Pro-Kopf	Minderung			
	[Mio.t CO2eq]	in Tausend	[Mio.t CO2eq]	i.Vgl. zu 1990	i.Vgl. zu 2005	pro Jahr
1990	32'978	5'294'797	6.2			
2005	40'986	6'514'787	6.3	24%		1.46%
2020	43'367	7'667'326	5.7	32%	6%	0.38%
2025	36'468	8'010'715	4.6	11%	-11%	-3.17%
2030	30'832	8'317'865	3.7	-7%	-25%	-3.17%
2035	26'197	8'587'150	3.1	-21%	-36%	-3.17%
2040	22'361	8'823'576	2.5	-32%	-45%	-3.17%
2045	19'166	9'025'920	2.1	-42%	-53%	-3.17%
2050	16'489	9'191'101	1.8	-50%	-60%	-3.17%

Tabelle 8-19: Szenario «Klimalenkungsabgabe»: Bevölkerung und energiebedingte CO₂-Emissionen für die Jahre 1990 bis 2050

CH						
	Bevölkerung [Mio.t CO ₂ eq]	Bevölkerung in Tausend	Pro-Kopf [Mio.t CO ₂ eq]	i.Vgl. zu 1990	Minderung i.Vgl. zu 2005	pro Jahr
1990	42	6'751	6.2			
2005	44	7'459	5.9	5%		0.34%
2020	30	8'073	3.8	-28%	-31%	-2.48%
2025	26	8'183	3.2	-38%	-41%	-3.00%
2030	22	8'261	2.7	-47%	-49%	-3.00%
2035	19	8'301	2.3	-54%	-57%	-3.00%
2040	17	8'307	2.0	-61%	-63%	-3.00%
2045	14	8'287	1.7	-66%	-68%	-3.00%
2050	12	8'247	1.5	-71%	-72%	-3.00%
EU						
	Bevölkerung [Mio.t CO ₂ eq]	Bevölkerung in Tausend	Pro-Kopf [Mio.t CO ₂ eq]	i.Vgl. zu 1990	Minderung i.Vgl. zu 2005	pro Jahr
1990	4'317	471'271	9.2			
2005	4'130	490'421	8.4	-4%		-0.29%
2020	3'108	498'405	6.2	-28%	-25%	-1.88%
2025	2'416	497'878	4.9	-44%	-41%	-4.91%
2030	1'879	496'116	3.8	-56%	-55%	-4.91%
2035	1'460	493'247	3.0	-66%	-65%	-4.91%
2040	1'135	489'452	2.3	-74%	-73%	-4.91%
2045	883	484'823	1.8	-80%	-79%	-4.91%
2050	686	479'464	1.4	-84%	-83%	-4.91%
Industrieländer						
	Bevölkerung [Mio.t CO ₂ eq]	Bevölkerung in Tausend	Pro-Kopf [Mio.t CO ₂ eq]	i.Vgl. zu 1990	Minderung i.Vgl. zu 2005	pro Jahr
1990	10'885	794'811	13.7			
2005	11'271	864'867	13.0	4%		0.23%
2020	8'482	919'250	9.2	-22%	-25%	-1.88%
2025	6'302	931'049	6.8	-42%	-44%	-5.77%
2030	4'682	939'514	5.0	-57%	-58%	-5.77%
2035	3'478	945'585	3.7	-68%	-69%	-5.77%
2040	2'584	949'457	2.7	-76%	-77%	-5.77%
2045	1'920	951'154	2.0	-82%	-83%	-5.77%
2050	1'427	950'960	1.5	-87%	-87%	-5.77%
Entwicklungsländer						
	Bevölkerung [Mio.t CO ₂ eq]	Bevölkerung in Tausend	Pro-Kopf [Mio.t CO ₂ eq]	i.Vgl. zu 1990	Minderung i.Vgl. zu 2005	pro Jahr
1990	5'982	4'021'964	1.5			
2005	12'605	5'152'040	2.4	111%		5.09%
2020	18'006	6'241'598	2.9	201%	43%	2.41%
2025	17'153	6'573'605	2.6	187%	36%	-1.45%
2030	16'139	6'873'974	2.3	170%	28%	-1.45%
2035	15'037	7'140'017	2.1	151%	19%	-1.45%
2040	13'893	7'376'360	1.9	132%	10%	-1.45%
2045	12'747	7'581'656	1.7	113%	1%	-1.45%
2050	11'629	7'752'430	1.5	94%	-8%	-1.45%
Welt						
	Bevölkerung [Mio.t CO ₂ eq]	Bevölkerung in Tausend	Pro-Kopf [Mio.t CO ₂ eq]	i.Vgl. zu 1990	Minderung i.Vgl. zu 2005	pro Jahr
1990	21'226	5'294'797	4.0			
2005	28'051	6'514'787	4.3	32%		1.88%
2020	29'626	7'667'326	3.9	40%	6%	0.36%
2025	25'897	8'010'715	3.2	22%	-8%	-2.53%
2030	22'722	8'317'865	2.7	7%	-19%	-2.53%
2035	19'995	8'587'150	2.3	-6%	-29%	-2.53%
2040	17'629	8'823'576	2.0	-17%	-37%	-2.53%
2045	15'564	9'025'920	1.7	-27%	-45%	-2.53%
2050	13'754	9'191'101	1.5	-35%	-51%	-2.53%

Tabelle 8-20: Szenario «Klimalenkungsabgabe»: Bevölkerung und nicht energiebedingte THG-Emissionen (exkl. Deforestation) für die Jahre 1990 bis 2050

CH						
	[Mio.t CO2eq]	Bevölkerung in Tausend	Pro-Kopf [Mio.t CO2eq]	Minderung		pro Jahr
				i.Vgl. zu 1990	i.Vgl. zu 2005	
1990	11	6'751	1.6			
2005	9	7'459	1.3	-11%		-0.79%
2020	7	8'073	0.8	-39%	-31%	-2.48%
2025	6	8'183	0.7	-48%	-41%	-3.00%
2030	5	8'261	0.6	-55%	-49%	-3.00%
2035	4	8'301	0.5	-61%	-57%	-3.00%
2040	4	8'307	0.4	-67%	-63%	-3.00%
2045	3	8'287	0.4	-72%	-68%	-3.00%
2050	3	8'247	0.3	-76%	-72%	-3.00%
EU						
	[Mio.t CO2eq]	Bevölkerung in Tausend	Pro-Kopf [Mio.t CO2eq]	Minderung		pro Jahr
				i.Vgl. zu 1990	i.Vgl. zu 2005	
1990	1'248	471'271	2.6			
2005	1'047	490'421	2.1	-16%		-1.17%
2020	788	498'405	1.6	-37%	-25%	-1.88%
2025	612	497'878	1.2	-51%	-41%	-4.91%
2030	476	496'116	1.0	-62%	-55%	-4.91%
2035	370	493'247	0.8	-70%	-65%	-4.91%
2040	288	489'452	0.6	-77%	-73%	-4.91%
2045	224	484'823	0.5	-82%	-79%	-4.91%
2050	174	479'464	0.4	-86%	-83%	-4.91%
Industrieländer						
	[Mio.t CO2eq]	Bevölkerung in Tausend	Pro-Kopf [Mio.t CO2eq]	Minderung		pro Jahr
				i.Vgl. zu 1990	i.Vgl. zu 2005	
1990	2'574	794'811	3.2			
2005	2'209	864'867	2.6	-14%		-1.01%
2020	1'662	919'250	1.8	-35%	-25%	-1.88%
2025	1'235	931'049	1.3	-52%	-44%	-5.77%
2030	917	939'514	1.0	-64%	-58%	-5.77%
2035	682	945'585	0.7	-74%	-69%	-5.77%
2040	506	949'457	0.5	-80%	-77%	-5.77%
2045	376	951'154	0.4	-85%	-83%	-5.77%
2050	280	950'960	0.3	-89%	-87%	-5.77%
Entwicklungsländer						
	[Mio.t CO2eq]	Bevölkerung in Tausend	Pro-Kopf [Mio.t CO2eq]	Minderung		pro Jahr
				i.Vgl. zu 1990	i.Vgl. zu 2005	
1990	7'919	4'021'964	2.0			
2005	9'670	5'152'040	1.9	22%		1.34%
2020	11'285	6'241'598	1.8	42%	17%	1.03%
2025	8'718	6'573'605	1.3	10%	-10%	-5.19%
2030	6'712	6'873'974	1.0	-15%	-31%	-5.19%
2035	5'147	7'140'017	0.7	-35%	-47%	-5.19%
2040	3'934	7'376'360	0.5	-50%	-59%	-5.19%
2045	2'999	7'581'656	0.4	-62%	-69%	-5.19%
2050	2'279	7'752'430	0.3	-71%	-76%	-5.19%
Welt						
	[Mio.t CO2eq]	Bevölkerung in Tausend	Pro-Kopf [Mio.t CO2eq]	Minderung		pro Jahr
				i.Vgl. zu 1990	i.Vgl. zu 2005	
1990	11'752	5'294'797	2.2			
2005	12'935	6'514'787	2.0	10%		0.64%
2020	13'741	7'667'326	1.8	17%	6%	0.40%
2025	10'571	8'010'715	1.3	-10%	-18%	-5.24%
2030	8'111	8'317'865	1.0	-31%	-37%	-5.24%
2035	6'203	8'587'150	0.7	-47%	-52%	-5.24%
2040	4'732	8'823'576	0.5	-60%	-63%	-5.24%
2045	3'602	9'025'920	0.4	-69%	-72%	-5.24%
2050	2'735	9'191'101	0.3	-77%	-79%	-5.24%

8.3 Externe Kosten - Sekundärnutzen

Tabelle 8-21: Spezifische (Grenz-)Schadenskosten zur Berechnung des Sekundärnutzens der Luftschadstoffreduktion [CHF/kg]

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

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

Tabelle 8-22: 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	39.2	33.00 kg/TJ		0.47
SO ₂	34.7	33.00 kg/TJ		0.41
PM10	127.0	0.20 kg/TJ		0.01
VOC	2.4	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	39.2	0.50 kg/TJ		0.01
SO ₂	34.7	15.00 kg/TJ		0.19
PM10	127.0	0.10 kg/TJ		0.00
VOC	2.4	2.00 kg/TJ		0.00
				0.20
3) Kohle Industrie	spez. Ext. Kosten [CHF/kg]	Emissionen	spez. Ext. Kosten Rp./kWh Inputenergie	
NOx	39.2	200.00 kg/TJ		2.82
SO ₂	34.7	500.00 kg/TJ		6.25
PM10	127.0	45.00 kg/TJ		2.06
VOC	2.4	10.00 kg/TJ		0.01
				11.14

Tabelle 8-23: 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

8.4 Umrechnungsfaktoren

Tabelle 8-24: 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 ₂ /TJ]	Diesel [in t CO ₂ /TJ]	Kerosen [in t CO ₂ /TJ]	Heizöl [in t CO ₂ /TJ]	Erdgas [in t CO ₂ /TJ]	Kohle [in t CO ₂ /TJ]	Elektrizität [in t CO ₂ /TJ]
Spezifische Emissionsfaktoren	73.9	73.6	73.2	73.7	55.0	94.0	-

8.5 Energieeinsparung der Hauptszenarien

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Energieeinsparungen in TJ und umgerechnet in Rohöl-äquivalenten für die beiden Hauptszenarien «Klimalenkungsabgabe» und «klimaneutrale Schweiz».

Tabelle 8-25: 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 (inkl. int. Flugtreibstoffe)	Reduktion gegenüber BAU Jahr 2020	Tausend t Rohöläquivalent Jahr 2020	Millionen Barrel Rohöläquivalent Jahr 2020	
	TJ	in %	in TJ		
BAU	549'293			12'715	93.49
Klimalenkungsabgabe i. Vgl. zu BAU		-11.20%	-61'515	-1'424	-10.47
Klimaneutrale Schweiz i.Vgl. zu BAU		-0.60%	-3'310	-77	-0.56

Literaturverzeichnis

- Ahonen H-M., Hämekoski K (2005)
Transaction costs under the Finnish CDM/JI Pilot Programme. University of Helsinki.
Discussion Papers No. 12. Helsinki.
- Armington P.S. (1969)
A Theory of Demand for Producers Distinguished by Place of Production. IMF Staff
Papers. 1969, 16, 159-178.
- BAFU (2007)
Emissionen nach CO₂-Gesetz und Kyoto-Protokoll, Stand. 25.6.2008. Bern.
- Böhringer Christoph, Rutherford Thomas F. (2008)
The Cost of Compliance: A CGE Assessment of Canada's Policy Options under the
Kyoto Protocol. Forthcoming. Version April 2008. Oldenburg und Zürich.
- Bundesamt für Energie (2007)
Die Energieperspektiven 2035 – Band 1, Synthesebericht, Bern.
- Bundesgesetz über die Reduktion der CO₂-Emissionen (CO₂-Gesetz) (vom 8. Oktober 1999,
Stand 1. Mai 2007).
- Comission of the European Communities (2007)
Progress towards achieving the Kyoto Objectives. SEC(2007) 1576. Brüssel.
- Criqui P. et al. (2003)
Greenhouse Gas Reduction Pathways in the UNFCCC Process up to 2025, Technical
Report, Study contracted for the DG Environment.
- Dimaranan B. und McDougall R.A. (2006)
Global Trade, Assistance and Production: The GTAP 6 Data Base, Center for Global
Trade Analysis. Technical Report. Purdue University, West Lafayette.
- 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.

- Energy Information Administration, U.S. Department of Energy (2008)
International Energy Outlook 2008, Washington, D.C.
- Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung ISI (2003)
Flexible Instrumente im Klimaschutz - Eine Anleitung für Unternehmen.
Bearbeitungsstand März 2005. <http://www.isi.fraunhofer.de/n/klimapolitik.html>.
- Hamburgisches Welt-Wirtschafts-Archiv - HWWA (2004)
Transaction Costs of CDM Projects in India – An Empirical Survey. Hamburg.
- Hertel T. (1997)
Global Trade Analysis, Modeling and applications.
- Infras (2007)
Auswirkungen der Klimaänderung auf die Schweizer Volkswirtschaft (internationale Einflüsse). Bericht im Auftrag des Bundesamts für Umwelt. Bern.
- IPCC (2007)
4. Assessment Report, Synthesis Report.
- IPCC (2007)
Climate Change 2007: Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Technical Summary.
- KOM - Kommission der Europäischen Gemeinschaften (2007) 2
Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen, Begrenzung des globalen Klimawandels auf 2 Grad Celsius, Der Weg in die Zukunft bis 2020 und darüber hinaus, KOM(2007) 2.
- KOM - Kommission der Europäischen Gemeinschaften (2008) 17
Vorschlag der Kommission der Europäischen Gemeinschaften für eine Entscheidung des Europäischen Parlaments und des Rates über die Anstrengungen der Mitgliedstaaten zur Reduktion ihrer Treibhausgasemissionen mit Blick auf die Erfüllung der Verpflichtungen der Gemeinschaften zur Reduktion der Treibhausgasemissionen bis 2020 vom 23.2.2008, KOM(2008) 17.
- KOM - Kommission der Europäischen Gemeinschaften (2008) 30
Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen, Chancen Europas im Klimawandel, KOM(2008) 30.
- Machaelowa A., Stronzik M., Eckermann F. (2002)
Transaction Costs of the Kyoto Mechanisms, HWWA-Discussion Paper 175. Hamburg.
- McDougall R.A. et al. (1998)
Global Trade Assistance and Protection: The GTAP 6 Data Base.
- Okagawa A. und Ban K. (2008)
Estimation of substitution elasticities for CGE models. Discussion Paper 08-16.

Roth Martin (2007)

Klimaneutrale Schweiz – eine Option für die schweizerische Klimapolitik nach 2012?, in: Die Volkswirtschaft 9-2007.

Russ P., Ciscar J.C., Szabó L. (2005)

Analysis of Post-2012 Climate Policy Scenarios with Limited Participation, Study conducted by the European Commission DG Joint Research Centre (JRC)/ Institute for Prospective Technological Studies (ipts), <http://www.jrc.es>.

Russ P., Wiesenthal T., van Regemorter D., Ciscar J.C. (2007)

Global Climate Policy Scenarios for 2030 and beyond, Analysis of Greenhouse Gas Emission Reduction Pathway Scenarios with the POLES and GEM-E3 models, Study conducted by the European Commission DG Joint Research Centre (JRC), JRC 41526, <http://ec.europa.eu/>.

Schweizer Bundesrat – Pressemitteilung vom 21.2.2008 (2008)

«Bundesrat will für Zeit nach 2012 das CO₂-Gesetz revidieren und verabschiedet energiepolitische Aktionspläne», www.bafu.admin.ch.

seco (2008)

Konjunkturtendenzen und Prognosen der Expertengruppe Konjunkturprognosen des Bundes - Sommer 2008. Bern. Medienmitteilung vom 23.6.2008.

Stiftung Klimarappen (2008)

Jahresbericht 2007.

United Nations (2008)

World Population Prospects: The 2006 Revision. <http://esa.un.org/unpp/>.

UVEK – Eidg. Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (2007)

Klimabericht. Bericht des UVEIK über die zukünftige Klimapolitik der Schweiz. Bern.

Verordnung über die CO₂-Abgabe (vom 8. Juni 2007, Stand 1. Jul 2007).