

Bundesamt für Umwelt

---

# Reduktion Treibhausgasemissionen: Gutachten Sekundärnutzen

---

Schlussbericht

24. Juni 2008

---

**Erarbeitet durch**

econcept AG, Gerechtigkeitsgasse 20, CH-8002 Zürich  
www.econcept.ch / + 41 44 286 75 75

**AutorInnen**

Michèle Bättig, Dr. sc. ETH  
Walter Ott, lic. oec. publ., Raumplaner ETH/NDS, dipl. El. Ing. ETH  
Cornelia Staub, lic. oec. publ.

Dateiname: 883\_be\_sekundärnutzen\_schlussbericht\_08\_06\_24c.doc Speicherdatum: 24. Juni 2008

# Inhalt

<b>Zusammenfassung</b>	<b>i</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Ausgangslage	1
1.2 Fragestellungen	1
1.3 Vorgehen	2
1.4 Berichtsaufbau	4
<b>2 Sekundäre Nutzen inländischer Emissionsreduktionsmassnahmen</b>	<b>5</b>
2.1 Primärer und sekundärer Nutzen von Klimaschutzmassnahmen	5
2.2 Identifikation der Arten möglicher inländischer Sekundärnutzen	6
2.2.1 Luftschadstoffreduktionen	6
2.2.2 Minderung des Verkehrsaufkommens	7
2.2.3 Reduktion der Auslandabhängigkeit von fossilen Energieimporten	8
2.2.4 Auswirkungen auf die verschiedenen Wirtschaftsbranchen	8
2.2.5 Innovationsanreize und Wirtschaftsstandort	8
2.2.6 Beschäftigungsimpuls und Wirtschaftswachstum	9
2.3 CO <sub>2</sub> -Emissionsentwicklung für die verschiedenen Abgabevarianten	9
2.3.1 Herleitung der Szenarien	10
2.3.2 CO <sub>2</sub> -Reduktionsziele und Status quo	10
2.3.3 Referenzszenario (Szenario II der Energieperspektiven)	11
2.3.4 Szenario III der Energieperspektiven mit CO <sub>2</sub> -Lenkungsabgabe	12
2.3.5 Szenario CO <sub>2</sub> -Lenkungsabgabe	14
2.3.6 Szenario CO <sub>2</sub> -Lenkungsabgabe mit Teilzweckbindung	15
2.3.7 Szenario CO <sub>2</sub> -Finanzierungsabgabe	17
2.4 Lenkungsabgabe: Monetäre Grössenordnung der Sekundärnutzen	19
2.4.1 Luftschadstoffreduktion	19
2.4.2 Minderung des Verkehrsaufkommens: Lärm und Unfälle	22
2.4.3 Reduktion der Auslandabhängigkeit von fossilen Energieimporten	23
2.4.4 Auswirkungen auf die verschiedenen Wirtschaftsbranchen	24
2.4.5 Innovationsanreize und Wirtschaftsstandort	30
2.4.6 Wohlfahrtseffekte, Wirtschaftswachstum, Beschäftigungsimpulse	31
2.5 Lenkungsabgabe mit Teilzweckbindung: Monetäre Grössenordnung der Sekundärnutzen	33
2.5.1 Luftschadstoffreduktion	33
2.5.2 Minderung des Verkehrsaufkommens	35
2.5.3 Auswirkungen auf die verschiedenen Wirtschaftsbranchen	36
2.5.4 Innovationsanreize und Wirtschaftsstandort	36

2.5.5	Beschäftigung und Wachstum	36
2.5.6	Überlegungen zur Effizienz und zu Mitnahmeeffekten	37
2.6	Zusammenfassung, Ergebnisse	38
<b>3</b>	<b>Sekundäre Nutzen ausländischer Emissionsreduktionsmassnahmen</b>	<b>41</b>
3.1	Nutzen der Schweiz beim Transfer von Schweizer Technologie	41
3.1.1	Schweizer Technologien im Rahmen von CDM-Projekten	42
3.1.2	Anstoss von CDM-Projekten mit Schweizer Technologie durch die Schweiz	43
3.1.3	Weitere Nutzen für die Schweizer Wirtschaft (unabhängig von den inländischen Massnahmen)	45
3.1.4	Nutzen beim Bund (unabhängig von den inländischen Massnahmen)	47
3.1.5	Fazit	47
3.2	Branchen, die vom Zertifikatkauf anstelle inländischer Emissionsminderungen profitieren	48
3.3	Auswirkungen des Zukaufs von Zertifikaten mit hohem schweizerischem Technologieanteil	50
3.3.1	Einkauf von Emissionszertifikaten auf dem Markt	50
3.3.2	Emissionszertifikate mit Lieferantenbindung	51
3.3.3	Fazit	51
3.4	Beitrag des CDM zur nachhaltigen Entwicklung der ärmsten Länder	52
3.4.1	Was leistet der CDM heute	52
3.4.2	Nachhaltigkeits-Instrumente und mögliche, zukünftige Entwicklung	53
3.4.3	Fazit	54
<b>4</b>	<b>Schlussfolgerungen / Empfehlungen</b>	<b>55</b>
	<b>Anhang</b>	<b>59</b>
	<b>Literatur</b>	<b>63</b>

## Zusammenfassung

### *Ausgangslage*

Das CO<sub>2</sub>-Gesetz soll 2012 durch eine neue gesetzliche Grundlage abgelöst werden, welche die Zielsetzungen und Massnahmen der schweizerischen Klimapolitik nach 2012 regelt. Im Sommer 2008 soll eine Vernehmlassungsvorlage zum Nachfolgegesetz vorliegen. Auf der Massnahmenebene werden die drei folgenden Abgabenvarianten in Betracht gezogen: (A) Umfassende Lenkungsabgabe, (B) Finanzierungsabgabe und (C) Lenkungsabgabe mit Teilzweckbindung. Die Dimensionierung der Abgaben soll bis 2020 eine Reduktion der inländischen Treibhausgasemissionen um 20% gegenüber den CO<sub>2</sub>-Emissionen von 1990 ergeben. Alternativ dazu soll eine Variante «80% klimaneutrale Schweiz bis 2020» durch Kauf ausländischer Zertifikate geprüft werden (bis 2030 100% klimaneutral).

### *Fragestellung*

Um diese Ziele zu erreichen, stellt sich die Frage, welches Abgabenmodell zur Reduktion von Treibhausgasen am vorteilhaftesten ist, insbesondere welche Vor- und Nachteile Treibhausgasreduktionen im Inland gegenüber Reduktionsmassnahmen im Ausland aufweisen. Zu diesem Zweck sind die folgenden Fragestellungen zu bearbeiten:

- 1 Welche sekundären Nutzen ergeben sich durch Emissionsvermeidungsmassnahmen im Inland?
- 2 Welche sekundäre Nutzen ergeben sich durch Emissionsvermeidungsmassnahmen im Ausland?

### *Vorgehen*

Für die Beantwortung der aufgeworfenen Fragen konnten im vorgegebenen Rahmen keine neuen Grundlagen erarbeitet werden. Die vorliegende Studie beruht auf verfügbaren inländischen und ausländischen Wirkungsstudien der Klima- und Energiepolitik, auf bestehenden Untersuchungen zu den Innovations-, Wachstums- und Beschäftigungseffekten einer forcierten Klima- und Energiepolitik sowie auf ergänzenden Experten-Interviews.

## **Sekundäre Nutzen bei Emissionsvermeidungsmassnahmen im Inland**

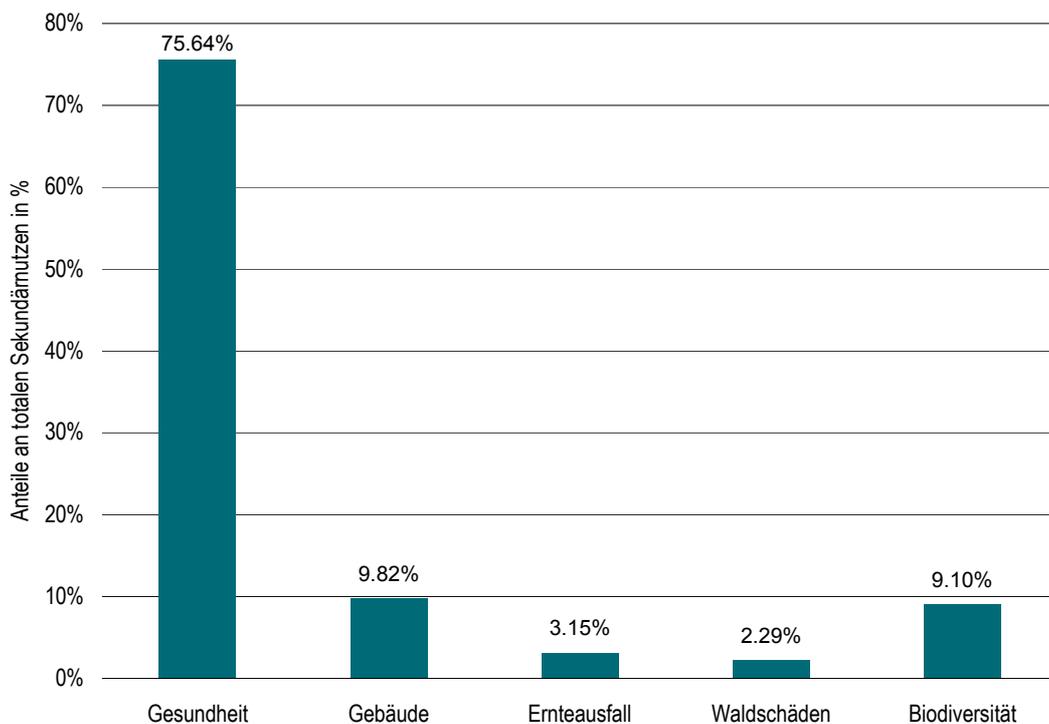
Durch CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktionsmassnahmen soll bis 2020 eine Reduktion der inländischen Emissionen um 20% gegenüber den CO<sub>2</sub>-Emissionen von 1990 erreicht werden. Dies entspricht einer Reduktion von 4.2 Mio. t CO<sub>2</sub> im Jahr 2020 gegenüber dem Referenzszenario. Die aus dieser Reduktion resultierenden monetären Sekundärnutzen durch Luftschadstoffreduktionen werden nach Emissionsquellen aufgezeigt. Neben diesen direkt monetär quantifizierbaren Sekundärnutzen werden die Effekte auf den Verkehr, die

Auslandabhängigkeit, die Belastung verschiedener Wirtschaftsbranchen, die Innovationsfähigkeit, die Beschäftigung und die Wohlfahrtseffekte qualitativ diskutiert.

#### *Luftschadstoffreduktion*

Die grösste und eindeutigste Quelle für Sekundärnutzen aufgrund von CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktionen stellen die gleichzeitig reduzierten Luftschadstoffe dar. Die gesamten berechneten Sekundärnutzen teilen sich auf in die Reduktion der externen Kosten in den Bereichen Gesundheit, Gebäude, Ernteauffälle, Waldschäden und Biodiversität (Figur 1). Mehr als drei Viertel der externen Kosten werden im Gesundheitsbereich eingespart. Die Bedeutung dieses Bereiches wird auch in der Literatur stets unterstrichen. Die Einsparungen im Gebäudebereich und die Schadensreduktion bei der Biodiversität generieren je weitere knapp 10% der Sekundärnutzen.

#### «Anteile der Sekundärnutzen aufgrund von Luftschadstoffemissionsreduktionen»



econcept

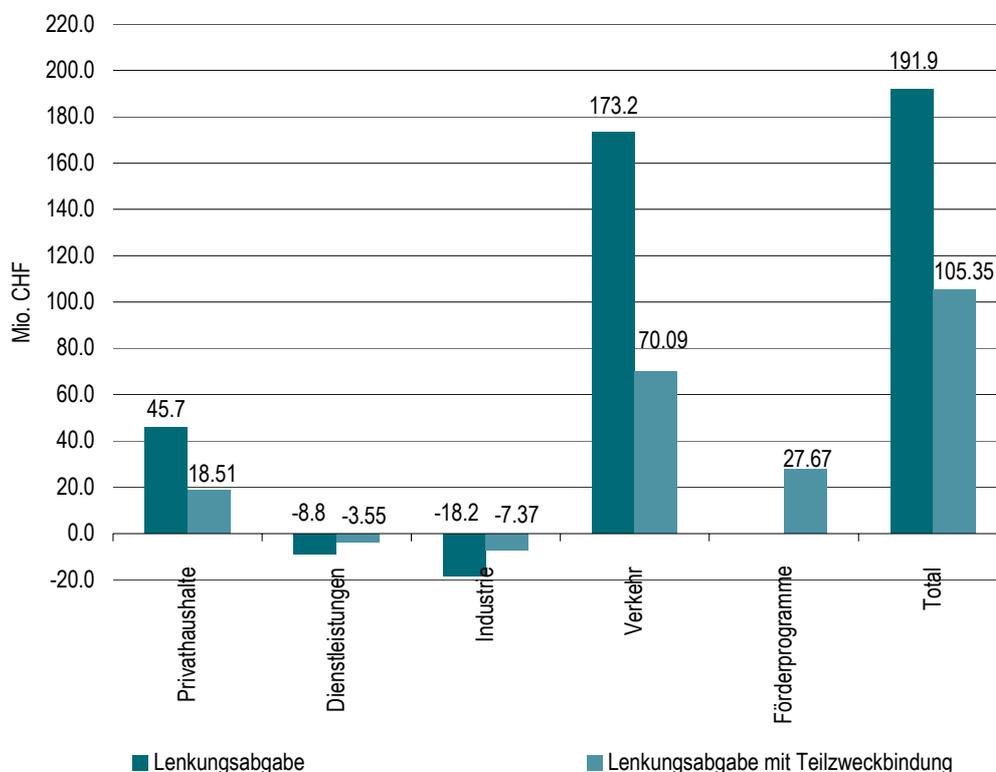
Figur 1: Verteilung der reduzierten externen Kosten aufgrund der Luftschadstoffemissionsreduktionen (Quelle: eigene Berechnungen)

Die CO<sub>2</sub>-Reduktion durch Treibstoffe im Verkehr verursacht relativ die höchsten Sekundärnutzen pro vermiedener Tonne CO<sub>2</sub>-Emissionen. Über die Jahre 2015 bis 2035 liegen die Sekundärnutzen durch CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktion infolge von Heizöl-Einsparungen in einer Bandbreite von 13 bis 35 CHF/ t CO<sub>2</sub>, wobei insbesondere in der Industrie die grösseren Potenziale liegen. Für den Verkehr betragen die Sekundärnutzen dagegen 90 bis 115 CHF / t CO<sub>2</sub>. Für Erdgas fallen die Sekundärnutzen je nach Verbraucher und Jahr

(aufgrund teilweise sehr geringer Veränderungen) sehr unterschiedlich aus, mit einer Bandbreite von 0.2 bis über 10 CHF/ t CO<sub>2</sub>.

Die Fördermittel aus der Zweckbindung sehen keine Massnahmen zur CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktion beim Verkehr vor. Durch eine reine Lenkungsabgabe werden deshalb voraussichtlich mehr Luftschadstoffe reduziert und damit mehr Sekundärnutzen generiert (Figur 2). Die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrs sind nur sehr bedingt durch Fördermassnahmen zu beeinflussen. Hier kommen als Alternative zur Lenkungsabgabe eher regulatorische Massnahmen im Fahrzeugbereich in Frage.

### «Sekundärnutzen aufgrund von Luftschadstoffemissionsreduktion bei einer Lenkungsabgabe und bei einer Lenkungsabgabe mit Teilzweckbindung»



econcept

Figur 2: Vergleich der resultierenden Sekundärnutzen aufgrund von Luftschadstoffemissionsreduktionen in Mio. CHF im Jahr 2020 bei einer Lenkungsabgabe mit voller Rückerstattung bzw. mit Teilzweckbindung (Quelle: Eigene Berechnungen)

#### *Reduktion Auslandabhängigkeit*

Die durch die Lenkungsabgabe erreichte geringfügige Reduktion der Importanteile von fossilen Brenn- und Treibstoffen von 2.7% vermag die Auslandabhängigkeit der Schweiz nicht massgeblich abzuschwächen. Damit bleibt die Exposition zu den schwankenden Weltmarktpreisen der fossilen Energieträger unverändert.

#### *Nettoeffekte auf die verschiedenen Wirtschaftsbranchen*

Die Nettoeffekte auf die verschiedenen Wirtschaftsbranchen zeigen eine klare Belastung der energieintensiven Industrie und eine Entlastung des Dienstleistungssektors. Die

Höhe der Umverteilung hängt zum einen von der vom Ölpreis abhängigen Höhe der Abgabe ab. Zum anderen wird sie von der Anzahl Unternehmen beeinflusst, die sich durch eine Zielvereinbarung von der Abgabe befreien lassen. Die erwartete durchschnittliche Belastung liegt für die Industriebranchen bei 0.2 - 0.5% der Bruttowertschöpfung und die Entlastung bei den Dienstleistungsbranchen bei 0.1% - 0.2%. Die Werte liegen im Prozentbereich der jeweils üblichen Renditen der betroffenen Branchen. Bezogen auf den Strukturwandel sind sie nicht als bedeutsam einzustufen und es sind auch in der kurzen Frist keine nachteiligen Effekte auf die internationale Wettbewerbsfähigkeit zu erwarten.

#### *Innovation*

Energie- und CO<sub>2</sub>-Steuern setzen tendenziell positive Innovationsanreize, welche die Entwicklung von energieeffizienten Technologien antreiben. Die damit erzielten Kosteneinsparungen führen zu Wettbewerbsvorteilen. Solche Abgaben fördern tendenziell die Diffusion von innovativen Lösungen, welche wiederum die technische Entwicklung unterstützen. Die Innovationswirkung tritt erst ab einer minimalen Höhe der Abgabe auf. Die technologische Leistungsfähigkeit der Schweizer Energieeffizienz-Branchen stellt einen positiven Faktor für die zukünftigen Exportchancen von innovativen Lösungen in diesem Bereich dar.

Durch die Teilzweckbindung finanzierte Fördermassnahmen können wichtige "Schmiermittel"-Funktionen im Innovations-/Diffusionsprozess wahrnehmen. Die Unterstützung bereits existierender Technologien und Verfahren führt hauptsächlich zu einer schnelleren Verbreitung des neusten Stands der Energieeffizienztechnik.

#### *Beschäftigung*

Die Auswirkungen der Emissionsreduktionsmassnahmen auf die Beschäftigung sind gering. Für die Lenkungsabgabe wird in der Schweiz von einer geringfügig höheren Arbeitslosenrate ausgegangen als im Referenzszenario. Internationale Erfahrungen mit CO<sub>2</sub>- und Energieabgaben zeigen leicht positive Effekte. Die Erfahrungen aus bereits existierenden Fördermassnahmen weisen auf einen positiven, allerdings ebenfalls geringen Effekt auf die Beschäftigung hin. Bei beiden Abgabevarianten profitieren insbesondere die Baubranchen.

#### *Wachstum und Wohlfahrt*

Die Effekte auf Wohlfahrt und Wachstum sind sehr gering. Die Prognosen bezüglich des Effekts einer Lenkungsabgabe auf das Bruttoinlandprodukt rangieren im Bereich zwischen -0.07% und "leicht positiv". Die Effekte der Fördermassnahmen resultieren grösstenteils aus den zusätzlich ausgelösten Investitionen und werden ebenfalls als geringfügig positiv eingeschätzt.

## **Sekundäre Nutzen bei Emissionsvermeidungsmassnahmen im Ausland**

### *Nutzen durch Schweizer Technologien im Rahmen von CDM-Projekten*

Der Schweizer Technologieanteil innerhalb der Emissionsreduktionszertifikate (CER) mit Technologietransfer ist kleiner als 1%. Zudem liegt der Fokus des Schweizer Technologietransfers bisher stark im Bereich des Wissenstransfers und weniger im Bereich des Anlagetransfers. Gesamthaft kann daraus geschlossen werden, dass der Nutzen der Schweiz im Bereich des Technologietransfer vorläufig noch gering ist.

Eine Ursache für die geringen Anlagetransfers liegt darin, dass zur Zeit grossmehrheitlich einfache Projekte mit vorwiegend lokalen Technologien realisiert werden, die schnell umsetzbar sind und rasch CO<sub>2</sub>-Reduktionen für die Anrechnungsperiode 2008 – 2012 einbringen. High Tech-Projekte mit längeren Anlaufzeiten und Amortisationsfristen scheinen zur Zeit schwieriger umsetzbar zu sein, da der Zeitraum bis 2012 kurz ist und das post 2012-Regime noch nicht feststeht. Die Schweizer Technologien sind eher dem «High Tech» Bereich zuzuordnen. Ihr Einsatz innerhalb des CDM wird durch diese Entwicklung erschwert.

### *Anstoss von CDM-Projekten mit Schweizer Technologie durch die Schweiz*

Zurzeit stösst die Schweiz wenige CDM-Projekte aktiv an und CDM-Projekte werden grösstenteils direkt in den Non-Annex I Ländern entwickelt. Damit ist der Einfluss der Schweiz auf die Technologieauswahl begrenzt.

Bei einem allfälligen Ausbau der zu erwerbenden CER in der Zeit nach 2012 (z.B. Variante «klimaneutrale Schweiz») stellt sich die Frage, ob die Schweiz in Zukunft selbst aktiv werden muss. Da die schweizerische CER-Nachfrage auch bei einer vollen Auslandkompensation global gesehen relativ gering ist, kann davon ausgegangen werden, dass sie zu keiner deutlich spürbaren Erhöhung der internationalen CER-Preise führen würde.

In Zukunft wird der Anteil hochtechnologischer CDM-Projekte zunehmen (bei steigenden CER-Preisen). Diese Entwicklung bietet zunehmend Möglichkeiten und Chancen für Schweizer Technologie-Anbieter im High Tech Bereich, insbesondere falls die Schweiz selbst CDM-Projekte anstösst (eher Einflussnahme auf die Auswahl der verwendeten Technologien und Dienstleistungen möglich). Solche Aktivitäten können den Schweizer Lieferanten neue Absatzmärkte eröffnen und Wachstumsimpulse vermitteln. Allfällige Verpflichtungen zu schweizerischen Technologielieferungen bei aktiver Entwicklung von CDM-Projekten sind aber mit höheren CER-Preisen für die Schweiz bzw. für die Schweizer CER-Käufer verbunden.

Verglichen mit den teureren und technologisch in der Regel weiterentwickelten schweizerischen CO<sub>2</sub>-Reduktionsprojekten haben ausländische CDM-Projekte geringere Innovationswirkungen.

*Weitere von der gewählten schweizerischen Politikvariante unabhängige Nutzen für die Schweizer Wirtschaft und den Bund*

Schliesslich zeigt sich dass die Schweiz – neben dem Technologietransfer - in den Bereichen Validierung, Verifizierung, Handel und weitere CDM-Dienstleistungen zurzeit überproportional vertreten ist. Innerhalb von Kontinentaleuropa hat sich Zürich als Handelsplatz an der Spitze etabliert, mit geschätzten rund 100 Arbeitsplätzen im Bereich Broker und Trader (Carbon-Firmen). Durch diverse Dienstleistungen (z.B. Versicherungen, Beratungen, NGOs) ergeben sich weitere Nutzen für die Schweizer Wirtschaft. Für die weitere Entwicklung des CDM/Carbon-Marktes ist es von zentraler Bedeutung, dass das post 2012-Regime möglichst geklärt wird.

*Branchen, die vom Zertifikatkauf anstelle inländischer Emissionsminderungen profitieren*

Eine Lenkungsabgabe bzw. eine Lenkungsabgabe mit Teilzweckbindung belastet die diversen Branchen unterschiedlich stark, es können Nettozahler und Nettoempfänger unterschieden werden. Zu den Nettozahlern gehören die energieintensiven Branchen mit verhältnismässig geringem Lohnkostenanteil, primär im Industriesektor. Unter den Nettoempfängern finden sich vorwiegend Dienstleistungsbranchen mit hohem Lohnanteil und tiefer Energieintensität.

Der Wechsel von inländischen Emissionsminderungen durch eine Lenkungsabgabe bzw. durch Zielvereinbarungen zum Modell «Klimaneutrale Schweiz» mit Zertifikat-Zukauf ergäbe die folgenden Verschiebungen:

- (1) Die Nettoempfänger profitieren nicht mehr von der Umverteilung durch die lohnsummenabhängige Rückerstattung der Lenkungsabgabe und müssen gleichzeitig für ihre eigenen CO<sub>2</sub>-Emissionen bezahlen. Sie werden schlechter gestellt als bei der reinen Abgabelösung.
- (2) Für hoch belastete Nettozahler kann der Zukauf von Zertifikaten vorteilhafter werden als Zielverpflichtungen zur Abgabebefreiung oder die Bezahlung der Abgabe.
- (3) Unternehmen mit Zielverpflichtung profitieren vom Zukauf von Zertifikaten unter der Annahme, dass die Reduktion der eigenen CO<sub>2</sub>-Emissionen (im Inland) teurer ist als der Zukauf von Zertifikaten und dass durch den Zertifikatkauf die eigenen CO<sub>2</sub>-Reduktionsziele abgeschwächt werden können.

*Auswirkungen des Zukaufs von Zertifikaten mit hohem Schweizer Technologieanteil*

Soll ein hoher schweizerischer Technologieanteil bei den von der Schweiz eingekauften CER sichergestellt werden, ist davon auszugehen, dass in Zukunft Projekte ausgewählt werden, welche bezüglich der eingesetzten Technologien und den Technologielieferanten noch beeinflusst werden können. Marktakteure weisen darauf hin, dass der technologische Standard von CDM-Projekten tendenziell zunimmt, was die Chancen für schweizerische Technologieangebote erhöht.

Sind die Schweizer Dienstleistungs- und Technologielieferanten konkurrenzfähig oder werden sie aufgrund von Lieferbindungen gewählt, resultieren daraus Sekundärnutzen in

der Form von neuen Kundenbeziehungen und der Erschließung neuer regionaler Märkte, welche inländische Wachstums-, Beschäftigungs- und Innovationschancen schaffen. Das gilt vor allem dann, wenn die CDM-Projekte einen Beitrag an eine beschleunigte und nachhaltige Entwicklung der CDM-Projektländer leisten und in diesen Ländern eine dynamischere Absatzmarktentwicklung induzieren.

Verglichen mit dem Zertifikatkauf im Inland bzw. mit der Entwicklung inländischer Projekte sind die ausländischen Zertifikatkäufe deutlich kostengünstiger, auch wenn berücksichtigt wird, dass ihre Projektrisiken höher sind. Es ist davon auszugehen, dass bei einer starken Zunahme des internationalen Zertifikathandels, die Kostendifferenz zwischen in- und ausländischen Zertifikaten in Zukunft etwas abnehmen wird.

### *Beitrag des CDM zur nachhaltigen Entwicklung*

Der Beitrag von CDM zur nachhaltigen Entwicklung, insbesondere zur Bekämpfung der Armut (in ländlichen Regionen) in Nicht-Annex I Ländern ist gering bis vernachlässigbar. Fast alle CDM-Projekte sind jedoch business-orientiert und weisen in verschiedenen Bereichen, auch in Nicht-Annex I Ländern, Marktwirkungen auf.

Diverse Bestrebungen sind zurzeit darauf ausgerichtet, den Nachhaltigkeitsaspekt von CDM-Projekten auch in armen und ländlichen Gebieten zu stärken. Am einfachsten umsetzbar und am erfolgversprechendsten wäre es, innerhalb des CDM/UNFCCC bzw. innerhalb eines allfälligen Post-Kyoto-Vertrages die Nachhaltigkeitsfrage verbindlich zu lösen (Definition von Nachhaltigkeits-Kriterien und deren Überprüfung im CDM-Zulassungsprozess).

Generell wird der verstärkte Einbezug von Nachhaltigkeits-Aspekten - durch die erhöhten Anforderungen an die CDM-Projekte - auch die CER-Preise erhöhen.

## **Schlussfolgerungen und Empfehlungen**

### *Sekundärnutzen klimapolitischer Massnahmen zur Reduktion von Treibhausgasen*

Die vom Bund in Betracht gezogenen Klimaschutzmassnahmen weisen neben ihren klimaspezifischen Primärwirkungen beträchtliche Sekundärnutzen auf, welche bei der Massnahrmenevaluation zu beachten sind. Die wichtigsten Sekundärnutzen ergeben sich aufgrund der Reduktion der Luftschadstoffbelastung durch den verminderten Einsatz fossiler Energieträger sowie durch Innovations-, Wachstums- und Beschäftigungsimpulse infolge der in Betracht gezogenen Abgaben und Finanzierungsmassnahmen.

Im Gegensatz zu den stark verzögert (>50 Jahre) zu erwartenden globalen Primärwirkungen der untersuchten klimapolitischen Massnahmen ergeben sich die identifizierten Sekundärnutzen dieser Massnahmen in der Regel sofort und lokal bis national. Die Sekundärnutzen sind deswegen mit viel geringeren Unsicherheiten verbunden als die Primärnutzen.

### *Sekundärnutzen inländischer Emissionsminderungsmassnahmen*

Wird bis ins Jahr 2020 eine Reduktion der schweizerischen Treibhausgasemissionen um 20% gegenüber den Emissionen im Jahr 1990 angestrebt, ergeben sich je nach Massnahmenvariante die folgenden Sekundärnutzen:

— *Lenkungsabgabe:*

Reduktion der Schadenskosten der Luftverschmutzung 2020:	CHF 192 Mio./a
Reduktion der Auslandsabhängigkeit von fossilen Energieträgern:	-2.7%
Innovationsanreize und indirekte Beschäftigung:	gute Chancen, leicht positiv
Wohlfahrtseffekte, Wirtschaftswachstum im Jahr 2020:	-0.07%
Direkte Beschäftigungswirkung der Abgabe:	-0.05%

— *Lenkungsabgabe mit Teilzweckbindung*

Reduktion der Schadenskosten der Luftverschmutzung 2020:	CHF 105 Mio./a
(77.7 Mio. CHF durch die Lenkungswirkung der Abgabe und 27.7 Mio. CHF durch die Finanzierung von Reduktionsmassnahmen)	
Reduktion der Auslandsabhängigkeit von fossilen Energieträgern:	-2.7%
Innovationsanreize und indirekte Beschäftigung:	gute Chancen, leicht positiv
Direkte Beschäftigungswirkung der Abgabe:	+7'406 Personenjahre

— *Hohe Sekundärnutzen im Verkehrsbereich:* Infolge der Abnahme der Luftschadstoffemissionen weisen die Abgaben im Verkehr die höchsten Sekundärnutzen auf. Das widerspricht der aktuellen Massnahmenlogik, welche den Verkehr nicht einer Lenkungsabgabe, sondern nur der sehr geringen Abgabe zur Finanzierung der Emissionsreduktionen der Stiftung Klimarappen unterwirft.

— *Relativ geringe Auswirkungen auf Branchen und Strukturwandel:* Die Nettoeffekte auf die verschiedenen Wirtschaftsbranchen zeigen eine klare Belastung der energieintensiven Industriebetriebe und eine Entlastung des weniger energieintensiven Dienstleistungssektors. Die Höhe der Umverteilung hängt von der Höhe der Abgabe und von der Anzahl Unternehmen ab, die sich durch eine Zielverpflichtung von der Abgabe befreien lassen. Die erwartete durchschnittliche Belastung liegt für die Industriebranchen bei 0.2 - 0.5% der Bruttowertschöpfung und die Entlastung bei den Dienstleistungsbranchen bei 0.1% - 0.2%.

— *Geringe Auswirkungen auf die Auslandsabhängigkeit, die Beschäftigung und das Wirtschaftswachstum:* Die Auswirkungen sind bei allen geprüften Szenarien gering und positiv bzw. nur sehr geringfügig negativ (Wirtschaftswachstum).

— *Effizienzeinbussen bei Förderprogrammen:* Massnahmenszenarien mit Förderprogrammen (Teilzweckbindung) weisen beträchtliche Effizienz senkende Mitnahmeeffekte auf. Fördermassnahmen sind dann angebracht, wenn substantielle Marktunvollkommenheiten vorliegen (wie: hohe Informations- und Transaktionskosten, nicht volle Wirksamkeit des Preismechanismus, beispielsweise wegen dem Investor-/Nutzerdilemma oder bei Externalitäten).

### *Sekundärnutzen ausländischer Emissionsminderungsmassnahmen*

Der Schweizer Technologieanteil innerhalb der CER mit Technologietransfer ist kleiner als 1%. Zudem liegt der Fokus des Schweizer Technologietransfers stark im Bereich des Wissenstransfers und weniger im Bereich des Anlagetransfers. Gesamthaft wird daraus geschlossen, dass bisher im Bereich des Technologietransfers der Nutzen für die Schweiz als eher klein einzuschätzen ist.

Die Reduktion der schweizerischen Treibhausgasemissionen bis ins Jahr 2020 durch den Kauf ausländischer Emissionszertifikate ist bei statischer Betrachtung kurz- bis mittelfristig kostengünstiger als die Vornahme der Emissionsreduktionen in der Schweiz. Das gilt bei einer volkswirtschaftlichen und dynamischen Betrachtungsweise jedoch nur noch bedingt. Zurzeit bestehen beträchtliche inländische Emissionsreduktionsmöglichkeiten, welche heute schon wirtschaftlich sind, wegen Marktunvollkommenheiten jedoch nicht vorgenommen werden. Zusätzlich führt der Einkauf von vorläufig noch günstigen CER zu einer verringerten Innovations- und Emissionsreduktionsdynamik im Inland. Die inländische Emissionsproblematik wird nicht gelöst sondern kostengünstig kurz- bis mittelfristig verschoben. Es besteht das Risiko, dass aufgrund dieser Rahmenbedingungen neue nicht nachhaltige Langfristinvestitionen getätigt werden.

- **Nutzen von Technologietransfer für die Schweiz bei ausländischen Massnahmen:** Eine hohe Beteiligung schweizerischer Technologielieferanten für den CDM-Markt schafft Voraussetzungen zur Realisierung von Sekundärnutzen dieses Technologietransfers, indem Kundenbeziehungen erschlossen und der Eintritt in die regionalen Märkte der unterstützten CDM-Partnerländer erleichtert wird.
- **Branchen, die vom Kauf ausländischer Zertifikate profitieren:** Vom Kauf ausländischer Zertifikate profitieren die Nettozahler der Lenkungsabgabe. Zu diesen gehören die energie-intensiven Branchen im Industriesektor mit verhältnismässig geringem Lohnkostenanteil.
- **Auswirkungen des Zukaufs von Zertifikaten mit einem hohen schweizerischen Technologieanteil:** Falls die bisher erstaunlich hohe Beteiligung schweizerischer Technologieanbieter eine Folge von Lieferantenbindungen ist, führt das dazu, dass die Zertifikatpreise für die schweizerischen Käufer steigen. Das führt zu einer Umverteilung zwischen Zertifikatkäufern und Technologieanbietern.
- **Beitrag des CDM zur nachhaltigen Entwicklung der ärmsten Länder** Bei den bisherigen CDM-Projekten wurden bisher nur vereinzelt Beiträge an die nachhaltige Entwicklung der jeweiligen Länder nachgewiesen. Das hängt mit den bestehenden Anreizstrukturen zusammen und mit der fehlenden Vorgabe von Nachhaltigkeitskriterien, die einzuhalten sind. Erst wenn die Zielländer derartige Kriterien formulieren (bzw. Vorgaben dazu erhalten), ist damit zu rechnen, dass Nachhaltigkeitsbeiträge vermehrt eingefordert werden können.

# 1 Einleitung

## 1.1 Ausgangslage

Das CO<sub>2</sub>-Gesetz soll 2012 durch eine neue gesetzliche Grundlage abgelöst werden, welche die Zielsetzungen und Massnahmen der schweizerischen Klimapolitik nach 2012 regelt. Im Sommer 2008 soll eine Vernehmlassungsvorlage zum Nachfolgegesetz vorliegen. Auf der Massnahmenebene werden die drei folgenden Abgabenvarianten in Betracht gezogen:

- A Umfassende Lenkungsabgabe (Treibstoffe, Brennstoffe, geogene CO<sub>2</sub>-Emissionen; allenfalls auch CO<sub>2</sub>-Emissionen nicht biogener Abfälle, Lachgas aus Aluminiumproduktion und dem Schwerverkehr)
- B Finanzierungsabgabe (Finanzierung von Massnahmen im Inland und/oder Ausland)
- C Lenkungsabgabe mit Teilzweckbindung

Ergänzend zu den Abgabenvarianten können technische Regulierungen beschlossen werden.

Die Dimensionierung der Abgaben soll bis 2020 eine Reduktion der inländischen Treibhausgasemissionen um 20% (bis 2050 -50%) gegenüber den CO<sub>2</sub>-Emissionen von 1990 ergeben (Variante: -30% bis 2020, davon -10% durch Zertifikatkauf im Ausland). Alternativ dazu soll eine Variante "80% klimaneutrale Schweiz bis 2020" durch Kauf ausländischer Zertifikate geprüft werden (bis 2030 100% klimaneutral).

Um diese Ziele zu erreichen, stellt sich die Frage, welches Abgabenmodell zur Reduktion von Treibhausgasen am vorteilhaftesten ist, insbesondere welche Vor- und Nachteile Treibhausgasreduktionen im Inland gegenüber Reduktionsmassnahmen im Ausland aufweisen.

## 1.2 Fragestellungen

Die Vor- und Nachteile inländischer Emissionsreduktionen sollen mit denjenigen ausländischer Emissionsreduktionen verglichen werden. Zu diesem Zweck sind die folgenden Fragestellungen zu bearbeiten:

### 1. Sekundäre Nutzen bei Emissionsvermeidungsmassnahmen im Inland?

- Welche sekundären Nutzen gibt es?
- Bei welchen Emissionsquellen liegen die grössten Potenziale zur Realisierung positiver Sekundärnutzen?

- In welchen monetären Grössenordnungen bewegen sich die Sekundärnutzen bei einer angenommenen Inlandreduktion von 20% der Treibhausgasemissionen bis 2020 gegenüber 1990 für alle identifizierten Quellen?
- Wie sind die einzelnen Wirtschaftsbranchen von den Massnahmen betroffen

## 2. Sekundäre Nutzen bei Emissionsvermeidungsmassnahmen im Ausland?

- Technologietransfer, Nutzen für die Schweizer Wirtschaft beim Transfer von Schweizer Technologie (Beispiele).
- Welche Branchen profitieren und weshalb, wenn die Reduktionsleistung durch den Zukauf von Zertifikaten geleistet wird?
- Wenn Zertifikate mit hohem Schweizer Technologieanteil zugekauft werden sollten, welche Auswirkungen hätte das auf die Zertifikatspreise?
- Welchen Beitrag leistet der CDM zur nachhaltigen Entwicklung der ärmsten Länder?

### 1.3 Vorgehen

Alle Abgabenvarianten haben dieselbe klimapolitische Zielsetzung. Die primären **direkten klimapolitischen Nutzen** sind daher bei allen Massnahmen gleich:

- Reduktion von Treibhausgasemissionen
- Reduktion der Klimaänderungen
- Reduktion negativer Auswirkungen von Klimaänderungen (Schäden)

Daneben weisen die Abgabenvarianten zusätzliche **sekundäre Nutzen** auf, welche in der Literatur auch als indirekte Nutzen, Ancillary Benefits, Co-Benefits bezeichnet werden. Die hier vorgenommene Analyse konzentriert sich auf die Unterschiede bei den erwarteten Sekundärnutzen der vorgeschlagenen Abgaben- und Massnahmenvarianten. Im Gegensatz zu den zeitlich stark verzögerten Klimawirkungen fallen die Sekundärnutzen in der Regel sofort an. Bei inländischen Emissionsreduktionsmassnahmen stehen die folgenden Sekundärnutzen im Vordergrund:

- Reduktion der Luftschadstoffemissionen (vor allem PM<sub>10</sub>, NO<sub>x</sub> und VOC) und der dadurch verursachten externen Kosten
- Reduktion von weiteren Externalitäten in Verbindung mit dem Verkehr: Lärm, Unfälle, Bodenqualität, Biodiversität sowie ev. Abfälle, Landverbrauch, Landschaftseingriffe.
- Reduktion der Auslandabhängigkeit von in Zukunft knapper werdenden fossilen Energieimporten mit einer damit verbundenen Reduktion der Exposition gegenüber

Energiepreisschwankungen und Versorgungsrisiken sowie einer Entlastung der Aussenhandelsbilanz

- Auswirkungen auf Branchen des Industrie- und Dienstleistungssektors und dadurch potentiell ausgelöste Effekte auf die Wirtschaftsstruktur und Wettbewerbsfähigkeit
- Innovationsanreize infolge veränderter relativer Preise im Inland mit einer allfälligen Verbesserung der Wettbewerbsposition der jeweiligen Branchen (first mover advantage).
- Inländische Wachstums- und Beschäftigungsimpulse infolge verstärkter Innovationsaktivitäten, einer verbesserten Wettbewerbsfähigkeit und einer Substitution von Importen fossiler Energie durch inländische Investitionen zur Verringerung von Treibhausgasemissionen.

Die Analyse fokussiert weitgehend auf die Reduktion des Treibhausgases CO<sub>2</sub>. Dieses dominiert zusammen mit Methan und Lachgas die schweizerischen Treibhausgasemissionen. Ausserdem sind die weiteren Treibhausgase gemäss Kyoto-Protokoll (HFKW, PFKW und SF6) durch die schweizerische Klimapolitik kaum zu beeinflussen.

Für die Beantwortung der aufgeworfenen Fragen konnten im vorgegebenen Rahmen keine neuen Grundlagen erarbeitet werden. Die Wirkungsschätzungen beruhen auf verfügbaren inländischen und ausländischen Wirkungsstudien der Klima- und Energiepolitik, auf bestehenden Untersuchungen zu den Innovations-, Wachstums- und Beschäftigungseffekten einer forcierten Klima- und Energiepolitik sowie auf ergänzenden Interviews mit schweizerischen Akteuren im Bereich des Emissionshandels. Da die vorgeschlagenen Abgaben an den fossilen Energieträgern ansetzen, werden die Auswirkungsanalysen zu entsprechenden Abgaben in der Energiepolitik verwendet. Dasselbe gilt für die flankierend eingesetzten Vorschriften und technischen Regulierungen der Klima- und Energiepolitik. Wir gehen davon aus, dass Letztere vor allem dort eingesetzt werden, wo die vorgesehenen Abgaben wenig Wirkung zeigen.

Durchgeführte ExpertInnengespräche:

- Expertengespräch mit der Stiftung Klimarappen: Marco Berg, Renato Marioni;
- Zusätzliche telefonische Expertengespräche mit Renato Marioni und Thomas Schmid, Stiftung Klimarappen;
- Telefonisches Expertengespräch mit Martin Stadelmann, MyClimate;
- Telefonisches Expertengespräch mit Renat Heuberger, South Pole;
- Telefonische Auskünfte von Dagmar Vogel, seco (Infrastrukturfinanzierung) zu Infrastrukturfinanzierungen in Osteuropa;

Wir bedanken uns bei allen ExpertInnen für ihre grosse Auskunftsbereitschaft.

## 1.4 Berichtsaufbau

### **Kapitel 2: Sekundäre Nutzen inländischer Emissionsreduktionsmassnahmen**

- In **Kapitel 2.1** und **2.2** werden die sekundären Nutzen von Emissionsreduktionsmassnahmen identifiziert und von den primären Nutzen der Klimapolitik abgegrenzt.
- **Kapitel 2.3** enthält die Auswirkungen der verschiedenen Abgabeverarianten auf die Entwicklung der inländischen CO<sub>2</sub> –Emissionen bis 2020. Zu diesem Zweck werden die CO<sub>2</sub> –Emissionen für die Referenzentwicklung ohne zusätzliche Abgaben (Szenario II hoch der Energieperspektiven) den CO<sub>2</sub> –Emissionen der unterschiedlichen Abgabenszenarien gegenübergestellt.
- In **Kapitel 2.4** wird die monetäre Grössenordnung der inländischen Sekundärnutzen einer Lenkungsabgabe abgeschätzt und die finanziellen Effekte auf einzelne Wirtschaftsbranchen aufgezeigt.
- **Kapitel 2.5** diskutiert die gleichen Aspekte für die Variante Lenkungsabgabe mit Teilzweckbindung der Einnahmen.

### **Kapitel 3: Sekundäre Nutzen ausländischer Emissionsreduktionsmassnahmen**

- In **Kapitel 3.1** werden die Nutzen für die Schweiz durch den Technologietransfer bei CDM-Projekten sowie durch diverse Dienstleistungen aufgezeigt.
- **Kapitel 3.2** weist aus, welche Branchen besonders treibhausgasintensiv sind und somit primär vom Kauf von (kostengünstigen) ausländischen Zertifikaten anstelle der Vornahme inländischer Emissionsminderungen profitieren würden.
- **Kapitel 3.3** untersucht die Auswirkungen des Kaufs von Zertifikaten mit einem hohen schweizerischen Technologieanteil auf die Schweizer Technologie- und Dienstleistungsanbieter sowie die Voraussetzungen, die dafür gegeben sein müssen.
- **Kapitel 3.4** beschreibt den Beitrag des CDM zur nachhaltigen Entwicklung der ärmsten Länder sowie die Voraussetzungen, die nachhaltige CDM-Projekte dafür zu erfüllen haben.

### **Kapitel 4: Folgerungen und Empfehlungen**

## 2 Sekundäre Nutzen inländischer Emissionsreduktionsmassnahmen

### 2.1 Primärer und sekundärer Nutzen von Klimaschutzmassnahmen

Das primäre Ziel von Klimaschutzmassnahmen ist der Klimaschutz. Der dabei angestrebte primäre direkte Nutzen solcher Massnahmen lässt sich grob anhand folgender Wirkungskette darlegen.

- Reduktion von Treibhausgasen in der Atmosphäre (durch Emissionsreduktion oder Sequestrierung)
- Reduktion der Klimaänderungen
- Reduktion negativer Auswirkungen von Klimaänderungen (Schäden)

Daneben weisen die Klimaschutzmassnahmen zusätzliche sekundäre Nutzen auf:

- «Sekundärnutzen (Secondary Benefits) der Treibhausgasreduktion sind die zusätzlichen positiven Auswirkungen von politischen, technischen und gesellschaftlichen Prozessen zur Reduktion von Treibhausgasen, die unabhängig von der Klimawirkung auftreten.» (OcCC 2000)

In der Literatur werden auch die Begriffe indirekter Nutzen, Ancillary Benefits und Co-Benefits verwendet. Co-Benefits sind Nutzwerte, die bereits bei der Ausgestaltung von Klimaschutzmassnahmen antizipiert werden. Ancillary Benefits hingegen sind Nutzwerte, die in der politischen Entscheidungsfindung nicht berücksichtigt wurden und werden daher als zufällige oder vergessene Effekte bezeichnet (Jochem, E.; Madlener, R. 2002). Eine Unterteilung der Sekundärnutzen in Ancillary und Co-Benefits wird in der folgenden Darlegung nicht vorgenommen.

In Hinblick auf die Kosten-Nutzenanalyse von Klimaschutzmassnahmen unterscheiden sich die Sekundärnutzen von den Klimawirkungen (direkte Nutzwirkungen) in zwei wichtigen Aspekten: Geographische Reichweite und zeitliches Auftreten. Die Klimawirkungen treten global und mit einer Verzögerung von gut 50 Jahren auf. Der Klimaschutz ist somit ein weltweit öffentliches Gut, dessen Kosten-Nutzenkalkulation mit grossen Unsicherheiten belastet ist. Sekundärnutzen fallen hingegen meist unmittelbar, und im lokalen oder regionalen Umfeld der Schutzmassnahme an. Die so generierten Sekundärgüter wie bessere Luftqualität weisen somit eher den Charakter eines privaten Gutes auf und können in politischen Entscheidungsprozessen als Argumente klarer abgegrenzt und quantifiziert verwendet werden (Pittel, K.; Rübhelke, D.T.G 2005).

## 2.2 Identifikation der Arten möglicher inländischer Sekundärnutzen

### 2.2.1 Luftschadstoffreduktionen

Die auftretenden Sekundärnutzen sind abhängig von der jeweiligen Klimaschutzmassnahme. Die Mehrheit der Klimaschutzmassnahmen, so auch eine CO<sub>2</sub>-Abgabe, zielen auf die Reduktion des Einsatzes fossiler Brenn- und Treibstoffe. Dadurch werden nicht nur CO<sub>2</sub>-Emission, sondern auch andere Luftschadstoffemissionen reduziert. Als wichtigste zu nennen sind Feinstaub (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>), Stickoxide (NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub>), Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Ozon (O<sub>3</sub>) und Flüchtige Organische Verbindungen (VOC). Die bei der Verbrennung entstehenden Luftschadstoffemissionen variieren stark je nach Brenn- und Treibstoff sowie verwendeter Technologie. Bei den nachfolgend kurz beschriebenen Sekundärnutzen handelt es sich um eingesparte externe Kosten aufgrund von Luftschadstoffemissionsreduktionen.

#### *Gesundheitsschäden*

Zur negativen Wirkung von Luftschadstoffen auf die menschliche Gesundheit existiert eine umfassende Literatur. Zur Monetarisierung dieser Effekte lassen sich diese in drei Kostenbereiche einteilen (gemäss Umweltbundesamt (DE) 2007):

- Ressourcenkosten: Medizinische Behandlungskosten und weitere persönliche Ausgaben des Individuums oder der Familie → Behandlungskosten.
- Opportunitätskosten: Produktivitäts- und Einkommensverluste durch Arbeitsunfähigkeit oder reduzierte Leistung → Nettoproduktionsausfall.
- Individueller Nutzenverlust: Verlust an Wohlbefinden, Schmerz und Leid bei der betroffenen Person → Immaterielle Kosten / Zahlungsbereitschaft.

#### *Gebäude- und Materialschäden*

Luftschadstoffe verursachen Schäden an Gebäuden und Materialien. Zum einen führen saure Schadstoffe wie Stickstoffdioxid und Schwefeloxid durch Korrosionsprozesse zu Degradation von Fassaden und Materialien. Zum anderen führen Partikel und Staub zu Verschmutzung von Oberflächen und Fassaden. Dadurch entstehen konkrete Kosten durch die Verkürzung von Renovationszyklen und der Lebensdauer, sowie für Reinigungsarbeiten (CE Delft, Infrac, ISI 2007; ARE 2004b).

#### *Ernteauffälle und Beeinträchtigung der Biosphäre und Biodiversität*

Saure Ablagerungen, bodennahes Ozon und SO<sub>2</sub> beeinträchtigen Ernten, Wälder und andere Ökosysteme. Bodennahes Ozon schädigt die Pflanzmembranen und löst damit eine Reihe von Folgeschäden aus. Qualitäts- und Mengeneinbussen bei Nutzpflanzen führen zu Ernteauffällen und im Wald zu geringeren Holzerträgen. Daneben belasten Eutrophierung und Versauerung ausgelöst durch Ablagerungen von Stickoxiden und Kontamination mit Schwermetallen (z.B. durch Pneuabrieb) das Erdreich und Grundwasser. Im Wald kann dies beispielsweise das Wachstum von Stamm, Trieben oder Wurzeln verändern sowie den Nährstoffhaushalt stören. Als sekundäre Folgen können verminder-

te Standfestigkeit der Bäume (erhöhtes Windwurfrisiko), Kronenverlichtungen sowie erhöhte Anfälligkeit auf Schädlinge auftreten (ARE 2004a). Letztlich wird auch die Auftretenswahrscheinlichkeit von einzelnen Pflanzen reduziert, was zu Biodiversitätsverlusten führt.

## 2.2.2 Minderung des Verkehrsaufkommens

### *Lärm*

Die externen Kosten von Verkehrslärmemissionen entstehen einerseits durch individuell wahrgenommene Belästigung/Störung und andererseits durch Gesundheitsbeeinträchtigungen. Die Kosten für die Lärmbelästigung werden anhand von individuellen Zahlungsbereitschaften gemessen. Häufig werden auch Schätzungen für Mietzinsausfälle zur Bewertung lärmbedingter Kosten herangezogen. Die durch Verkehrslärm hervorgerufenen physischen Gesundheitsschäden sind einerseits Gehörschäden bei einem Lärmpegel von über 85 dB und nervöse Stressreaktionen (erhöhte Herzfrequenz, Blutdruck) bei einem Lärmpegel von über 60 dB. Zudem kann sich das Risiko für Herzgefäßkrankheiten erhöhen und die Schlafqualität kann beeinträchtigt werden. Die wichtigsten Kostentreiber sind die Tageszeit der Emission, die exponierte Bevölkerung und der bereits existierende Lärmpegel (CE Delft, Infrac, ISI 2007).

### *Unfälle*

Das Unfallrisiko im Strassenverkehr hängt von vielen Determinanten ab. Eine davon ist das Verkehrsvolumen. Die externen Unfallkosten abhängig vom Verkehrsvolumen werden bestimmt durch das Verkehrsvolumen, dem Zusammenhang (Korrelation) zwischen Verkehrsaufkommen und Anzahl Unfällen, den Kosten pro Unfall sowie Annahmen bezüglich dem externen Charakter der Kostenbestandteile. Je nach Ansatz zur Bestimmung dieser Faktoren ergeben sich stark differierende Unfallkosten (CE Delft, Infrac, ISI 2007).

### *Natur und Landschaft*

Das Bundesamt für Raumentwicklung unterscheidet folgende drei Einwirkungen des Verkehrs auf Natur und Landschaft (ARE 2004c)

- Habitatverluste: Der Verkehr beansprucht Boden und entzieht der Flora und Fauna Lebensraum.
- Habitatfragmentierung: Verkehrsanlagen zerschneiden Landschaften und stellen vor allem für Tiere teilweise unüberwindbare oder lebensgefährliche Hindernisse dar. Dadurch werden Tiere auf ihren kleinräumigen und grossräumigen Wanderbewegungen behindert. Der nutzbare Lebensraum verringert sich für sie und es kann zur Isolation von Teilpopulationen mit eingeschränktem genetischem Austausch kommen.
- Habitatqualitätsverluste: Der Verkehr verursacht z.B. Lärm, Staub, Luftschadstoffe und Erschütterungen, die die Qualität der Lebensräume beeinträchtigen.

### *Bodenqualität*

Neben den bereits genannten Luftschadstoffen generiert der Verkehr auch Emissionen von Schwermetallen (Zink, Cadmium, Blei, Kupfer) und PAK (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe), welche sich im Boden ansammeln. Es entstehen Sanierungskosten für die Entsorgung des belasteten Materials und den Ersatz mit unverschmutztem Material (ARE 2004a).

### 2.2.3 Reduktion der Auslandabhängigkeit von fossilen Energieimporten

Die Schweiz ist für die Deckung ihres Energiebedarfs stark von ausländischen fossilen Energieimporten abhängig. Für die Schweizer Wirtschaft hat zwar Energie als Produktionsfaktor über die letzten Jahrzehnte konstant an Bedeutung verloren. Die Reduktion der Exposition gegenüber globalen Energiepreisschwankungen, Versorgungsrisiken sowie die Entlastung der Aussenhandelsbilanz durch die Verringerung der Importanteile fossiler Energieträger stellt jedoch einen klaren volkswirtschaftlichen Nutzen dar.

### 2.2.4 Auswirkungen auf die verschiedenen Wirtschaftsbranchen

Das Abgabevolumen der CO<sub>2</sub>-Lenkungsabgabe wird zurückgeführt. Für die kommerziellen Verbraucher werden als Verteilungsschlüssel die AHV-Lohnsummen der Unternehmen herangezogen. Für private Verbraucher erfolgt die Rückverteilung pro Kopf.

Für grössere und energie-intensive Unternehmen besteht die Möglichkeit eine Zielvereinbarung über eine CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktion abzuschliessen und sich dadurch von der CO<sub>2</sub>-Abgabe befreien zu lassen. Dies führt für die Unternehmen auch zu Transaktionskosten für den Prozess der Zielvereinbarung und für das spätere Monitoring. Im Jahr 2004 haben die ersten energie-intensiven Teilbranchen aber auch einzelne Unternehmen Zielvereinbarungen mit der Energieagentur der Wirtschaft EnAW (UVEK) abgeschlossen.

Aufschluss zu absoluten und strukturellen Effekten der CO<sub>2</sub>-Abgabe bietet der Vergleich der Nettobelastung (Abgabe minus Rückvergütung) in Bezug auf die Lohnsumme und die Bruttowertschöpfung auf einzelne Branchen (CEPE 2005).

### 2.2.5 Innovationsanreize und Wirtschaftsstandort

Inwiefern Politmassnahmen zur CO<sub>2</sub>-Reduktion Innovationsanreize in der Schweiz auslösen, hängt massgeblich von den folgenden Eigenschaftsdimensionen der zur CO<sub>2</sub>-Reduktion eingesetzten Technologie ab:

- Art der Technologie (High-/ LowTech)<sup>1</sup>
- Herkunft/ Lieferant der Technologie (Inland/ Ausland)
- Einsatzort (Inland/ Ausland) ab.

---

<sup>1</sup> Als HighTech wird einerseits Technologie bezeichnet, die dem aktuellen technischen Stand entspricht. Andererseits sind damit auch Produkte gemeint, deren Wert zu einem relevanten Anteil von Forschungs- und Entwicklungsleistungen geprägt ist (gemäss DWI). Ein HighTech-Produkt kann somit einerseits durch die Entwicklung einer neueren verbesserten Technologie und andererseits durch die Amortisation der Forschungs- und Entwicklungsleistungen über die Zeit seinen Status als Hightech Produkt verlieren.

Echte Innovationsanreize in der Schweiz sind insbesondere dann zu erwarten, wenn es aufgrund veränderter relativer Preise im Inland attraktiv ist High Tech-Technologie zur CO<sub>2</sub>-Reduktion einzusetzen und diese im Inland kosteneffizient entwickelt und produziert werden kann. Solche Innovationsanreize begründen jedoch nur dann einen komparativen Vorteil des Wirtschaftsstandortes Schweiz, wenn sich aus dem Innovationsaufwand auch entsprechende Renten (First-Mover-Advantage) abschöpfen lassen. Schweizer Produzenten müssen auch nach der Markteinführung von Schweizer Innovationen für einen gewissen Zeitraum einen Qualitäts- oder Kostenvorteil gegenüber ausländischen Konkurrenten im relevanten Wirtschaftsraum (Inland und/oder Ausland) aufweisen. Ob diese Bedingungen zutreffen, muss im Einzelfall geprüft werden.

Die Renten des Wirtschaftsstandortes Schweiz aufgrund von Technologieinnovationen werden letztlich vom zukünftigen globalen Marktvolumen für solche Technologien bestimmt. Dieses wird jedoch erst abschätzbar, wenn die Zielsetzungen der internationalen Gemeinschaft, insbesondere der EU, in Bezug auf die CO<sub>2</sub>-Reduktionsziele nach 2012 feststehen.

Neue Technologien können in den folgenden Bereichen zur Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen eingesetzt werden:

- Rationelle Energienutzung: Anwendung von effizienteren Mitteln und Abläufen
- Substitution: Energiedienstleistungen, Produktionsverfahren und Materialien mit hoher Energieintensität durch die Verwendung von neuen Verfahren und erneuerbaren Energien substituieren
- Treib- und Brennstoff: Verwendung von (neu konzipierten) Treib- und Brennstoffen, die weniger CO<sub>2</sub> erzeugen
- Binden/Entsorgen von CO<sub>2</sub>: Bindung in Biomasse, Verminderung der Zerstörung von Wäldern und Entsorgung in geologischen Formationen oder Ozeanen (OcCC 2000).

#### 2.2.6 Beschäftigungsimpuls und Wirtschaftswachstum

Verstärkte Innovationsaktivitäten, verbesserte Wettbewerbsfähigkeit und Substitution von Importen fossiler Energie durch inländische Investitionen zur Verringerung von Treibhausgasemissionen können Wachstums- und Beschäftigungsimpulse im Inland auslösen (ECOPLAN 2007).

### 2.3 CO<sub>2</sub>-Emissionsentwicklung für die verschiedenen Abgabevarianten

In diesem Abschnitt wird die aktuelle CO<sub>2</sub>-Emissionsentwicklung einerseits für ein Referenzszenario andererseits für die verschiedenen Abgabevarianten differenziert nach den verschiedenen Emissionsquellen dargelegt. Unter Emissionsquellen sind einerseits die Verursacher (wie Haushalte, Industrie, Dienstleistungen und Verkehr) und andererseits die Energieträger (wie Heizöl, Erdgas, Holz, Kohle, Benzin, Diesel etc.) zu verstehen. Wir

gehen davon aus, dass die vorgesehenen Lenkungs- bzw. Finanzierungsabgaben auf fossilen Brenn- und Treibstoffen erhoben werden und daher primär die CO<sub>2</sub>-Emissionen betreffen.

### 2.3.1 Herleitung der Szenarien

Das **Referenzszenario** entspricht dem Szenario II der Energieperspektiven und enthält bereits eine CO<sub>2</sub>-Lenkungsabgabe auf Brennstoffe von 35 CHF / t CO<sub>2</sub>. Das Referenzszenario und die darin prognostizierte CO<sub>2</sub>-Emissionsentwicklung wird in **Abschnitt 2.3.3** erläutert.

Das **Szenario III der Energieperspektiven** beinhaltet eine Lenkungsabgabe sowohl auf Brenn- als auch auf Treibstoffen. In **Abschnitt 2.3.4** werden die dadurch erzielten zusätzlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen gegenüber dem Referenzszenario dargestellt. Dabei wird die Zielsetzung von 20% Emissionsreduktion im Jahr 2020 gegenüber 1990 nicht erreicht.

Das **Szenario CO<sub>2</sub>-Lenkungsabgabe** in **Abschnitt 2.3.5** ist eine Hochrechnung der Effekte des Szenarios III der Energieperspektiven um die vorgegebene Zielsetzung zu erreichen.

Das **Szenario CO<sub>2</sub>-Lenkungsabgabe mit Teilzweckbindung** in **Abschnitt 2.3.6** berechnet die durch die Teilzweckbindung erwartete CO<sub>2</sub>-Reduktion gegenüber dem Referenzszenario. Die verbleibende CO<sub>2</sub>-Reduktion wird durch die Lenkungswirkung erreicht und wird durch die lineare Anpassung der Effekte des Szenario III der Energieperspektiven berechnet.

Zunächst wird jedoch die Zielsetzung der CO<sub>2</sub>-Emissionen für das Jahr 2020 konkretisiert.

### 2.3.2 CO<sub>2</sub>-Reduktionsziele und Status quo

Im Jahr 1990 betragen die CO<sub>2</sub>-Emissionen gemäss CO<sub>2</sub>-Gesetz 41.8 Mio. Tonnen. Davon sind 39.9 Mio. t der Endenergienachfrage zuzurechnen<sup>2</sup>. Die Differenz setzt sich aus den Emissionen der Elektrizitätserzeugung, der Fernwärme und der modellbedingten statistischen Differenz zusammen<sup>3</sup>. Die Zielsetzung von 20% CO<sub>2</sub>-Reduktion im Jahr 2020 gegenüber dem Jahr 1990 entspricht einer Reduktion von 8.3 Mio. t/a beziehungsweise 33.5 Mio. t CO<sub>2</sub> (41.8 Mio. t \* 0.8) im Jahr 2020.

Die CO<sub>2</sub>-Abgabe dient konzeptionell der Senkung der Treibhausgasemissionen seitens der Endenergienachfrage. Die CO<sub>2</sub>-Reduktion ist deshalb über die Veränderung der Endenergienachfrage zu leisten. Da das Referenzszenario von einer Erhöhung der Emissionen um 0.4 Mio. t/a seitens der Elektrizitätserzeugung/ statistische Differenz

<sup>2</sup> Die Werte sind aus Konsistenzgründen den Energieperspektiven (Prognos 2007b) entnommen und entsprechen nicht exakt den offiziell vom BAFU publizierten Werten.

<sup>3</sup> Nicht berücksichtigt werden Emissionen aus dem Eigenverbrauch der Raffinerien und dem Auslandflugverkehr. Die Angaben sind witterungsbereinigt. Aufgrund der gerundeten Angaben der Ausgangsdaten treten Rundungsdifferenzen auf.

ausgeht, lautet die **Zielsetzung für die Emissionsreduktionen bei der Endenergienachfrage**

- 8.7 Mio. t/a CO<sub>2</sub> Emissionsreduktion bis 2020
- 31.2 Mio. t CO<sub>2</sub>-Emissionen im Jahr 2020 (von der Endenergienachfrage)

### 2.3.3 Referenzszenario (Szenario II der Energieperspektiven)

Als Referenzszenario ohne die Einführung einer zusätzlichen Lenkungs- bzw. Finanzierungsabgabe dient das «Szenario II BIP hoch» der Energieperspektiven 2035. Die Wahl dieses Referenzszenarios entspricht am ehesten der Schweizer Emissionsentwicklung ohne die zu diskutierenden zusätzlichen CO<sub>2</sub>-Abgaben.

Verursacher	Energieträger	CO <sub>2</sub> -Emissionen im Referenzszenario in Mio. Tonnen CO <sub>2</sub> /a									
		1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035
Privat- haushalte	Erdölprodukte	11.3	10.6	10	9.6	9	8.2	7.5	6.8	6.2	5.7
	Erdgas	1.4	1.8	2	2.2	2.3	2.4	2.4	2.5	2.5	2.5
	<b>Summe Privat- haushalte</b>	<b>12.8</b>	<b>12.4</b>	<b>12</b>	<b>11.8</b>	<b>11.3</b>	<b>10.6</b>	<b>10.0</b>	<b>9.3</b>	<b>8.7</b>	<b>8.2</b>
Dienst- leistungen	Erdölprodukte	4.5	4.1	3.8	3.5	3.1	2.7	2.4	2.2	2	1.8
	Erdgas	0.8	1	1.1	1.2	1.3	1.3	1.4	1.4	1.5	1.5
	<b>Summe Dienst- leistungen</b>	<b>5.3</b>	<b>5.1</b>	<b>4.9</b>	<b>4.7</b>	<b>4.4</b>	<b>4</b>	<b>3.8</b>	<b>3.6</b>	<b>3.5</b>	<b>3.3</b>
Industrie	Erdölprodukte	3.6	3.1	2.9	2.7	2.6	2.6	2.5	2.4	2.4	2.4
	Erdgas	1.1	1.5	2	2	2.1	2.1	2.1	2	2	2.1
	sonstige Gase	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	Kohle	1.3	0.7	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	<b>Summe Industrie</b>	<b>6.3</b>	<b>5.6</b>	<b>5.8</b>	<b>5.7</b>	<b>5.6</b>	<b>5.6</b>	<b>5.4</b>	<b>5.3</b>	<b>5.3</b>	<b>5.4</b>
Verkehr	Benzin	11.6	11.3	12.5	11.6	9.6	7.5	6.3	5.8	5.5	5.4
	Diesel	3.5	3.6	4.3	5.5	7.1	8.6	9.4	9.7	9.8	9.9
	Flugverkehr Inland	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	Erdgas/CNG	0	0	0	0	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3
	<b>Summe Verkehr</b>	<b>15.6</b>	<b>15.3</b>	<b>17.1</b>	<b>17.4</b>	<b>17.1</b>	<b>16.5</b>	<b>16.1</b>	<b>16</b>	<b>15.8</b>	<b>15.8</b>
<b>Endenergienachfrage</b>	<b>39.9</b>	<b>38.4</b>	<b>39.9</b>	<b>39.6</b>	<b>38.3</b>	<b>36.7</b>	<b>35.4</b>	<b>34.2</b>	<b>33.4</b>	<b>32.7</b>	
Fernwärme, Elektrizitätser- zeugung, statistische Differenz	1.9	2.1	2.3	2.3	2.2	2.3	2.3	2.3	2.3	2.1	
<b>CO<sub>2</sub>-Gesetz relevante Emissionen</b>	<b>41.8</b>	<b>40.5</b>	<b>42.2</b>	<b>41.9</b>	<b>40.5</b>	<b>39.0</b>	<b>37.7</b>	<b>36.5</b>	<b>35.7</b>	<b>34.8</b>	

Tabelle 1: Referenzszenario für CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Verursacher und Energieträger in Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>/a (Quelle: Prognos 2007b).

### 2.3.4 Szenario III der Energieperspektiven mit CO<sub>2</sub>-Lenkungsabgabe

#### CO<sub>2</sub>-Reduktion von 2.7 Mio. t/a im Jahr 2020 gegenüber Referenzszenario

Als Grundlage für eine einfache Abschätzung der Wirkung einer Lenkungsabgabe wird das «Szenario III BIP hoch» der Energieperspektiven 2035 verwendet. Neben einer Reihe regulatorischer Massnahmen enthält dieses Szenario eine Lenkungsabgabe ab 2011, die die in den Energieperspektiven angenommenen Endenergiepreise von Brenn- und Treibstoffen verdoppelt. Die Endverbraucherpreise für die wichtigsten Energieträger und die jeweilige Abgabehöhe sind in Tabelle 2 dargestellt. Es muss darauf hingewiesen werden, dass es sich bei diesem Szenario nicht um eine einheitliche CO<sub>2</sub>-Lenkungsabgabe handelt. Die Abgabe pro Tonne CO<sub>2</sub> ist bei Treibstoffen mit CHF 597.33 um mehr als 3x höher als beim Heizöl mit 191.94 CHF.

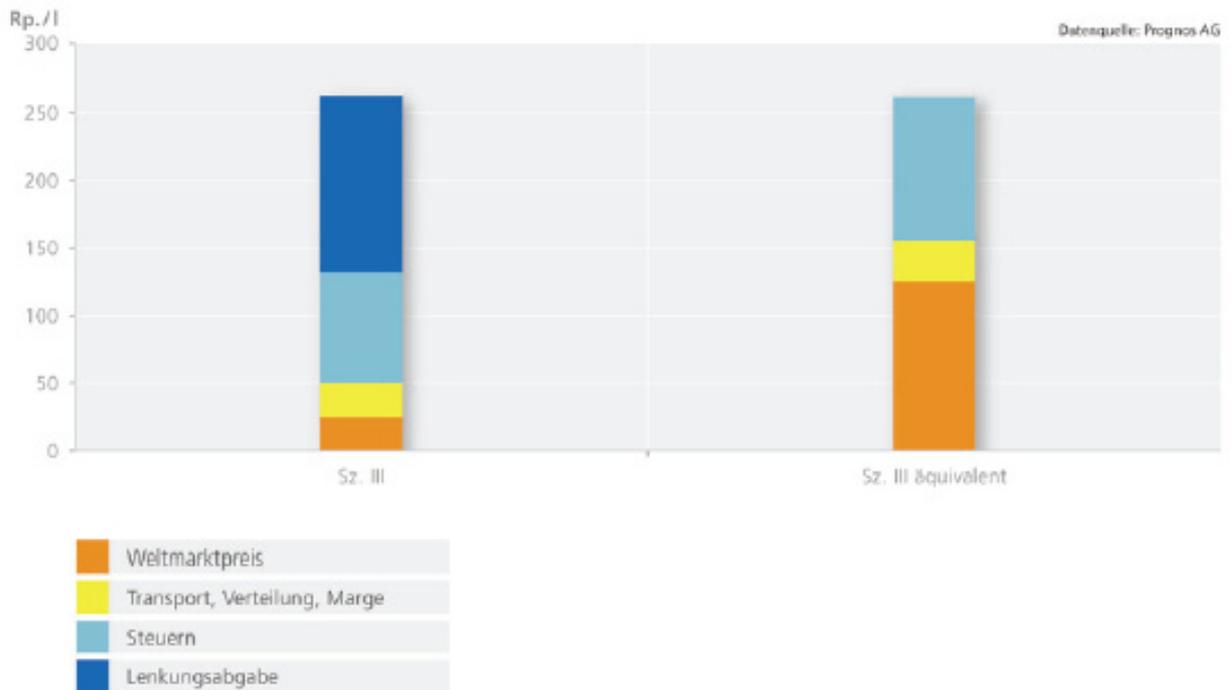
Energiequelle	Haushalte und Dienstleistungen			Industrie		
	Endverbraucherpreis	Davon: Abgabe	CHF Abgabe pro t CO <sub>2</sub>	Endverbraucherpreis	Davon: Abgabe	CHF Abgabe pro t CO <sub>2</sub>
Heizöl	101 Rp./l	51 Rp./l	191.94	83 Rp./l	41 Rp./l	154.30
Erdgas	14 Rp./kWh	7 Rp./kWh	355.07	9 Rp./kWh	4 Rp./kWh	202.90
Elektrizität	27 Rp./kWh	9 Rp./kWh	-	16 Rp./kWh	5 Rp./kWh	-
Benzin	281 Rp./l	140 Rp./l	597.33	281 Rp./l	140 Rp./l	597.33

Tabelle 2: Endverbraucherpreise und Abgabesätze in «Szenario III» der Energieperspektiven in Rappen zu realen Preisen 2003 und entsprechende Abgabesätze pro Tonne CO<sub>2</sub> (Quelle: BFE 2007)

Eine solche Lenkungsabgabe entspricht bezogen auf den Preiseffekt einer Rohölpreiserhöhung von 30 USD auf etwa 150 USD real pro Fass<sup>4</sup>. Der Einbezug der aktuellen Rohölpreisentwicklung (Stand April 2008 113 USD nominal) würde entsprechend eine geringere Abgabehöhe erfordern (Figur 3). Der aktuelle Endverbraucherpreis für Benzin liegt in der Schweiz per April 2008 bei ca. 185 Rp./l gegenüber 281 Rp./l im Szenario III.

<sup>4</sup> Die Berechnung einer der Lenkungsabgabe äquivalenten Rohölpreiserhöhung in Bezug auf den Preiseffekt variiert ja nach Energieträger und entspricht nicht zwingend dem hier diskutierten Beispiel des Treibstoffes Benzin.

### «Lenkungsabgabe oder äquivalente Rohölpreissteigerung in Szenario III, Beispiel des Benzinpreises»



Figur 3: Vergleich Preisbildung von Benzin in Szenario III mit Lenkungsabgabe von 140 Rp./l und bei hohem Weltmarktpreis. (Quelle: BFE 2007)

In diesem Szenario mit der Lenkungsabgabe wird bis ins Jahr 2020 eine zusätzliche CO<sub>2</sub>-Reduktion von 2.7 Mio. t gegenüber dem Referenzszenario erreicht. Tabelle 3 zeigt die prognostizierten Veränderungen dieses Szenarios gegenüber dem Referenzszenario.

Verursacher	Energieträger	Emissionsreduktion gegenüber Referenzszenario in Mio. Tonnen CO <sub>2</sub> /a					
		2010	2015	2020	2025	2030	2035
Privat- haushalte	Erdölprodukte	-0.3	-1.0	-1.6	-2.1	-2.5	-2.9
	Erdgas	-0.1	-0.2	-0.3	-0.6	-0.7	-0.8
	<b>Summe Privathaushalte</b>	<b>-0.4</b>	<b>-1.2</b>	<b>-1.9</b>	<b>-2.7</b>	<b>-3.2</b>	<b>-3.7</b>
Dienstleis- tungen	Erdölprodukte	0.1	0.1	0.0	-0.1	-0.2	-0.3
	Erdgas	0.0	0.1	0.0	0.0	-0.2	-0.2
	<b>Summe Dienstleistungen</b>	<b>0.1</b>	<b>0.2</b>	<b>0.0</b>	<b>-0.1</b>	<b>-0.4</b>	<b>-0.5</b>
Industrie	Erdölprodukte	0.1	0.1	0.0	-0.1	-0.2	-0.3
	Erdgas	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.2	-0.3
	sonstige Gase	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.1	-0.1
	Kohle	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
	<b>Summe Industrie</b>	<b>0.2</b>	<b>0.2</b>	<b>0.0</b>	<b>-0.3</b>	<b>-0.5</b>	<b>-0.7</b>
Verkehr	Benzin	-0.2	-0.2	-0.4	-0.7	-0.7	-0.9
	Diesel	0.0	-0.2	-0.5	-1.0	-1.3	-1.6
	Flugverkehr Inland	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Erdgas/CNG	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1
	<b>Summe Verkehr</b>	<b>-0.2</b>	<b>-0.4</b>	<b>-0.8</b>	<b>-1.7</b>	<b>-2.0</b>	<b>-2.4</b>
<b>Veränderung Endenergienachfrage</b>		<b>-0.3</b>	<b>-1.2</b>	<b>-2.7</b>	<b>-4.8</b>	<b>-6.1</b>	<b>-7.3</b>
Endenergienachfrage		<b>38.0</b>	<b>35.5</b>	<b>32.5</b>	<b>34.2</b>	<b>33.4</b>	<b>32.7</b>
Fernwärme, Elektrizitätserzeugung, statistische Differenz		2.2	2.3	2.3	2.3	2.3	2.1
<b>CO<sub>2</sub>-Gesetz relevante Emissionen</b>		<b>40.2</b>	<b>37.8</b>	<b>34.8</b>	<b>29.5</b>	<b>27.3</b>	<b>25.4</b>

Tabelle 3: Veränderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Verursacher und Energieträger in Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>/a im Szenario III der Energieperspektiven mit Lenkungsabgabe gegenüber dem Referenzszenario (Szenario II) (Quelle: Prognos 2007b, eigene Berechnungen).

### 2.3.5 Szenario CO<sub>2</sub>-Lenkungsabgabe

CO<sub>2</sub>-Reduktion von 4.2 Mio. t/a im Jahr 2020 gegenüber Referenzszenario (Zielsetzung)  
Gemäss vorgegebenen Reduktionszielen soll durch die Abgabe eine CO<sub>2</sub>-Reduktion von 4.2 Mio. t/a gegenüber dem Referenzszenario erreicht werden. Tabelle 4 zeigt die entsprechende Hochrechnung der Veränderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen gegenüber dem Referenzszenario basierend auf den Werten in Tabelle 3.

Verursacher	Energieträger	Emissionsreduktion gegenüber Referenzszenario in Mio. Tonnen CO <sub>2</sub> /a					
		2010	2015	2020	2025	2030	2035
Privathaushalte	Erdölprodukte	-0.5	-1.6	-2.5	-3.3	-3.9	-4.5
	Erdgas	-0.2	-0.3	-0.5	-0.9	-1.1	-1.2
	<b>Summe Privathaushalte</b>	<b>-0.6</b>	<b>-1.9</b>	<b>-3.0</b>	<b>-4.2</b>	<b>-5.0</b>	<b>-5.8</b>
Dienstleistungen	Erdölprodukte	0.2	0.2	0.0	-0.2	-0.3	-0.5
	Erdgas	0.0	0.2	0.0	0.0	-0.3	-0.3
	<b>Summe Dienstleistungen</b>	<b>0.2</b>	<b>0.3</b>	<b>0.0</b>	<b>-0.2</b>	<b>-0.6</b>	<b>-0.8</b>
Industrie	Erdölprodukte	0.2	0.2	0.0	-0.2	-0.3	-0.5
	Erdgas	0.0	0.0	0.0	-0.2	-0.3	-0.5
	sonstige Gase	0.0	0.0	0.0	-0.2	-0.2	-0.2
	Kohle	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
	<b>Summe Industrie</b>	<b>0.3</b>	<b>0.3</b>	<b>0.0</b>	<b>-0.5</b>	<b>-0.8</b>	<b>-1.1</b>
Verkehr	Benzin	-0.3	-0.3	-0.6	-1.1	-1.1	-1.4
	Diesel	0.0	-0.3	-0.8	-1.6	-2.0	-2.5
	Flugverkehr Inland	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Erdgas/CNG	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2
	<b>Summe Verkehr</b>	<b>-0.3</b>	<b>-0.6</b>	<b>-1.2</b>	<b>-2.6</b>	<b>-3.1</b>	<b>-3.7</b>
<b>Veränderung Endenergienachfrage</b>		<b>-0.5</b>	<b>-1.9</b>	<b>-4.2</b>	<b>-7.5</b>	<b>-9.5</b>	<b>-11.4</b>
Endenergienachfrage		37.8	34.8	31.2	26.7	23.9	21.3
Fernwärme, Elektrizitätserzeugung, statistische Differenz		2.2	2.3	2.3	2.3	2.3	2.1
<b>CO<sub>2</sub>-Gesetz relevante Emissionen</b>		<b>40.0</b>	<b>37.1</b>	<b>33.5</b>	<b>29.0</b>	<b>26.2</b>	<b>23.4</b>

Tabelle 4: Veränderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Verursacher und Energieträger in Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> um die Zielsetzung von -4.2 Mio. t CO<sub>2</sub>-Reduktion im Jahr 2020 gegenüber dem Referenzszenario zu erreichen. (Quelle: Prognos 2007b, eigene Hochrechnung)

### 2.3.6 Szenario CO<sub>2</sub>-Lenkungsabgabe mit Teilzweckbindung

Bei einer Lenkungsabgabe mit Teilzweckbindung werden voraussichtlich 550 Mio. CHF aus dem Abgabeabkommen nicht rückvergütet und für die in Tabelle 5 aufgelisteten Bereiche eingesetzt.

Bereich		Mittel (Mio. CHF/a)	CO <sub>2</sub> -Reduktion in der Schweiz	Sekundärnutzen durch Luftschad- stoffreduktion	Andere Sekundär- nutzen
Gebäude	Sanierungen	170	++	++	Beschäftigung Versorgungs- sicherheit
	erneuerbare Energie	30	+	+ / - (Holz)	
Hochwasserschutz	Fonds «Schutzmassnahmen»	200	/	/	
Technologieförderung Inland: P&D, KTI		100	(+)	(+)	Innovationsanreize, (ev. Wachstum und Beschäftigung)
Beitrag zur internationalen Technologie- adaption		50	/	/	(Export Schweizer Technologie)
<b>Total</b>		<b>550</b>			

Tabelle 5: Mittelverwendung bei einer Lenkungsabgabe mit Teilzweckbindung und die Auswirkungen auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Schweiz; Sekundärnutzen durch Luftschadstoffreduktionen und andere potentielle Sekundärnutzen (Quelle: Angaben BAFU, eigene Darstellung).

Für die CO<sub>2</sub>-Reduktionen in der Schweiz sind insbesondere die Förderung im Bereich Gebäude und möglicherweise noch die Technologieförderung im Inland relevant. Potentielle Sekundärnutzen der internationalen Technologieadaption werden in Kapitel 3 diskutiert. Die folgende quantitative Abschätzung fokussiert auf die Fördermassnahmen im Gebäudebereich.

Tabelle 6 zeigt langfristiges CO<sub>2</sub>-Vermeidungspotenzial bei Heizung und Warmwasser in Dienstleistungs- und Industriegebäuden gemäss Schätzungen der Infras (2008). Zudem wird eine Bandbreite der CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten (bzw. -Gewinne) ausgewiesen. Diese unterliegen je CO<sub>2</sub>-Reduktionsmassnahme starken Schwankungen.

	CO <sub>2</sub> -Vermeidungspotenzial basierend auf langfristigem energetischen Restpotential	CO <sub>2</sub> -Vermeidungskosten (Bandbreite, heutige Kosten)	
		Von	Bis
Heizung und Warmwasser in Dienstleistungs-Gebäuden	2.6 Mio. t CO <sub>2</sub> /a	-100 CHF/ t CO <sub>2</sub>	190 CHF/ t CO <sub>2</sub>
Heizung und Warmwasser in Industrie-Gebäuden	0.27 Mio. t CO <sub>2</sub> /a	-100 CHF/ t CO <sub>2</sub>	135 CHF/ t CO <sub>2</sub>

Tabelle 6: CO<sub>2</sub>-Vermeidungspotenziale und -kosten (Quelle Infras 2008).

Die Stiftung Klimarappen rechnet in ihrem Gebäudeprogramm mit Kosten von rund 80 CHF pro eingesparter Tonne CO<sub>2</sub>/a<sup>5</sup>. Dies würde bedeuten, dass durch die 200 Mio. CHF Fördermittel Jahr, die im Gebäudebereich zur Verfügung stehen, die Reduktion von rund 2.5 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>/a finanziert werden könnte<sup>6</sup>. Zur Zielerreichung von 4.2 Mio. t CO<sub>2</sub> bis ins Jahr 2020 müssen demnach noch 1.7 Mio. t CO<sub>2</sub>-Emissionen durch die Lenkungswirkung reduziert werden.

<sup>5</sup> Unter Berücksichtigung der gesamten Lebensdauer. Für Projekte anrechenbar für den Zeitraum zwischen 2008 und 2012 rechnet die Stiftung Klimarappen mit Reduktionskosten von 390 CHF / t CO<sub>2</sub>.

<sup>6</sup> Es ist zu beachten, dass es sich hier um die Kosten für die Reduktion einer Tonne CO<sub>2</sub> in einem Jahr handelt und nicht um die Kosten einer bleibenden Reduktion.

Für die CO<sub>2</sub>-Reduktion im Jahr 2020 gegenüber dem Referenzszenario durch die Teilzweckbindung wird vereinfachend davon ausgegangen, dass 73% der CO<sub>2</sub>-Einsparungen durch die Förderung im Gebäudebereich beim Heizöl- und 17% beim Erdgasverbrauch erreicht werden<sup>7</sup>. Durch lineare Anpassung der Lenkungswirkung in Tabelle 3 auf 1.7 Mio. ergibt sich die in Tabelle 7 dargestellte Aufteilung der CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktionen bis ins Jahr 2020 durch eine Lenkungsabgabe mit Teilzweckbindung.

Reduktion in Mio. t CO <sub>2</sub> /a im Jahr 2020	Lenkungswirkung				Förderprogramm Gebäude 200 Mio. CHF/a	Total
	Privat-haushalte	Dienst-leistungen	Industrie	Verkehr		
Heizöl	-1.01	0.00	0.00		-1.82	<b>-2.83</b>
Erdgas	-0.19	0.00	0.00		-0.68	<b>-0.86</b>
Holz			0.00			<b>0.00</b>
Kohle			0.00			<b>0.00</b>
Treibstoffe				-0.50		<b>-0.50</b>
<b>Total</b>	<b>-1.20</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>-0.50</b>	<b>-2.50</b>	<b>-4.20</b>

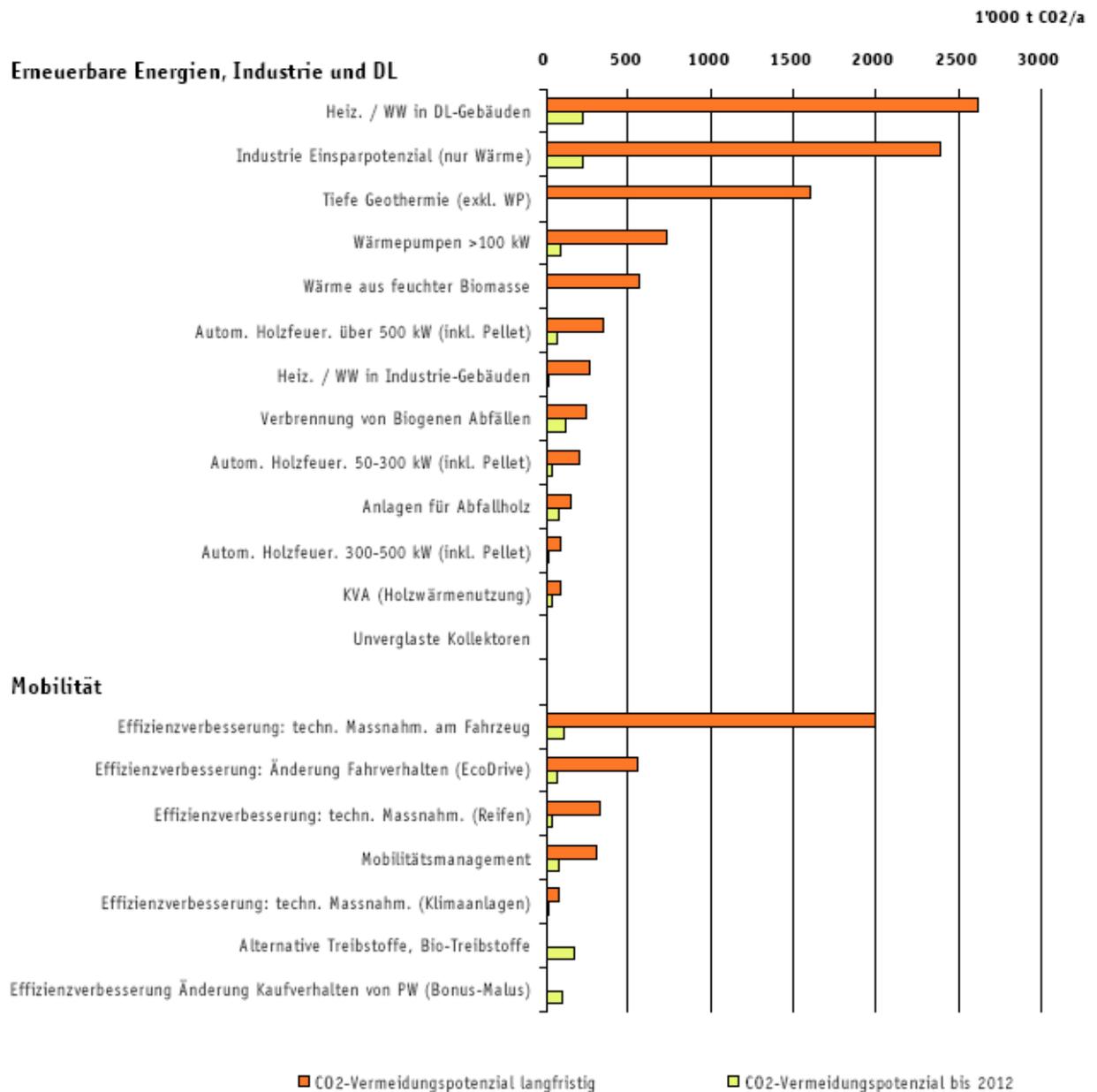
Tabelle 7: Veränderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Szenario Lenkungsabgabe mit Teilzweckbindung nach Verursacher und Energieträger in Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> im Jahr 2020 gegenüber dem Referenzszenario unter Einhaltung der Zielsetzung von 4.2 Mio. t CO<sub>2</sub>-Reduktion im Jahr 2020 gegenüber Referenzszenario. (Quelle Prognos 2007b, eigene Hochrechnung)

### 2.3.7 Szenario CO<sub>2</sub>-Finanzierungsabgabe

Die Verwendung des Mittelaufkommens einer möglichen Finanzierungsabgabe ist derzeit noch offen. Die Wahl und Gewichtung von Förderbereichen wird die Aufteilung der CO<sub>2</sub>-Reduktionen nach Verbraucher und Energieträger determinieren und damit auch die Höhe der generierten Sekundärnutzen. Dabei sind auch die vorhandenen Reduktionspotenziale in einzelnen Bereichen zu beachten.

<sup>7</sup> Anteile berechnet gemäss ausgewiesenem Energieverbrauch 2006 für Raumwärme und Warmwasser durch Heizöl, Erdgas und Fernwärme unter Vernachlässigung anderer Energieträger (Prognos, Infrac, CEPE, Basics 2008).

«Kurz- und langfristige CO<sub>2</sub>-Vermeidungspotenziale»



Figur 4: Die CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenziale beziehen sich auf die Wirkungen innerhalb eines Jahrs (Quelle: Infras 2008).

Für den Förderbereich Gebäude sei auf die obige Diskussion der Teilzweckbindung in der Form eines Gebäudeprogramms verwiesen.

## 2.4 Lenkungsabgabe: Monetäre Grössenordnung der Sekundärnutzen

### 2.4.1 Luftschadstoffreduktion

#### *Gebäude und Gesundheit*

Für die Berechnung externer Kosten aufgrund der Luftverschmutzung wird meist die Konzentration von PM<sub>10</sub> (Feinstaub) als Leitindikator herangezogen. PM<sub>10</sub> wird einerseits als primäres PM<sub>10</sub> emittiert und entsteht andererseits aufgrund von Gas-Partikelkonversion aus den Vorläufersubstanzen SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub> und VOC.

Die Energieperspektiven 2035 enthalten neben den CO<sub>2</sub>-Emissionen auch Angaben über die erwartete Entwicklung der primären PM<sub>10</sub>- und NO<sub>x</sub>-Emissionen der Energienachfrage (Feuerungen und Verkehr) in den einzelnen Szenarien. Die Veränderung dieser Luftschadstoffemissionen im Szenario mit Lenkungsabgabe gegenüber dem Referenzszenario wird für die Quantifizierung der Luftschadstoffemissionsreduktion aufgrund der Lenkungsabgabe herangezogen.<sup>8</sup>

Es existieren verschiedene Arbeiten zur Bestimmung von Kostensätzen für die durch Luftschadstoffe verursachten externen Kosten. Die ermittelten Werte hängen stark von den berücksichtigten Schadensbereichen und dem angewandten Berechnungsansatz ab. Aus Konsistenzgründen werden hier die Kostensätze der Energieperspektiven (Ecoplan 2007, S. 134) verwendet.

- Externe Grenzkosten für primäres PM<sub>10</sub>: 127'000 CHF/Tonne
- Externe Grenzkosten für NO<sub>x</sub>: 33'000 CHF/Tonne

Darin enthalten sind die externen Kosten in den Bereichen Gesundheit und Gebäude. Für das Jahr 2000 wurden die externen Kosten für Gebäude auf 546 Mio. CHF und für Gesundheit auf 4'204 Mio. CHF geschätzt. Die externen Kosten im Bereich Gesundheit setzen sich zusammen aus Behandlungskosten (0.55%), Kosten für den Nettoproduktionsausfall (4.5%) und den immateriellen Kosten der betroffenen Patienten (95%). Die immateriellen Kosten der Patienten sind individuelle Nutzenverluste, welche anhand von Zahlungsbereitschaften erhoben werden. Allein die Zahlungsbereitschaft für die Vermeidung von verlorenen Lebensjahren durch luftverschmutzungsbedingte Erkrankung beträgt 77% der gesamten externen Kosten im Bereich Gesundheit (ECOPLAN, Infrac, ISPM 2004).

Die berechnete Reduktion externer Kosten entspricht dem Sekundärnutzen aus der durch die Lenkungsabgabe erzielten Luftschadstoffemissionsreduktion. Dabei sind 11.5% dem Bereich Gebäude und 88.5% dem Bereich Gesundheit zuzuordnen. Von den gesamten Sekundärnutzen sind 78.7% auf die NO<sub>x</sub>- Emissionsreduktion und 4.3% auf die PM<sub>10</sub>- Emissionsreduktion zurückzuführen. Bei den restlichen 17% handelt es sich um Hochrechnungen für die SO<sub>2</sub>- und VOC-Emissionen.

<sup>8</sup> Über die Veränderung der VOC- und SO<sub>2</sub>-Emissionen liegen keine Angaben vor. Es wird angenommen dass sich die externen Kosten aufgrund dieser Emissionen entsprechend derer von PM<sub>10</sub> und NO<sub>x</sub> verändern.

Energieträger	Sekundärnutzen (Mio. CHF / a) nach Verbraucher 2020					CO <sub>2</sub> -Reduktion 2020 (Mio. t)
	Privat-haushalte	Dienst-leistungen	Industrie	Verkehr	Total	
Heizöl	24.5	0	-4.2	-	<b>20.37</b>	1.6
Erdgas	0.1	0	-0.0	-	<b>0.1</b>	0.3
Holz	-0.3	-4.9	0.35	-	<b>-4.8</b>	0
Kohle	0.6	0	-6.39	-	<b>-5.8</b>	0
Treibstoffe	0	0	0	95.0	<b>95.0</b>	0.8
<b>Total</b>	<b>24.9</b>	<b>-4.9</b>	<b>-10.2</b>	<b>95.0</b>	<b>104.8</b>	<b>2.7</b>

Tabelle 8: Sekundärnutzen aus der Luftschadstoffreduktion in den Bereichen Gesundheit/Gebäude im Jahr 2020 in Mio. CHF berechnet aus den Emissionsunterschieden zwischen Szenario II und III der Energieperspektiven mit einer Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 2.7 Mio. t/a (Quelle: Eigene Berechnung).

Tabelle 8 zeigt die Höhe der Sekundärnutzen nach Energieträger und Verursacher bei einer Lenkungswirkung von 2.7 Mio. t CO<sub>2</sub>/a im Jahr 2020. Zusätzlich werden die entsprechenden CO<sub>2</sub>-Reduktionen für die einzelnen Energieträger ausgewiesen.

- Der Verkehr generiert rund 90% (95 Mio. CHF/a) der hier insgesamt berechneten Sekundärnutzen von 105 Mio. CHF/a. Rund 76.5% basieren auf geringeren NO<sub>x</sub>-Emissionen. Der Grossteil dieser Reduktion ist auf den geringeren Treibstoffverbrauch pro Kilometer Fahrleistung zurückzuführen. Der kleinere Teil auf geringere NO<sub>x</sub>-Emissionen pro Liter Treibstoff.
  - Reduktion Benzin- und Dieserverbrauch: 6%
  - Reduktion NO<sub>x</sub>-Emissionen: 7.5%
  - Konstante Verkehrsleistung und Verkehrszusammensetzung
- Bei den Privathaushalten bewirkt die Lenkungsabgabe einen Rückgang des Heizölverbrauchs um rund 21% und des Erdgasverbrauchs um 16%. Dies begründet die CO<sub>2</sub>-Reduktion durch Heizöl und Erdgas und damit auch den Rückgang der primären PM<sub>10</sub>- und NO<sub>x</sub>-Emissionen in dieser Verbrauchergruppe. Bei Erdgas sind die Emissionen dieser Schadstoffe jedoch verhältnismässig gering, so dass die resultierenden CO<sub>2</sub>-Reduktion kaum Sekundärnutzen generieren.
- Die Industrie verzeichnet einen geringen Anstieg des Verbrauchs von Heizöl und Kohle, was zu erhöhtem Schadstoffausstoss und damit zu höheren externen Kosten führt.
- Die Verbrennung von Holz deckt ca. 4% der Endenergienachfrage und ist definitionsgemäss CO<sub>2</sub>-neutral. Sie verursacht jedoch 36% des primären PM<sub>10</sub>-Ausstosses und 12% der NO<sub>x</sub>-Emissionen. Der Verbrauch von Holz als nicht besteuertes Energieträger steigt bei den Dienstleistungen leicht an und verursacht externe Kosten von 7.6 Mio. CHF/a. Die grossen heutigen Luftschadstoffemissionen der Holzverbrennung dürften jedoch in den nächsten Jahren durch verbesserte Verbrennungstechnologie sowie durch Abgasfilter stark reduziert werden.

- Der Verkehr zeigt das klar beste Verhältnis «Sekundärnutzen pro reduzierter Tonne CO<sub>2</sub>».

#### *Ernteauffälle*

Die negative Wirkung von bodennahem Ozon auf Pflanzen ist weitgehend belegt. In ländlichen Gebieten gelten die Stickoxide als die limitierende und damit hauptverantwortliche Substanz für die Bildung von bodennahem Ozon. Gemäss ARE 2004a verursachte der Verkehr Ernteverluste von rund 74 Mio. CHF/a. Daraus berechnen sich jährliche Durchschnittskosten pro Tonne NO<sub>x</sub> von 74 Mio. CHF / 74'600 t = 992 CHF/t. Dieser Kostensatz für Ernteauffälle ist rund 33x kleiner als derjenige von Gesundheit/Gebäude. Die NO<sub>x</sub>-Emissionsreduktion bei einer Lenkungswirkung von -2.7 Mio. t CO<sub>2</sub>/a beträgt im Jahr 2020 2'500 Tonnen. Es ergibt sich somit eine grobe Schätzung für den Sekundärnutzen aufgrund von geringeren Ernteauffällen von 2.48 Mio. CHF für das Jahr 2020.

#### *Schäden in der Biosphäre*

Die Schäden in der Biosphäre, beziehungsweise Waldschäden der anthropogenen Luftverschmutzung werden für das Jahr 2000 auf 196 Mio. CHF geschätzt. Diese können in Kosten für Holzernteverluste durch Ozon, Holzernteverluste durch Bodenversauerung und Windwurfkosten durch Bodenversauerung eingeteilt werden. Zur Bodenversauerung tragen Stickoxide (NO<sub>x</sub>) zu 28%, Ammoniak (NH<sub>3</sub>) zu 47% und Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) zu 25% bei (ARE 2004a). Da die Entwicklung von Schwefeldioxid- und Ammoniak-Emissionen aufgrund der Energienachfrage nicht bekannt ist, werden hier lediglich die Sekundärnutzen aufgrund reduzierter Stickoxid-Emissionen berechnet. Es ergeben sich reduzierte externe Kosten von 721 CHF pro eingesparter Tonne NO<sub>x</sub>. Die bei einer Lenkungswirkung von 2.7 Mio. t CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktion gleichzeitig reduzierten NO<sub>x</sub>-Emissionen führen zu einem Sekundärnutzen von 1.8 Mio. CHF im Jahr 2020 aufgrund geringerer Schäden in der Biosphäre.

#### *Schäden infolge von Biodiversitätsverlusten*

Die Bodenversauerung durch die Luftschadstoffe NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> und NH<sub>3</sub> und die Überdüngung durch die Luftschadstoffe NO<sub>x</sub> und NH<sub>3</sub> beeinflussen die Auftretenswahrscheinlichkeit von Pflanzen an einem Standort. econcept und ESU-Services (2006) haben im Rahmen des Forschungsprojekts NEEDS im 6. Forschungs-Rahmenprogramm der EU Kostensätze für die daraus resultierenden Biodiversitätsverluste berechnet:

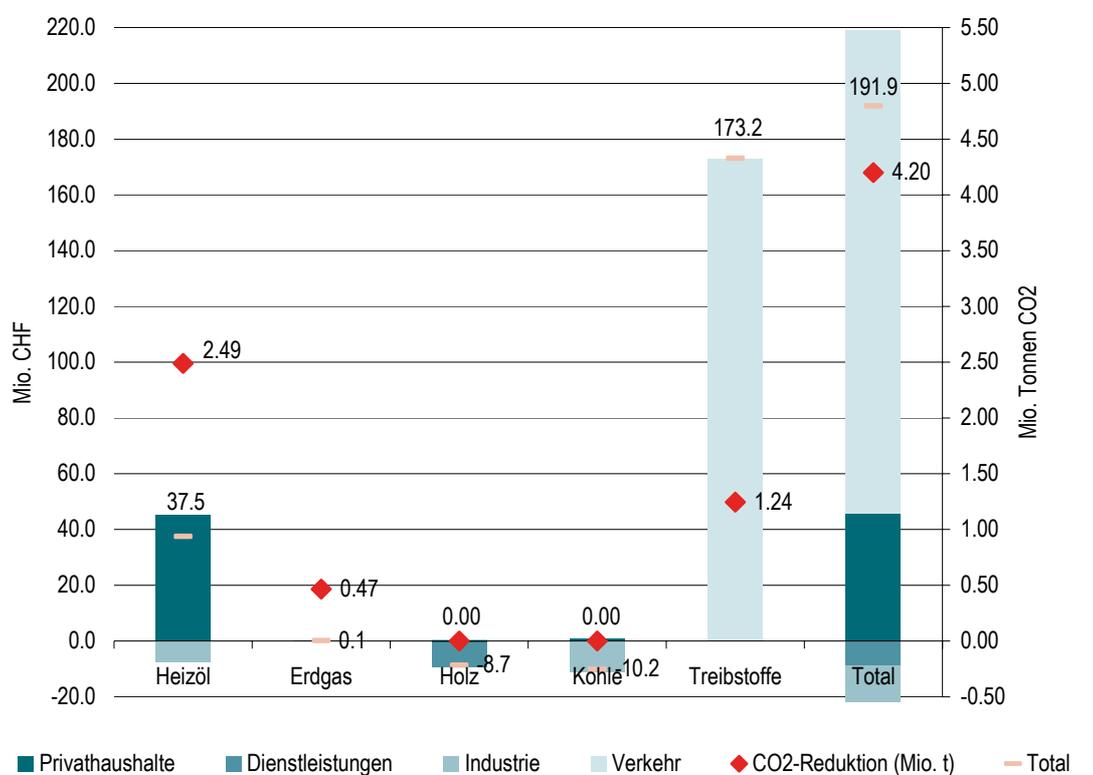
- Kostensatz NO<sub>x</sub>: 4'464 CHF pro Tonne NO<sub>x</sub>
- Kostensatz SO<sub>x</sub>: 736 CHF pro Tonne SO<sub>x</sub>
- Kostensatz NH<sub>3</sub>: 13'328 CHF pro Tonne NH<sub>3</sub>

Anhand des Kostensatzes der NO<sub>x</sub>-Emissionen wird die Reduktion der externen Kosten im Bereich Biodiversität abgeschätzt. Die NO<sub>x</sub>-Emissionsreduktion von 2'500 t/a, die bei der Lenkungswirkung von 2.7 Mio. t CO<sub>2</sub>/a prognostiziert wird, generiert Sekundärnutzen in der Höhe von 11.16 Mio. CHF/a .

*Hochrechnung der Sekundärnutzen einer zielkonformen reinen Lenkungsabgabe*

Da in dem hier verwendeten Szenario mit Lenkungsabgabe lediglich eine CO<sub>2</sub>-Reduktion um 2.7 Mio. t im Jahr 2020 gegenüber der Referenzentwicklung erreicht wird, werden die Sekundärnutzen für eine der Zielsetzung entsprechende CO<sub>2</sub>-Reduktion um 4.2 Mio. t hochgerechnet. Figur 5 zeigt die resultierenden Sekundärnutzen durch reduzierte externe Kosten der Luftverschmutzung nach Energieträger und Verursacher im Jahr 2020. Zusätzlich werden die entsprechenden CO<sub>2</sub>-Reduktionen für die einzelnen Energieträger dargestellt.

**«Lenkungsabgabe: Sekundärnutzen aus Luftschadstoffreduktion für das Jahr 2020»**



econcept

Figur 5: Sekundärnutzen der CO<sub>2</sub>-Lenkungsabgabe durch Luftschadstoffreduktion: Reduzierte externe Kosten in den Bereichen Gesundheit, Gebäude, Ernteauffälle, Waldschäden und Biodiversität im Jahr 2020. Hochrechnung für das Ziel 4.2 Mio. t CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktion gegenüber dem Referenzszenario.  
 Lesebeispiel: Mit der Reduktion von 1.24 t CO<sub>2</sub>-Emissionen im Bereich 'Treibstoffe' werden die externen Kosten durch Luftschadstoffe um 173.2 Mio. CHF (in "Jahr 2000" CHF) reduziert. Total generierte Sekundärnutzen: 191.9 Mio. CHF. (Quelle: Eigene Berechnungen).

2.4.2 Minderung des Verkehrsaufkommens: Lärm und Unfälle

In den Energieperspektiven 2035 wird davon ausgegangen, dass die Verkehrsleistung für das Szenario II, welches hier als Referenzszenario verwendet wird, und für das Szenario III mit Lenkungsabgabe konstant bleibt. Daraus folgt, dass aus den Abgabewirkungen

gemäss Energieperspektiven keine Sekundärnutzen aufgrund von weniger Unfällen oder Lärm eruiert werden können.

#### *Lärm*

Die verkehrsbedingte Lärmbelastung wird als Schallintensität in Dezibel (dB) angegeben. Dabei handelt sich um eine logarithmische Skala. Die empfundene Schallintensität verdoppelt sich nicht mit der Verdoppelung der Dezibel, sondern etwa mit der Erhöhung des Messwertes um 10 dB. Zudem addieren sich zwei Lärmquellen mit derselben Lärmin-tensität nicht linear, sondern es findet nur eine geringe empfundene Steigerung der Schallintensität statt. Die gesamten externen Lärmkosten, aufgeteilt in lärmbedingte Mietzinsausfälle und Gesundheitsschäden werden gemäss ARE 2007 für das Jahr 2000 auf 998 Mio. CHF beziffert. Aufgrund der oben genannten Eigenschaften der Lärmbelas-tung, ist davon auszugehen, dass falls die Einführung einer Lenkungsabgabe zu einer Verminderung des Verkehrsaufkommen führen sollte, keine nennenswerte Senkung der externen Lärmkosten resultieren würde.

#### *Unfälle*

In der Literatur wird davon ausgegangen, dass zwischen den marginalen externen Un-fallkosten und dem Verkehrsaufkommen ein linearer Zusammenhang besteht (CE Delft, Infrac, ISI 2007). Eine Reduktion der Verkehrsleistung würde sich demzufolge prozentual gleichstark in der Reduktion der externen Unfallkosten niederschlagen. Gemäss ARE 2007 betragen die externen Unfallkosten im Jahr 2000 1.6 Milliarden CHF.

#### *Natur und Landschaft; Bodenqualität*

Zur Generierung von Sekundärnutzen im Bereich Natur und Landschaft wäre eine sub-stantielle Reduktion der Verkehrsleistung notwendig, die den Ausbau der Verkehrsinfra-struktur beeinflusst.

Die Entwicklung verkehrsbedingter Emissionen von Schwermetallen und PAK, die die Bodenqualität beeinträchtigen, hängt vorwiegend von der Technologieentwicklung im Fahrzeugbau ab.

### 2.4.3 Reduktion der Auslandabhängigkeit von fossilen Energieimporten

Ausgehend von den Energieperspektiven werden sich die fossilen Brenn- und Treibstoff-importe bis 2020 durch die Lenkungsabgabe insgesamt lediglich um 3.43% gegenüber der Referenzentwicklung reduzieren. Dieser Effekt ist zu gering um die Exposition der Schweiz gegenüber Preisschwankungen fossiler Energieträger merklich zu mindern und die Versorgungssicherheit deutlich zu erhöhen. Es resultieren somit keine massgeblichen Sekundäreffekte aus einer Reduktion der Auslandabhängigkeit von fossilen Energieim-porten.

in PJ pro Jahr um 2020	Referenzszenario 2020	Mit Lenkungsabgabe 2020 (Hochrechnung)	Veränderung 2020
Fossile Brenn- und Treibstoffe	496.7	479.7	-3.43%
Biotreibstoffe	9.3	11.9	28.35%
Fossile Anteile bei der Fernwärmeerzeugung	7.8	8.3	5.77%
<b>Summe</b>	<b>513.8</b>	<b>499.9</b>	<b>-2.70%</b>

Tabelle 9: Veränderung der Importanteile in der Nachfrage durch die Lenkungsabgabe in PJ/a um 2020 (Quelle: Prognos 2007a, eigene Hochrechnung auf Zielsetzung)

#### 2.4.4 Auswirkungen auf die verschiedenen Wirtschaftsbranchen

In einer 2005 erschienen Studie des CEPE wurden für eine CO<sub>2</sub>-Lenkungsabgabe die folgenden Auswirkungen auf verschiedenen Branchengruppen berechnet. Falls nicht anderweitig referenziert, beziehen sich sämtliche Angaben auf diese Datenquelle.

##### *CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brennstoffe*

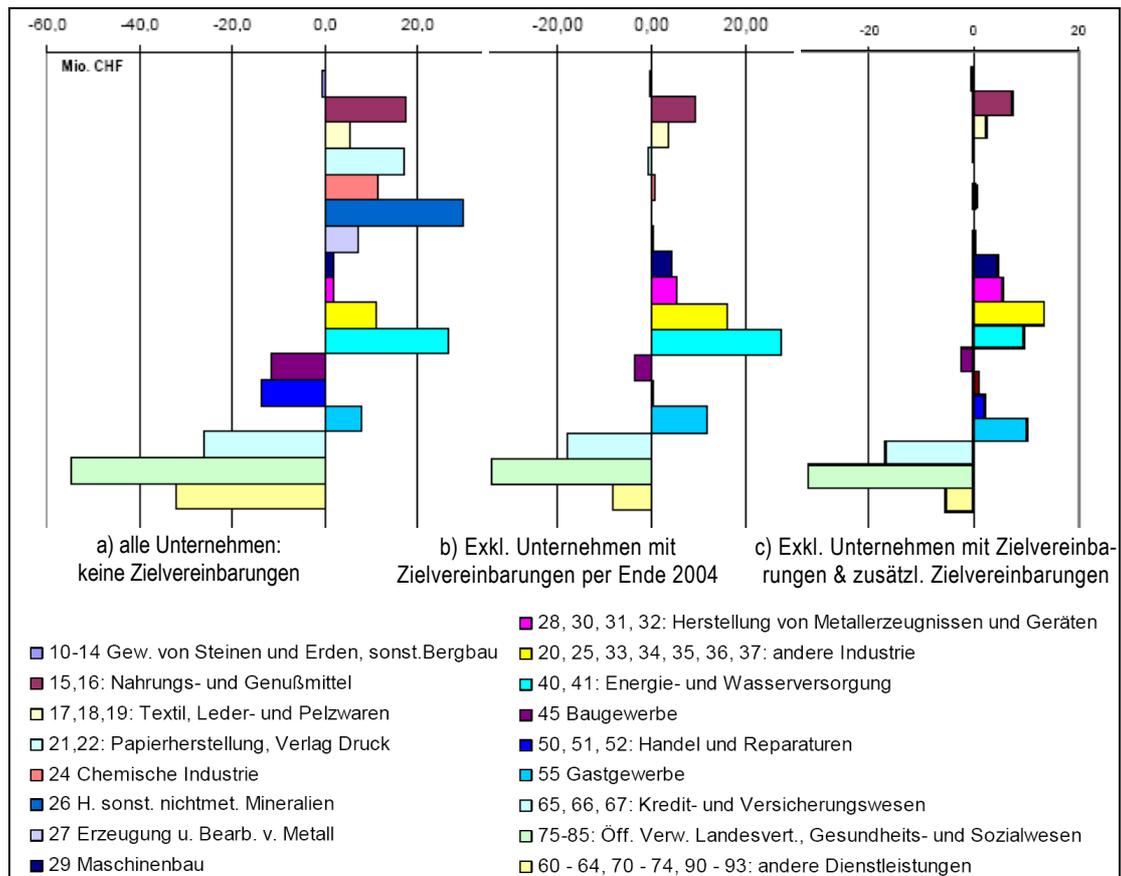
Das Abgabevolumen der Wirtschaft wird auf der Basis der Lohnsumme an die Unternehmen rückverteilt. Dadurch findet eine Umverteilung auf Kosten des energie-intensiveren Industriesektors und zu Gunsten des Dienstleistungssektors statt. Dies ist damit begründet, dass der Industriesektor rund 60% der gemeinsamen Emissionen verursacht, jedoch lediglich 30% der Lohnsummen auf sich vereint. Damit werden 27% des Abgabeaufkommens zwischen diesen beiden Sektoren umverteilt.

Figur 6 zeigt die Nettobelastung verschiedener NOGA-Branchengruppen in Mio. CHF bei einer CO<sub>2</sub>-Abgabe von 35 CHF / t CO<sub>2</sub> auf Brennstoffen.

- a) bei Abgabepflicht aller Unternehmen, ohne Berücksichtigung von Zielvereinbarungen: Gesamtabgabevolumen der Wirtschaft 411 Mio. CHF
- b) Berücksichtigung von Zielvereinbarungen über 3 Mio. t CO<sub>2</sub> per Ende 2004: Gesamtabgabevolumen der Wirtschaft 304 Mio. CHF
- c) Berücksichtigung von Zielvereinbarungen über 3 Mio. t CO<sub>2</sub> per Ende 2004 sowie weiteren potentiellen Zielvereinbarungen in Höhe von 1 Mio. t CO<sub>2</sub>: Gesamtabgabevolumen der Wirtschaft 271 Mio. CHF

Die CEPE-Studie (2005) zeigt weiter, dass durch weitere Zielvereinbarungen das Gesamtabgabevolumen der Wirtschaft und auch die Nettobelastung der Unternehmen abnehmen. Durch eingegangene Zielvereinbarungen sind insbesondere die Nettobelastungen der Nahrungsmittelbranche, der Papierherstellung und Verlage, der Herstellung sonstiger nichtmetallischer Mineralien und der Chemischen Industrie stark gesunken. Andere Nettozahler wie die Maschinenbauindustrie werden durch Zielvereinbarungen in anderen Branchen stärker belastet, da diese auch zu einer Reduktion der Rückzahlungen führen. Aufgrund ihres relativ hohen Energiebedarfs im Restaurationsbereich gehört die Gastronomie als einzige Dienstleistungsbranche zu den Nettozahlern.

### «Netto-Belastung der Branchengruppen durch CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brennstoffen»



Figur 6: Nettobelastung von NOGA-Brechengruppen bei unterschiedlicher Nutzung der Abgabebefreiung durch Abschliessen von Zielvereinbarungen bei einer CO<sub>2</sub>-Abgabe von 35 CHF / t CO<sub>2</sub> auf Brennstoffen (Datenbasis von 2002, Quelle: CEPE 2005).

Die Tabelle 10 zeigt die befreiten und abgabepflichtigen CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Brennstoffe einzelner NOGA-Brechengruppen im Jahr 2002 (gemäss b). Für die Emissionen der abgabepflichtigen Unternehmen wird das geschätzt Abgabevolumen, das Rückverteilungsvolumen sowie die daraus resultierende Nettobelastung (bzw. Nettoertrag) bei einer CO<sub>2</sub>-Abgabe von 35 CHF/t CO<sub>2</sub> auf Brennstoffe und 64 CHF/t CO<sub>2</sub> auf Treibstoffe angegeben. Die letzte Spalte zeigt die Nettobelastung pro 100'000 Lohnsumme. Das gesamte Abgabevolumen der Wirtschaft beträgt rund 300 Mio. CHF. Der Netto-Transfer vom Industriesektor zum Dienstleistungssektor halbiert sich durch die Zielvereinbarungen von 119 Mio. CHF auf 59 Mio. CHF. Zu den verbleibenden grossen Nettozahlern gehören die Nahrungsmittelindustrie, die Energie- und Wasserversorgung, die restliche Industrie und die Gastronomie.

NOGA, Branchen bzw. Branchengruppen	Befreite CO <sub>2</sub> -Emissionen	abgabepflichtige CO <sub>2</sub> -Emissionen	Abgabevolumen	Rückverteilung	Nettobelastung	Nettobelastung zu Lohnsumme
	1000 t	1000 t	Mio. CHF	Mio. CHF	Mio. CHF	CHF pro 100'000 CHF
10-14 Steinen und Erden, sonstiger Bergbau		2	0.1	0.5	-0.4	-130
15, 16 Nahrungs- und Genussmittel	333	364	12.8	3.7	9.1	390
17, 18, 19 Textil, Leder-/Pelzwaren	76	138	4.8	1.3	3.5	400
21, 22 Papier, Verlag und Druck	685	46	1.6	1.7	-0.1	-10
24 Chemische Industrie	595	20	0.7	0.3	0.4	290
26 Sonstigen Produkte aus nichtmetallischen Mineralien	926					
27 Erzeugung und Bearbeitung von Metall	248	16	0.5	0.1	0.4	320
29 Maschinenbau	68	400	14.0	10.3	3.7	55
28, 30, 31, 32 Metallerzeugnisse, Geräte	28	537	18.8	13.9	4.9	55
20, 25, 33, 34, 35, 36, 37 andere Industrie	17	943	33.0	17.7	15.3	130
40, 41 Energie- und Wasserversorgung	0	866	30.3	2.9	27.4	1450
45 Baugewerbe	3	633	22.2	26.9	-4.7	-30
<b>Industrie</b>	<b>2'978</b>	<b>3'965</b>	<b>138.8</b>	<b>79.8</b>	<b>59</b>	<b>115</b>
50, 51, 52 Handel und Reparaturen	10	1'210	42.4	44.3	-1.9	-10
55 Gastgewerbe	18	675	23.6	12.4	11.2	140
65, 66, 67 Kredit- und Versicherungswesen		203	7.1	26.4	-19.3	-110
75-85 Öffentliche Verwaltung, Landesverteidigung, Gesundheits- und Sozialwesen		835	29.2	66.6	-37.4	-90
60-64, 70-74, 90-93 andere Dienstleistungen	38	1812	63.4	75.4	-12.0	-25
<b>Dienstleistungssektor</b>	<b>66</b>	<b>4'736</b>	<b>165.7</b>	<b>224.7</b>	<b>-59</b>	<b>-40</b>
<b>Total: Industrie und Dienstleistung</b>	<b>3'044</b>	<b>8'701</b>	<b>304.5</b>	<b>304.5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Tabelle 10: CO<sub>2</sub>-Emissionen der Unternehmen per Ende 2004, welche Zielvereinbarungen abgeschlossen hatten und verbleibende abgabepflichtige CO<sub>2</sub>-Emissionen. Abgabevolumen Rückverteilung und Nettobelastung berechnet auf abgabepflichtigen CO<sub>2</sub>-Emissionen bei einer Abgabe von 35 CHF / t CO<sub>2</sub> auf Brennstoffen. (Datenbasis 2002, Quelle: CEPE 2005, eigene Berechnungen).

Die Nettobelastung pro 100'000 CHF Lohnsumme ist ein Mass um die relative Belastung / Entlastung der einzelnen Branchengruppen zu vergleichen. Tabelle 11 zeigt den Anteil der Nettobelastung gegenüber der Bruttowertschöpfung und gegenüber der Lohnsumme in % für den Industrie- und den Dienstleistungssektor. Unter Berücksichtigung der per Ende 2004 abgeschlossenen Zielvereinbarungen ergibt sich für die Industriebranchen eine durchschnittliche Nettobelastung von 0.06% ihrer Bruttowertschöpfung. Im Gegenzug profitieren die Dienstleistungsbranchen im Schnitt von einem Nettoertrag in der Höhe von 0.02% ihrer Bruttowertschöpfung (CEPE 2005).

	Anteil Bruttowertschöpfung		Anteil Lohnsummen	
	Ohne Zielvereinbarung	Mit Zielvereinbarung	Ohne Zielvereinbarung	Mit Zielvereinbarung
Industrie	0.096%	0.06%	0.185%	0.115%
Dienstleistung	-0.038%	-0.02%	-0.08%	-0.04%

Tabelle 11: Nettobelastung des Industriesektors und Nettoentlastung des Dienstleistungssektors als Anteil der Bruttowertschöpfung und der Lohnsummen jeweils ohne und mit Berücksichtigung von Zielvereinbarungen bei einer CO<sub>2</sub>-Abgabe von 35 CHF / t CO<sub>2</sub> auf Brennstoffen (CEPE 2005, eigene Berechnungen).

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

In einer früheren, nicht veröffentlichten Version der CEPE-Studie (CEPE 2004<sup>9</sup>) wurde auch die Nettobelastung einer CO<sub>2</sub>-Abgabe von 64 CHF / t CO<sub>2</sub> auf Treibstoffe geschätzt. Die Resultate sind in Tabelle 12 dargestellt. Insgesamt führt die Abgabe zu einem Abgabevolumen von 243 Mio. CHF und einer Nettoumlagerung von 83 Mio. CHF vom Industriesektor zum Dienstleistungssektor. Zu den grössten Nettozahlern gehören das Baugewerbe, die Nahrungs- und Genussmittelindustrie, der Bergbau, Erzeugung und Bearbeitung von Metall und der Maschinenbau.

Branchen inkl. Treibstoff für Straßenverkehr, ohne Frachtverkehr (NOGA 60-62); ohne Zielvereinbarungen	Emissionen durch Treibstoffe: werkintern bzw. 'off-road'	Emissionen Stras- senverkehr (Inländ. inkl. dessen Emis- sionen im Ausland). ohne "off - road"	Gesamte Treibstoff- Abgabe bei 64 CHF/ t CO <sub>2</sub>	Rück- fluss über Lohn- summe	Netto- Belastung Treibstoff
	1000 t CO <sub>2</sub>	1000 t CO <sub>2</sub>	Mio. CHF	Mio. CHF	Mio. CHF
10-14 Gew. von Steinen und Erden, sonstiger Bergbau	254.02	0.00	16.30	0.30	15.90
15, 16 Nahrungs- und Genussmittel	164.77	154.70	20.40	3.80	16.70
17, 18, 19 Textil, Leder-/Pelzwaren	11.28	72.24	5.30	1.20	4.10
21, 22 Papier, Verlag, Druck	24.03	64.23	5.60	4.90	0.70
23, 24 Chemische Industrie, Kokerei	82.44	63.82	9.40	5.40	4.00
26 H. sonst. nichtmet. Mineralien	4.18	25.61	1.90	1.30	0.60
27 Erzeugung u. Bearb. v. Metall	9.03	136.37	9.30	1.00	8.30
28 H. von Metallerzeugnissen	45.07	0.00	2.90	5.50	-2.60
29 Maschinenbau	64.49	171.30	15.10	7.80	7.30
30-33 Geräte	59.97	146.39	13.20	9.80	3.40
20, 25, 34, 35, 36, 37 andere Industrie	34.32	140.59	11.20	7.20	4.00
40, 41 Energie- und Wasserversorgung	0.48	16.10	1.10	2.00	-0.90
45 Baugewerbe	281.97	346.83	40.20	18.60	21.70
<b>Verarbeitendes Gewerbe</b>	<b>1'036.03</b>	<b>1'338.21</b>	<b>152.00</b>	<b>68.60</b>	<b>83.30</b>
50, 52 Handel und Reparaturen	17.18	534.48	35.30	33.40	1.90
55 Gastgewerbe	5.88	25.99	2.00	10.10	-8.00
65-67 Kredit- und Versicherungswesen	5.04	111.85	7.50	18.10	-10.60
75-80 Öff. Verw., Landesvert., Unterr.	39.75	291.35	21.20	28.50	-7.30
85 Gesundheits- und Sozialwesen	7.87	72.21	5.10	25.30	-20.20
60-64, 70-74, 90-93 andere Dienstleis- tungen	17.30	302.36	20.30	59.50	-39.00
<b>Dienstleistung</b>	<b>93.04</b>	<b>1338.24</b>	<b>91.60</b>	<b>174.90</b>	<b>-83.30</b>
<b>Total Industrie und Dienstleistung</b>	<b>1'129.07</b>	<b>2'676.45</b>	<b>243.60</b>	<b>243.60</b>	<b>0.00</b>

Tabelle 12: Werksinterne und werksexterne CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Treibstoffverbrauch einzelner Branchengruppen ohne Berücksichtigung des Frachtverkehrs. Treibstoffabgabe bei einer Abgabehöhe von 64 CHF / t CO<sub>2</sub>, Rückfluss und resultierende Nettobelastung (Quelle: CEPE 2004)

<sup>9</sup> Die Validität der Daten ist deshalb als beschränkt zu erachten. Sie bieten jedoch eine grobe Übersicht über die von einer CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Treibstoffe betroffenen Branchengruppen

Tabelle 13 zeigt die Nettobelastung des Industrie- und Dienstleistungssektor sowohl für die Abgabe auf Brennstoffen (35 CHF / t CO<sub>2</sub>) als auch auf Treibstoffen (64 CHF / t CO<sub>2</sub>).

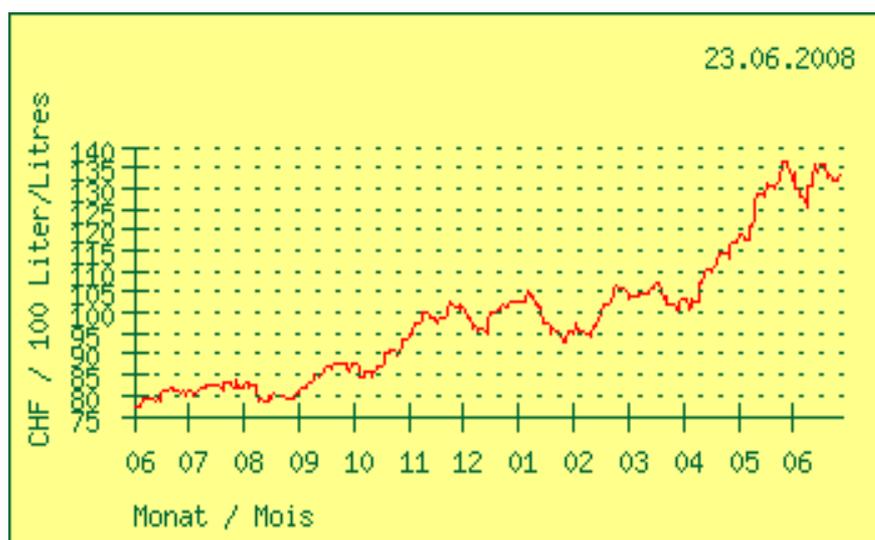
CO <sub>2</sub> -Abgabe 35 CHF/ t CO <sub>2</sub> auf Brennstoffen, 64 CHF/t CO <sub>2</sub> auf Treibstoffen	Anteil Bruttowertschöpfung		Anteil Lohnsummen	
	Ohne Zielvereinbarung	Mit Zielvereinbarung	Ohne Zielvereinbarung	Mit Zielvereinbarung
Industrie Brennstoff	0.10%	0.06%	0.18%	0.115%
Industrie Treibstoff	0.08%		0.15%	
<b>Total Industrie</b>	<b>0.18%</b>	<b>0.1%</b>	<b>0.33%</b>	
Dienstleistung Brennstoff	-0.04%	-0.02%	-0.08%	-0.04%
Dienstleistung Treibstoff	-0.03%		-0.06%	
<b>Total Dienstleistung</b>	<b>-0.07%</b>	<b>-0.04%</b>	<b>-0.14%</b>	

Tabelle 13: Nettobelastung des Industriesektors und Nettoentlastung des Dienstleistungssektors als Anteil der Bruttowertschöpfung und der Lohnsummen jeweils ohne und mit Berücksichtigung von Zielvereinbarungen (CEPE 2004, CEPE 2005, eigene Berechnungen).

#### Höhe der Abgabe und Anteil der Belastung an der Bruttowertschöpfung

Die erforderliche Höhe der CO<sub>2</sub>-Lenkungsabgabe zur CO<sub>2</sub>-Emissionszielerreichung im Jahr 2020 hängt massgeblich von der Entwicklung des Rohölpreises ab. Dieser liegt im Mai 2008 mit Rekordwerten von über 130\$/Barrel deutlich über den Annahmen der Energieperspektiven von 30\$/Barrel. Bei diesem tiefen Rohölpreis von 30\$/Barrel würde die Abgabe gemäss Tabelle 2 beinahe 600 CHF/t CO<sub>2</sub> auf Benzin und rund 150 CHF / t CO<sub>2</sub> bei Heizöl betragen. Dies würde unter Berücksichtigung der Zielvereinbarungen (abgeschlossen bis Ende 2004) eine zusätzliche Belastung für die Industriebranchen von ca. 0.57% der Bruttowertschöpfung ergeben<sup>10</sup>. Dieser Wert ist als Obergrenze zu betrachten, da aufgrund der hohen Erdölpreise die notwendige Lenkungsabgabe zur Zielerreichung niedriger sein wird.

#### «Entwicklung Heizölpreis Juni 2007 – Juni 2008»



Figur 7: Entwicklung der Lieferpreise für 100 Liter Heizöl extra leicht. Schweizerische Durchschnittspreise bei Onlinebestellungen von Agrola, inklusive Lieferung und Mehrwertsteuer. (Quelle: agrola.ch)

<sup>10</sup> Im Referenzszenario ist bereits eine CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brennstoffe von 35 CHF / t CO<sub>2</sub> enthalten. Die Berechnung der zusätzlichen Belastung durch die Lenkungsabgabe lautet somit  $0.06\% \cdot ((150-35)/35) + 0.04 \cdot (600/64) = 0.57\%$ .

Anhand der in Figur 7 dargestellten Preisentwicklung von Heizöl extra leicht ist ersichtlich, dass per Juni 2008 der tatsächliche Endverbraucherpreis von 1.35 CHF/ l (inklusive CO<sub>2</sub>-Abgabe von 35 CHF/t CO<sub>2</sub>) den Endverbraucherpreis des Szenarios mit Lenkungsabgabe von 1.01 CHF/ l bereits überschritten hat. Damit wäre zur Erreichung der CO<sub>2</sub>-Emissionszielsetzung theoretisch keine weitere Erhöhung der Abgabe auf Brennstoffen erforderlich.

Die Abgabe auf Treibstoffe wird aufgrund der Erdölpreisentwicklung ebenfalls geringer ausfallen als 600 CHF/t CO<sub>2</sub> (siehe dazu Figur 3). Unter der Annahme des aktuellen Benzinpreises von rund 200 Rp./l würde die Abgabe 80 Rp./l bzw. CHF /t CO<sub>2</sub>D betragen. Daraus ergibt sich eine durchschnittliche Belastung des Industriesektors zwischen 0.22% und 0.44% der Bruttowertschöpfung (mit und ohne Zielvereinbarungen). Allerdings belastet die Treibstoffabgabe in erster Linie den Bergbau, die Nahrungsmittelindustrie, die Chemische Industrie und das Baugewerbe (CEPE 2004). Insbesondere für den Bergbau würde sich eine deutlich höhere Belastung ergeben.

Bei einer höheren CO<sub>2</sub>-Abgabe wird das Abschliessen von Zielvereinbarungen für weitere Unternehmen attraktiv. Die hat eine dämpfende Wirkung auf die Belastung des Industriesektors durch die CO<sub>2</sub>-Abgabe.

Die Belastung wird auch aufgrund von Effizienzgewinnen abnehmen. Das hier gerechnete Szenario der Energieperspektiven prognostiziert zwar keine CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktionen aufgrund der Lenkungsabgabe in den Industrie- und Dienstleistungssektoren gegenüber dem Referenzszenario. Allerdings beinhaltet das Referenzszenario selbst eine Emissionsreduktion von rund 14% bis ins Jahr 2020 gegenüber dem Jahr 2000 in diesen beiden Sektoren (nur Brennstoffe, gemäss Tabelle 1).

Aufgrund dieser Überlegungen wird erwartet, dass die Nettoeffekte der CO<sub>2</sub>-Abgabe im Szenario mit Lenkungsabgabe in folgenden Bandbreiten liegen werden

- Nettobelastung der Industrie: zwischen 0.2% und 0.5% der Bruttowertschöpfung
- Nettokostenentlastung der Dienstleistungsbranchen: 0.1% und 0.2% der Bruttowertschöpfung

Bezogen auf die Branchenrendite können die Kostenverlagerungen über dem Prozentbereich der branchenüblichen Rendite liegen. Die Auswirkungen auf den Strukturwandel sind bei breiter Anwendung von Zielvereinbarungen als gering einzustufen. In der kurzen Frist sind höchstens bei vereinzelt Branchen nachteiligen Effekte auf die internationale Wettbewerbsfähigkeit zu erwarten. Die Analyse der Nettozahler nach Betriebsgrösse ergibt zudem keine systematische Höherbelastung der kleinen und mittleren Unternehmen. (CEPE 2005)<sup>11</sup>.

<sup>11</sup> In Anhang 1 finden sich zusätzliche Angaben für eine umfassendere Treibhausgas-Abgabe, welche neben CO<sub>2</sub> auch auf andere Treibhausgase erhoben würde.

#### 2.4.5 Innovationsanreize und Wirtschaftsstandort

##### *Innovations- und Diffusionswirkungen*

Die Innovationsanreize, die durch eine CO<sub>2</sub>-Abgabe ausgelöst werden, hängen von den in Abschnitt 2.2.3 diskutierten Bedingungen ab. Es existiert sehr wenig empirische Evidenz zu den Auswirkungen von CO<sub>2</sub>-Reduktionsmassnahmen auf die Innovationsaktivität.

Verschiedene Arbeiten zeigen, dass Energie- und CO<sub>2</sub>-Steuern

- tendenziell positive Innovationsanreize setzen, welche die Entwicklung von energieeffizienten Technologien antreiben. Die damit erzielten Kosteneinsparungen führen zu einem Wettbewerbsvorteil
- tendenziell die Diffusion von innovativen Lösungen fördern und damit wiederum die technische Entwicklung unterstützen

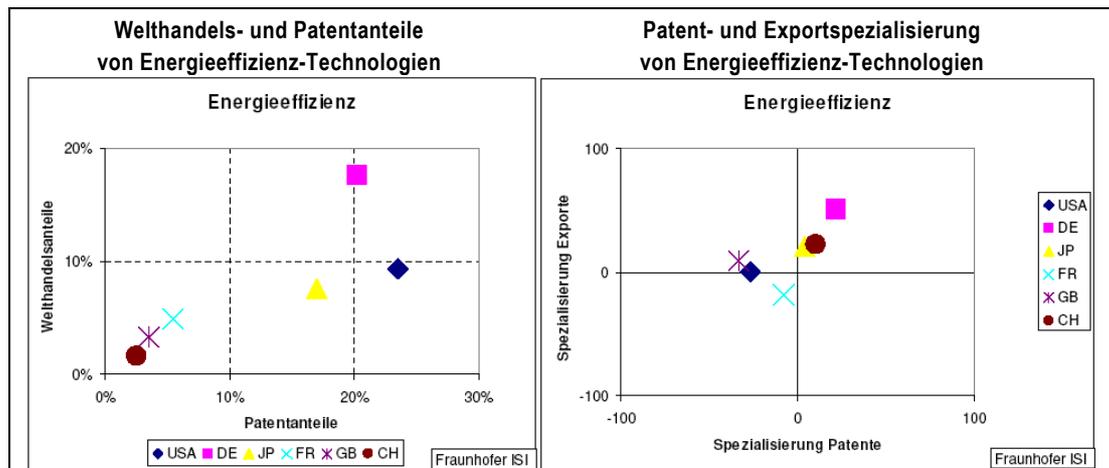
Die Innovationswirkung hängt dabei von einer minimalen Höhe der Steuer ab. Die statistische Signifikanz des Zusammenhangs zwischen der Steigerung der relativen Energiepreise und den ausgelösten energiesparenden Innovationen wie auch das Ausmass dieses Zusammenhangs fällt je nach Untersuchung unterschiedlich aus (Infras 2007b).

##### *Wettbewerbsfähigkeit und Wirtschaftsstandort*

Die Schweizer Wirtschaft wird stark vom Export getrieben. Um entsprechende Exportchancen aus der Innovationstätigkeit zu nutzen, stellt insbesondere die technologische Leistungsfähigkeit der Schweizer Energieeffizienz-Branchen eine wichtige Voraussetzung dar. Die Gegenüberstellung der Welthandelsanteile von Energieeffizienz-Technologien und Patentanteilen, sowie die Gegenüberstellung der Spezialisierung der Patente mit der Spezialisierung der Exporte zeichnet dabei eine überdurchschnittlich gute Ausgangslage der Schweiz (Figur 8):

- Rechts: Die Schweiz besitzt, bezogen auf ihren bescheidenen Welthandelsanteil, relativ viele Patente im Bereich Energieeffizienz. Patente gelten neben ihrer Bedeutung als Ergebnis des Forschungs- und Entwicklungsprozesses auch als Frühindikatoren für die zukünftige technische Entwicklung.
- Links: Die positiven Spezialisierungskennziffern zeigen an, dass die Schweizer Kompetenzen bei Energieeffizienztechnologien relativ zum Durchschnitt aller Güter und Technologien überdurchschnittlich gut sind (Infras 2007a).

### «Technologische Leistungsfähigkeit der Schweizer Energieeffizienz-Branchen»



Figur 8: Energieeffizienz-Technologien: Gegenüberstellung von Welthandelsanteilen und Patentanteilen sowie Gegenüberstellung Spezialisierung der Patente und Spezialisierung der Exporte (Quelle: Fh-ISI, 2006).

Bei weiterhin hohen bzw. steigenden Energiepreisen und entsprechender internationaler Energieeffizienz- und Klimapolitik könnten die Schweizer Exporte in diesem Markt stark ansteigen (Infras 2007a).

Es ist festzuhalten, dass veränderte relative inländische Preise durch eine CO<sub>2</sub>-Lenkungsabgabe lediglich ein einzelner Einflussfaktor für die technologische Leistungsfähigkeit der Schweizer Energieeffizienz-Branchen darstellen.

#### 2.4.6 Wohlfahrtseffekte, Wirtschaftswachstum, Beschäftigungsimpulse

##### *Wohlfahrtseffekte und Wirtschaftswachstum*

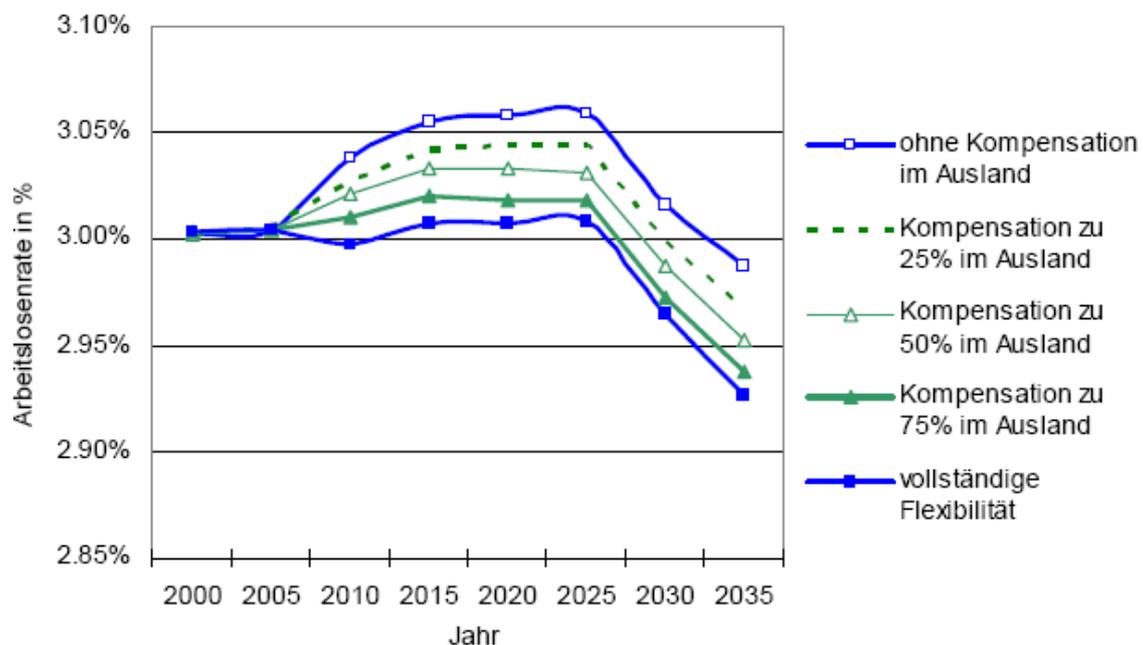
Die Energieperspektiven 2035 zeigen, dass die Wohlfahrtseffekte von klimapolitischen Massnahmen relativ gering sind. Der Vergleich von zwei Szenarien die grob dem hier diskutierten Referenzszenario und dem Szenario mit Lenkungsabgabe entsprechen, weist einen Wohlfahrtsverlust für das Jahr 2035 (basierend auf diskontierten Konsumeinkommen) von 0.08% (0.3 Mrd. CHF) aus. Unter Berücksichtigung der von EcoPlan berechneten Sekundärnutzen reduziert sich der Wohlfahrtsverlust auf 0.07%<sup>12</sup>. Die Wohlfahrtsverluste fallen umso geringer aus, je grösser die Anteile der CO<sub>2</sub>-Reduktion sind, die im Ausland kompensiert (Einkauf von ausländischen CO<sub>2</sub>-Zertifikaten) werden. Bei vollständiger Kompensation im Ausland beträgt der Wohlfahrtsverlust nur noch 0.01%. Der negative Effekt der Lenkungsabgabe auf das Bruttoinlandprodukt im Vergleich zum Referenzszenario fällt mit 0.07% ebenfalls sehr gering aus (EcoPlan 2007). Befürchtungen, dass eine Lenkungsabgabe zu substantiellen Wachstums- und Wohlfahrtsverlusten führen würden, werden somit durch die Simulationen der Energieperspektiven nicht unterstützt.

<sup>12</sup> Es handelt sich hier um abdiskontierte Werte, ein direkter Vergleich mit den in dieser Arbeit berechneten Sekundärnutzen ist deshalb nicht zulässig.

### Beschäftigung

Die Arbeitslosenraten steigen gemäss den Prognosen der Energieperspektiven aufgrund der Kosten der CO<sub>2</sub>-Minderung leicht an. Der Grund liegt in unvollständigen Anpassungen der Reallöhne and die geringfügigen Veränderungen der Wirtschaftsstruktur. Im Jahr 2020 beträgt der Anstieg der Arbeitslosenrate gegenüber dem Referenzszenario jedoch lediglich 0.025%. Figur 9 zeigt den unterschiedlichen Verlauf der Arbeitslosenrate in Abhängigkeit von der CO<sub>2</sub>-Kompensation im Ausland. Im Jahr 2020 liegt die Arbeitslosenrate bei vollständiger Inlandreduktion um 0.05% höher als bei vollständiger Kompensation im Ausland.

#### «Arbeitslosenrate für verschiedene Verhältnisse der CO<sub>2</sub>-Reduktion im Inland/Ausland»



Figur 9: Entwicklung der Arbeitslosenrate in % über den Zeitraum von 2000-2035 in Abhängigkeit vom Ausmass der CO<sub>2</sub>-Kompensation im Ausland. Die Unterschiede im Zeitablauf sind gering. (Quelle: Ecoplan 2007)

### Weitere Studien

Neben diesen Ergebnissen von Ecoplan für die Schweiz, kommen diverse internationale empirische Studien zum Schluss, dass aufkommensneutrale Energiesteuern und CO<sub>2</sub>-Abgaben einen sehr geringen Einfluss auf das Wirtschaftswachstum und die Beschäftigung ausüben. Tendenziell wird der Effekt jedoch als positiv gewertet. Auch die Wirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit einzelner Länder werden als neutral bis positiv identifiziert (Infras 2007b).

## 2.5 Lenkungsabgabe mit Teilzweckbindung: Monetäre Grössenordnung der Sekundärnutzen

### 2.5.1 Luftschadstoffreduktion

#### *Schätzungen basierend auf Energieperspektiven*

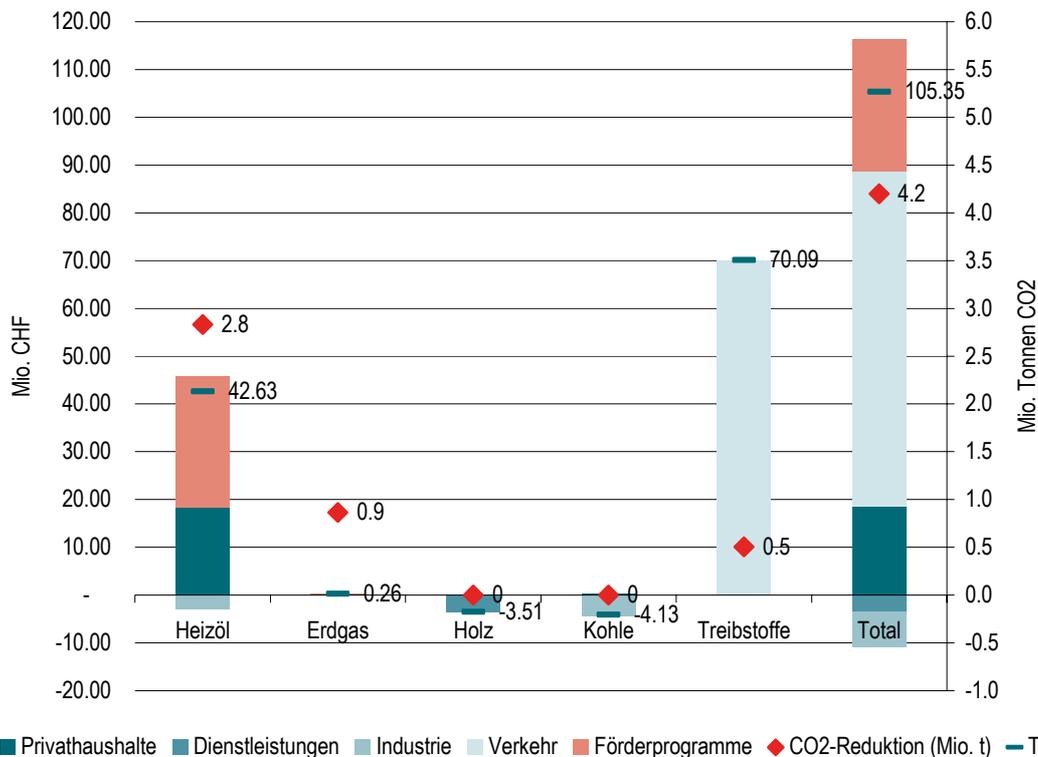
Zusätzliche Sekundärnutzen aus Luftschadstoffreduktionen sind vornehmlich aus der Förderung von Gebäudesanierungen und teilweise aus der Verwendung von erneuerbarer Energie für Raumwärme zu erwarten.

Für das Gebäudeprogramm der Stiftung Klimarappen sind keine Angaben zur Luftschadstoffreduktion erhältlich. Unter der Annahme, dass im Gebäudebereich die CO<sub>2</sub>-Reduktion vornehmlich über die Reduktion des Heizöl- und Erdgasverbrauches erwirkt wird, werden die im Abschnitt Lenkungsabgabe resultierenden Nutzensätze «CHF Sekundärnutzen pro eingesparter Mio. Tonne CO<sub>2</sub>» für die Energieträger Heizöl und Erdgas herangezogen: Unter Verwendung dieser Nutzensätze (Heizöl 15.6 Mio. CHF/Mio. t CO<sub>2</sub>; Erdgas 0.31 Mio. CHF/Mio. CO<sub>2</sub> <sup>13</sup>) ergibt sich für die 2.5 Mio. t CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktion pro Jahr ein Sekundärnutzen aus der Reduktion der Luftschadstoffemissionen (Gesundheit, Gebäude, Ernteauffälle, Waldschäden, Biodiversität) von 27.67 Mio. CHF/a. Die Lenkungswirkung von 1.7 Mio. t CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktion generiert 77.68 Mio. CHF/a. Der totale Sekundärnutzen aus Luftschadstoffemissionsreduktionen bei der Lenkungsabgabe mit Teilzweckbindung beträgt somit 105.35 Mio. CHF.

---

<sup>13</sup> Berechnung: Heizöl 24.1 Mio. CHF / Mio. 1.6 t = 15.6 Mio. CHF/ Mio. t CO<sub>2</sub>; Erdgas 0.09 Mio./ 0.3 Mio. t = 0.31 Mio. CHF / Mio. t CO<sub>2</sub>.

### «Lenkungsabgabe mit Teilzweckbindung: Sekundärnutzen aus Luftschadstoffreduktion für das Jahr 2020»



econcept

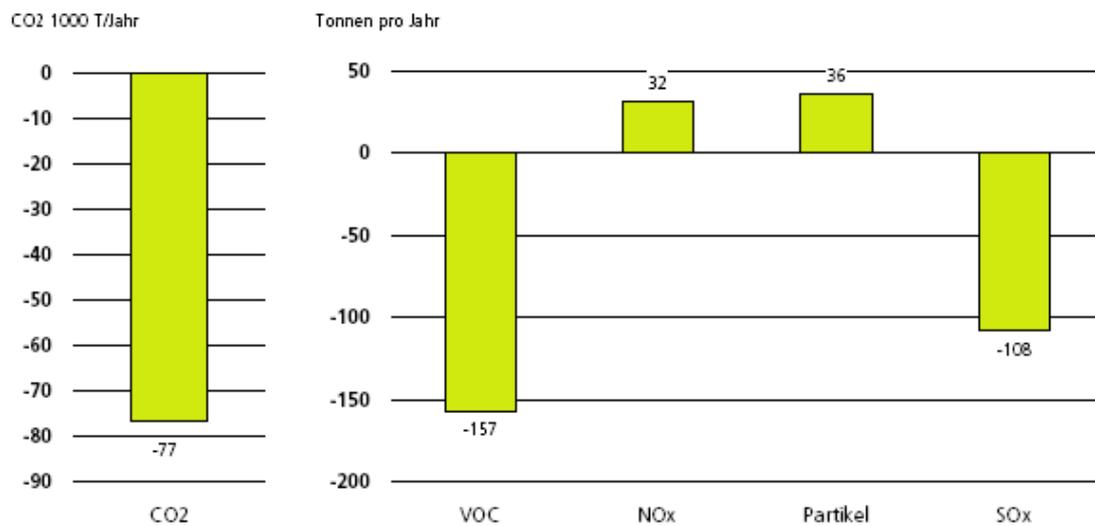
Figur 10: Sekundärnutzen der CO<sub>2</sub>-Lenkungsabgabe mit Teilzweckbindung durch Luftschadstoffreduktion: Reduzierte externe Kosten in den Bereichen Gesundheit, Gebäude, Ernteaussfälle, Waldschäden und Biodiversität im Jahr 2020. Hochrechnung für das Ziel 4.2 Mio. t CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktion gegenüber dem Referenzszenario.

Lesebeispiel: Mit der Reduktion von 2.8 t CO<sub>2</sub>-Emissionen im Bereich 'Heizöl' werden die externen Kosten durch Luftschadstoffe netto um 42.63 Mio. CHF (in "Jahr 2000" CHF) reduziert. Total generierte Sekundärnutzen: 105.35 Mio. CHF. (Quelle: Eigene Berechnung).

#### Schätzungen basierend auf den Wirkungsanalysen kantonalen Förderprogramme

Als Alternative zu den Energieperspektiven können für die Diskussion der Teilzweckbindung auch Analysen von bereits existierenden Förderprogrammen herangezogen werden. Im Jahr 2006 wurden vom Bund im Energiebereich direkte Fördermittel von 34.7 Mio. CHF als Globalbeiträge an die kantonalen Förderprogramme ausbezahlt. Die kantonalen Förderprogramme bewirkten im Jahr 2006 eine CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktion von 77'000 t. Diese relativ geringe Reduktionswirkung erklärt sich dadurch, dass diese Förderprogramme Massnahmen zur sparsamen und rationellen Energienutzung sowie zur Nutzung von erneuerbaren Energien und Abwärme und nicht explizit Massnahmen zur CO<sub>2</sub>-Senkung unterstützen. Da die grössten energetischen Wirkungen bei der Holzenergie erzielt werden, stellen Projekte in diesem Bereich einen Schwerpunkt der Förderprogramme dar. Holzanlagen weisen jedoch einen höheren Emissionsfaktor von NO<sub>x</sub> und PM<sub>10</sub> auf als herkömmliche Heizsysteme, was zu einer Erhöhung dieser Schadstoffemissionen führt. Dies wird in Figur 11 dargestellt.

### «Auswirkung der kantonalen Förderprogramme auf CO<sub>2</sub>-Emissionen sowie auf wichtige Schadstoffemissionen (inkl. vorgelagerte Prozesse) 2006»



Figur 11: CO<sub>2</sub>- und Schadstoffemissionsreduktion durch kantonale Förderprogramme im Energiebereich im Jahr 2006 (Quelle: Infras 2007b)

Für die kantonalen Förderprogramme lassen sich unter Verwendung derselben Kostenätze wie im Abschnitt «Lenkungsabgabe» (Kapitel 2.4.1) die Sekundärnutzen durch Luftschadstoffreduktion im Jahr 2006 berechnen (Tabelle 14). Durch die gestiegenen NO<sub>x</sub> und PM<sub>10</sub>-Emissionen ergibt sich insgesamt ein negativer Sekundärnutzen bzw. zusätzliche externe Kosten der emittierten Luftschadstoffe.

Luftschadstoff	Spez. Externe Grenzkosten (CHF/t)	Reduktion (t/a)	Sekundärnutzen 2006 (CHF)
Primäres PM <sub>10</sub>	127'000	-36	-4'572'000
SO <sub>2</sub>	34'000	108	3'672'000
NO <sub>x</sub>	34'714	-32	-1'110'834
VOC	2'400	157	376'800
<b>Total</b>			<b>-1'634'034</b>

Tabelle 14: Sekundärnutzen der kantonalen Förderprogramme 2006 in CHF. Die Emissionsreduktionen basieren auf den zusätzlichen energetischen Wirkungen im Jahr 2006. Dabei werden auch vorgelagerte Prozesse (z.B. Exploration, Förderung, Transport, Entsorgung) welche im In- und Ausland zur Bereitstellung eines Energieträgers anfallen, berücksichtigt: CO<sub>2</sub> und NO<sub>x</sub> rund 33%, SO<sub>x</sub> und VOC zwischen 70% und 90% (Quelle: eigene Berechnung).

#### 2.5.2 Minderung des Verkehrsaufkommens

Da bei einer Lenkungsabgabe mit Teilzweckbindung eine geringere Lenkungsabgabe notwendig ist, um das CO<sub>2</sub>-Reduktionsziel zu erreichen, wird hier ebenfalls von keiner Verminderung des Verkehrsaufkommens ausgegangen. Die Teilzweckbindung an sich beeinflusst die Höhe des Verkehrsaufkommens nicht.

### 2.5.3 Auswirkungen auf die verschiedenen Wirtschaftsbranchen

Gegenüber dem Szenario einer reinen Lenkungsabgabe ist bei einem Szenario mit Teilzweckbindung eine geringere Abgabehöhe notwendig, um die CO<sub>2</sub>-Emissionsziele zu erreichen. Davon profitieren die Nettozahler, das heisst die energie-intensiven Branchen des Industriesektors, welche keine Zielvereinbarung abgeschlossen haben. Gleichzeitig ist zu erwarten, dass die Dienstleistungsbranchen stärker von den Fördermassnahmen im Gebäudebereich profitieren werden.

### 2.5.4 Innovationsanreize und Wirtschaftsstandort

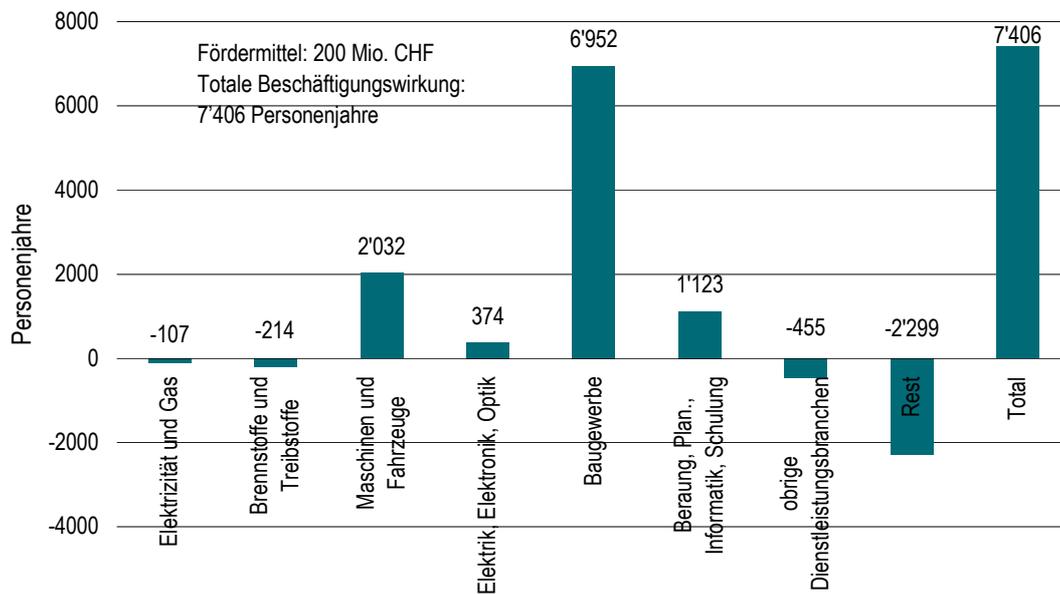
Das Szenario mit Teilzweckbindung sieht vor 100 Mio. CHF/a für die Technologieförderung im Inland zu verwenden. Für die theoretischen Faktoren zur Bestimmung der volkswirtschaftliche Nutzen der Technologieförderung sei hier auf die Abschnitte 2.2.5 und 2.4.5 verwiesen.

Empirische Untersuchungen zu Innovations- und Diffusionswirkungen von finanziellen Fördermassnahmen in der Schweiz zeigen, dass diese eine wichtige "Schmiermittel"-Funktion im Innovations-/Diffusionsprozess wahrnehmen. Die Unterstützung bereits existierender Technologien und Verfahren führte hauptsächlich zu einer schnelleren Verbreitung des neusten Stands der Energieeffizienztechnik. Durch das Programm Energie 2000 wurden auch Produkt-, Funktions- und Bedürfnisinnovationen gefördert, die neue Marktpotenziale eröffneten (Infras 2007b). Die Förderung der Technologiediffusion im Inland löst erfahrungsgemäss ein Mehrfaches an Folgeinvestitionen aus (Infras 2007a).

### 2.5.5 Beschäftigung und Wachstum

Die kantonalen Förderprogramme mit direkten Fördermitteln von 37.4 Mio. CHF erzeugten im Jahr 2006 einen Nettobeschäftigungseffekt in der Grössenordnung von rund 1'390 Personenjahren inklusive Multiplikatoreffekt (Infras 2007b). Figur 12 zeigt die Hochrechnung dieser Beschäftigungswirkung auf ein direktes Fördermittelvolumen von 200 Mio. CHF/a. Am meisten profitiert das Baugewerbe mit zusätzlichen 6'952 Personenjahren.

### «Beschäftigungswirkung von Förderprogrammen»



econcept

Figur 12: Hochrechnung der Beschäftigungswirkung kantonaler Förderprogramme auf ein Fördermittelvolumen von 200 Mio. CHF/a (direkte Fördermittel 2006: 37.4 Mio. CHF). Der Nettoeffekt auf die Beschäftigung (inklusive Multiplikatoreffekt) beträgt 7'406 Personenjahre (Quelle: Infras 2007b, eigene Hochrechnung)

Der Beschäftigungseffekt kommt vornehmlich durch die aufgrund der Fördermassnahmen zusätzlich ausgelösten Investitionen in Effizienzmassnahmen zustande. Im Jahr 2006 löste beispielsweise EnergieSchweiz durch direkte Fördermittel von 24 Mio. CHF zusätzliche Investitionen von 315 Mio. CHF aus (Infras 2007b).

#### 2.5.6 Überlegungen zur Effizienz und zu Mitnahmeeffekten

Bei den Förderprogrammen, die bei einer Lenkungsabgabe mit Teilzweckbindung und bei einer Finanzierungsabgabe implementiert würden, ist neben der direkten Klimawirkung und den Sekundärnutzen auch das Auftreten von Mitnahmeeffekten zu berücksichtigen. Darunter ist die Unterstützung von Massnahmen zu verstehen, die auch ohne oder mit geringeren finanziellen Anreizen durchgeführt worden wären.

Daneben sind auch allgemeine Effizienzüberlegungen anzustellen. Bei den Fördermassnahmen obliegt die Wahl der geförderten Massnahmen der Behörde, die die Fördermittel verteilt. Aufgrund von Informationsdefiziten ist davon auszugehen, dass in der Praxis auch Projekte mit schlechten Kosten-Nutzen-Verhältnissen unterstützt werden. Bei der Lenkungsabgabe basiert die CO<sub>2</sub>-Reduktion jedoch auf Marktentscheiden. Fördermassnahmen sind deshalb der Lenkungsabgabe in Bezug auf Effizienzaspekte unterlegen. Subventionsmassnahmen sind vor allem dann gerechtfertigt, wenn substantielle Marktvollkommenheiten vorliegen (hohe Informations- und Transaktionskosten, nicht volle Wirksamkeit des Preismechanismus, beispielsweise wegen dem Investor/Nutzerdilemma

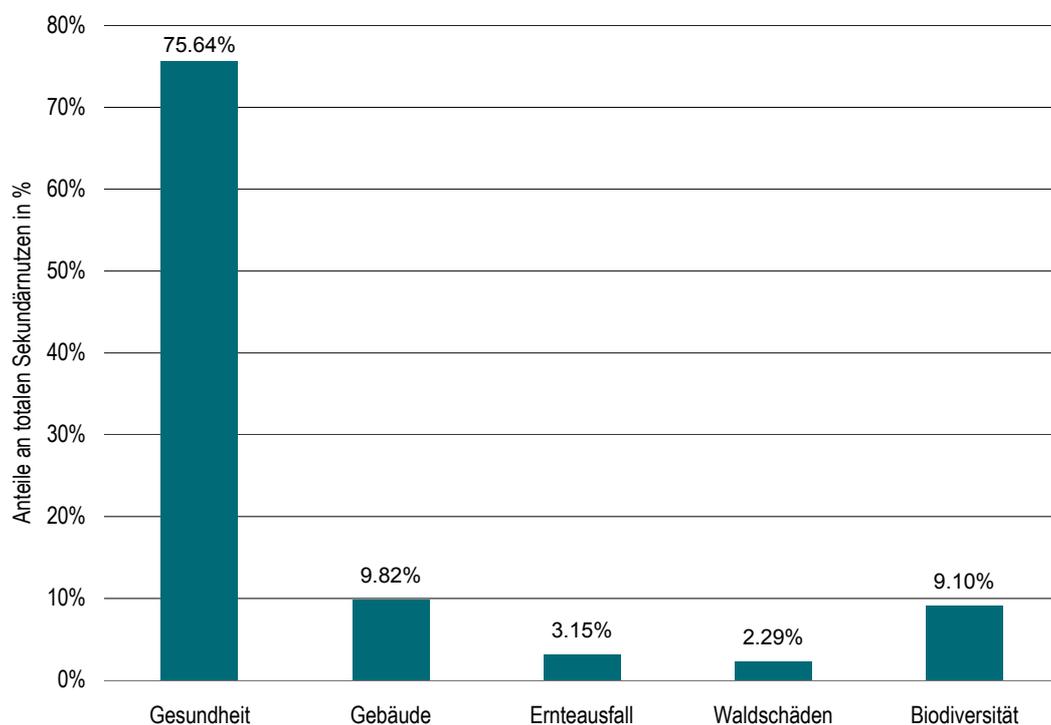
oder bei Externalitäten). Die oben aufgezeigten Externalitäten sowie die Tatsache, dass es beim Energieverbrauch Einsparungsmöglichkeiten gibt, die nicht realisiert werden, obwohl diese betriebswirtschaftlich rentabel wären, weist auf das Vorliegen von solchen Marktunvollkommenheiten hin.

## 2.6 Zusammenfassung, Ergebnisse

### *Luftschadstoffreduktion*

Die grösste und eindeutigste Quelle für Sekundärnutzen aufgrund von CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktionen stellen die gleichzeitig reduzierten Luftschadstoffe dar. Die gesamten berechneten Sekundärnutzen teilen sich auf in die Reduktion der externen Kosten in den Bereichen Gesundheit, Gebäude, Ernteaussfälle, Waldschäden und Biodiversität (Figur 13). Mehr als drei Viertel der externen Kosten werden im Gesundheitsbereich eingespart. Die Bedeutung dieses Bereiches wird auch in der Literatur stets unterstrichen. Die Einsparungen im Gebäudebereich und die Schadensreduktion bei der Biodiversität generieren je weitere knapp 10% der Sekundärnutzen.

#### «Anteile der Sekundärnutzen aufgrund von Luftschadstoffemissionsreduktion»

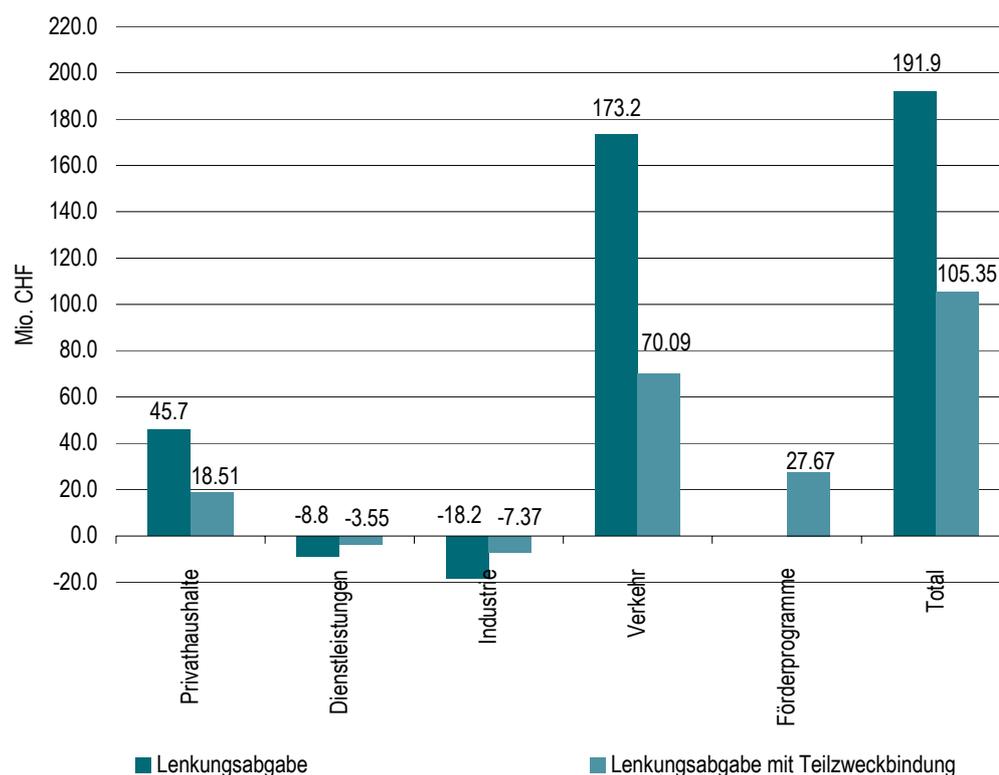


Figur 13: Verteilung der reduzierten externen Kosten aufgrund der Luftschadstoffemissionsreduktion (Quelle: eigene Berechnungen)

Die CO<sub>2</sub>-Reduktion durch Treibstoffe im Verkehr verursacht relativ die höchsten Sekundärnutzen pro vermiedener Tonne CO<sub>2</sub>-Emissionen. Über die Jahre 2015 bis 2035 liegen die Sekundärnutzen durch CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktionen infolge von Heizöl-Einsparungen in einer Bandbreite von 13 bis 35 CHF/ t CO<sub>2</sub>, wobei insbesondere in der Industrie die grösseren Potenziale liegen. Für Erdgas fallen die Sekundärnutzen je nach Verbraucher und Jahr (aufgrund teilweise sehr geringer Veränderungen) sehr unterschiedlich aus mit einer Bandbreite von 0.2 bis über 10 CHF/ t CO<sub>2</sub>. Für den Verkehr liegen die Werte jedoch zwischen 90 und 115 CHF / t CO<sub>2</sub>.

Die Fördermittel aus der Zweckbindung sehen keine Massnahmen zur CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktion beim Verkehr vor. Durch eine reine Lenkungsabgabe werden deshalb voraussichtlich mehr Luftschadstoffe reduziert und damit mehr Sekundärnutzen generiert (Figur 14). Die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrs sind nur sehr bedingt durch Fördermassnahmen zu beeinflussen. Hier kommen als Alternative zur Lenkungsabgabe eher regulatorische Massnahmen im Fahrzeugbereich in Frage.

#### «Sekundärnutzen aufgrund von Luftschadstoffemissionsreduktion bei einer Lenkungsabgabe und bei einer Lenkungsabgabe mit Teilzweckbindung»



econcept

Figur 14: Vergleich der generierten Sekundärnutzen aufgrund von Luftschadstoffemissionsreduktionen Mio. CHF im Jahr 2020 (Quelle: eigene Berechnungen)

#### Weitere Ergebnisse

- Die durch die Lenkungsabgabe erreichte geringfügige Reduktion der Importanteile von fossilen Brenn- und Treibstoffen vermag die Auslandabhängigkeit der Schweiz

- nicht massgeblich abzuschwächen. Damit bleibt die Exposition zu den schwankenden Weltmarktpreisen der fossilen Energieträger praktisch unverändert.
- Die Nettoeffekte auf die verschiedenen Wirtschaftsbranchen zeigen eine klare Belastung der Industrie und eine Entlastung des Dienstleistungssektors. Die Höhe der Umverteilung hängt zum einen von der vom Ölpreis abhängigen Höhe der Abgabe ab. Zum anderen wird sie von der Anzahl Unternehmen beeinflusst, die sich durch eine Zielvereinbarung von der Abgabe befreien lassen. Die erwartete durchschnittliche Belastung liegt für die Industriebranchen bei 0.2 - 0.5% der Bruttowertschöpfung und die Entlastung bei den Dienstleistungsbranchen bei 0.1% - 0.2%. Die Werte liegen im Prozentbereich der jeweilig üblichen Renditen der betroffenen Branchen. Bezogen auf den Strukturwandel sind sie nicht als bedeutsam einzustufen und es sind auch in der kurzen Frist keine nachteiligen Effekte auf die internationale Wettbewerbsfähigkeit zu erwarten.
  - Für beide Massnahmenvarianten werden neutrale bis leicht positive Effekte auf die Innovationstätigkeit erwartet. Für das Anstossen der Innovationstätigkeit ist eine Mindesthöhe der Abgabe notwendig.
  - Die Auswirkungen der Abgaben auf die Beschäftigung fallen sehr gering aus. Für die Lenkungsabgabe wird von einer geringfügig höheren Arbeitslosenrate ausgegangen als im Referenzszenario. Die Erfahrungen mit bereits existierenden Fördermassnahmen zeigen einen positiven, allerdings ebenfalls geringen Effekt auf die Beschäftigung. Bei beiden Abgabevarianten profitieren insbesondere die Baubranchen.
  - Die Effekte auf Wohlfahrt und Wachstum sind sehr gering. Die Prognosen bezüglich des Effekts einer Lenkungsabgabe auf das Bruttoinlandprodukt rangieren im Bereich zwischen -0.07% und "leicht positiv". Die Effekte der Fördermassnahmen resultieren grösstenteils aus den zusätzlich ausgelösten Investitionen und werden ebenfalls als geringfügig positiv eingeschätzt.

### 3 Sekundäre Nutzen ausländischer Emissionsreduktionsmassnahmen

Im vorliegenden Kapitel werden die sekundären Nutzen von ausländischen Emissionsreduktionsmassnahmen diskutiert. Unter den ausländischen Emissionsreduktionsmassnahmen werden die flexiblen Mechanismen des Kyoto Protokolls zusammengefasst:

- Emissionshandel  
Handel von Emissionsgutschriften zwischen Annex I Ländern des Kyoto Protokolls.
- Joint Implementation (JI)  
Finanzierung von Klimaschutzprojekten durch Annex I Länder in anderen Annex I Ländern im Gegenzug für Emissionskredite.
- Clean Development Mechanism (CDM)  
Finanzierung von Klimaschutzprojekten durch Annex I Länder in Entwicklungsländern im Gegenzug für Emissionskredite. Förderung „nachhaltiger Entwicklung“ vorgeschrieben.

Der Emissionshandel nach dem Kyoto Protokoll findet zur Zeit nur innerhalb der Europäischen Union statt. Die Schweiz ist noch nicht daran beteiligt. Dieser Mechanismus wird deshalb in den nachfolgenden Betrachtungen weggelassen. Die Bedeutung von Joint Implementation Projekten ist zur Zeit sehr klein. Viele der potenziell interessanten JI-Länder von Osteuropa sind heute Teil des europäischen Handelssystems und beteiligen sich deshalb kaum an JI-Projekten. JI wird deshalb in den nachfolgenden Betrachtungen ebenfalls weggelassen.

In den folgenden Kapiteln liegt der Fokus für ausländische Emissionsreduktionsmassnahmen auf den CDM Projekten.

#### 3.1 Nutzen der Schweiz beim Transfer von Schweizer Technologie

In diesem Kapitel steht die Frage im Zentrum, ob im Rahmen von CDM-Projekten ein Transfer von Schweizer Technologie stattfindet und ob die Schweizer Wirtschaft davon profitiert. Dabei wird von der Hypothese ausgegangen, dass der Zertifikathandel die Technologiediffusion in weniger entwickelte Länder beschleunigt und damit die Chance zur Erweiterung der Absatzmärkte für die entsprechenden Produkte bietet. Es sind zwei Szenarien möglich:

- (1) Im Schweizer Technologieangebot befinden sich Produkte, die von CDM Projekten in Entwicklungsländern nachgefragt werden und die konkurrenzfähig sind.
- (2) Die Schweiz selbst stösst CDM-Projekte an, in welchen Schweizer Technologie eingesetzt wird, u.U. aufgrund einer Vorgabe, Schweizer Technologie zu nutzen.

### 3.1.1 Schweizer Technologien im Rahmen von CDM-Projekten

Im Juni 2008 waren weltweit 1'080 CDM-Projekte registriert und 1'324 Projekte ersuchten um Registrierung (CD4CDM 2008). Die meisten Projekte stammen aus den Bereichen Biomasse-Energie, Landwirtschaft, Windenergie, Wasserkraft und Deponiegas. Bei 2'449 Projekten standen die Zertifikat-Käufer bereits fest, bei 160 Projekten kommen sie aus der Schweiz (CD4CDM 2008)<sup>14</sup>.

In eine Studie von Stephen Seres (2007) im Auftrag der UNFCCC wurden 2'293 Projekte in der CDM Pipeline analysiert, 750 davon waren bereits registriert. Der Fokus der Studie lag auf dem Technologietransfer-Anteil, der in den Unterlagen der CDM-Projekte geltend gemacht wurde. Dabei wurden die 'Project Design Documents' (PDD) nach Technologietransfer-Stichworten analysiert. Aufgrund dieser Stichwortanalyse wurden die Projekte in drei Gruppen eingeteilt: Technologietransfer im Bereich von (1) Anlagen, die ins Gastland importiert wurden, (2) Wissen, welches in Form von Ausbildungen und/oder Verpflichtung von ExpertInnen vermittelt wurde sowie (3) Anlagen und Wissen. Innerhalb der von Seres untersuchten Projekte hat die Schweiz durch Technologietransfer zur Reduktion folgender Kilo-Tonnen CO<sub>2</sub> beigetragen:

- 40 ktCO<sub>2</sub>/Jahr im Bereich Energieeffizienz Industrie (wobei 13 ktCO<sub>2</sub>/Jahr durch Anlagen und 27 ktCO<sub>2</sub>/Jahr durch Anlagen und Wissen)
- 231 ktCO<sub>2</sub>/Jahr im Bereich Deponiegas (Anlagen und Wissen)
- 864 ktCO<sub>2</sub>/Jahr im Bereich Biomassen-Energie (nur Wissen)
- 66 ktCO<sub>2</sub>/Jahr im Bereich Zementherstellung (nur Wissen)
- 220 ktCO<sub>2</sub>/Jahr im Bereich flüchtige Gase (nur Wissen)

Diese Übersicht zeigt, dass der Fokus des Schweizer Technologietransfer stark im Bereich Wissenstransfer und weniger im Bereich Anlagetransfer liegt. Bei den von Seres (2007) untersuchten Projekten weisen 39% Technologietransfer aus und stellen damit 64% der CER zur Verfügung. Der Anteil des schweizerischen Technologietransfers an diesem Total ist weniger als 1%. Interessant ist jedoch, dass die Schweiz bei über der Hälfte der Projekte, bei der sie beteiligt ist, gleichzeitig Technologie-Lieferant und Zertifikat-Käufer ist, was einer hohen Korrelation entspricht.

Eine Erklärung für den geringen Anlagetransfer könnte sein, dass – gemäss befragten Experten – zur Zeit in der grossen Mehrheit der Projekte vorwiegend einfache, lokale Technologien eingesetzt werden, die rasch (noch bis 2012) CO<sub>2</sub>-Reduktionen einbringen. Gegen High Tech-Projekte sprechen somit die längeren Amortisationsfristen (der Zeitraum bis 2012 ist kurz und das post-2012-Regime steht noch nicht fest) sowie die Tendenz zu kostengünstigeren «low hanging fruits»-Projekten. Da Schweizer Technologien

---

<sup>14</sup> MyClimate (2 Projekte), Aare-Tessin (1), Vitrol (29), Swiss Re (2), Precious Woods Holding (1), Cantor Fitzgerald Europe (12), Credit Suisse (9), Holcim (5), Atmoguard (4), Climate Cent Foundation (10), Ecoinvest Carbon (12), First Climate (13), Perspectives (1), South Pole Carbon Asset Management (15), Cargill International (65).

eher dem «High Tech» Bereich zugeordnet werden, wird ihr Einsatz innerhalb des CDM durch diese aktuelle Entwicklung nicht begünstigt.

Konkretes Beispiel eines CDM-Projekts mit Schweizer Technologie ist das Holzschnitzelkraftwerk von 9 MW Leistung im Sägewerk in Itacoatiara, Brasilien. Es ersetzt mehrere Dieselgeneratoren und sichert die Stromversorgung der rund 70'000 Einwohner der Stadt. Die Stiftung Klimarappen erwirbt 18% aller durch das Projekt erzeugten CER in der Verpflichtungsperiode 2008-2012 (rund 141'000 CER).

Ein weiteres Beispiel mit Schweizer Technologietransfer sind mehrere neue Biomasse-Vergasungsanlagen zur Elektrizitätserzeugung, mit einer Leistung von je 50 bis 100 kW. Diese Anlagen wurden in Zusammenarbeit zwischen einem indischen Unternehmen, der ETH Zürich und myclimate realisiert. Lokale Bauern stellen dazu Abfälle aus der Landwirtschaft und kontrolliertem Biomasseanbau bereit, welche zur Stromproduktion genutzt werden. Somit wird der Bezug von vorwiegend aus Dieselgeneratoren generiertem Strom überflüssig. Mit diesem Projekt können während 10 Jahren die CO<sub>2</sub>-Emissionen um 12'000 Tonnen pro 100 kW Kraftwerk reduziert werden.

#### *Erfahrungen mit dem schweizerischen Osteuropakredit in den achtziger Jahren*

Die Erfahrungen der gebundenen Finanzhilfe des SECO in Osteuropa zeigten, dass im Bereich der gebundenen Hilfe infolge des wirtschaftlichen Strukturwandels adäquate Technologieangebote aus der Schweiz nur in bestimmten Bereichen zu finden sind (insbesondere Strom- bzw. Energieversorgung). Die Schweiz liefert eher technologisch anspruchsvolle Komponenten, bei denen sie konkurrenzfähig ist (bei Low Tech - Produkten ist sie in der Regel nicht konkurrenzfähig, da zu teuer). Allerdings gelingt es gemäss SECO zurzeit einigen wenigen Unternehmungen, im Wasserkraft- und Energiebereich, ihre spezialisierten Komponenten mit im Ausland eingekauften, kostengünstigen Komponenten zu einem wettbewerbsfähigen Gesamtangebot zu kombinieren.

#### 3.1.2 Anstoss von CDM-Projekten mit Schweizer Technologie durch die Schweiz

Verschiedene Experteninterviews haben gezeigt, dass die Schweiz bisher wenige Projekte aktiv angestossen hat:

- Die Stiftung Klimarappen hat den Auftrag, im Ausland für den Zeitraum 2008 bis 2012 projektbasierte Kyoto-Zertifikate im Umfang von maximal 8 Mio. Tonnen zu erwerben und dem Bund zur Zielerfüllung abzugeben. Rund 2.5 Mio. Tonnen CER werden von der Stiftung über eigene Projekte erworben. Von diesen 12 Projekten wird nur in einem Projekt Schweizer Technologie eingesetzt (Holzschnitzelkraftwerk in der Sägerei Itacoatiara, Brasilien).
- Private Firmen, die CDM-Projekte entwickeln oder mit ihnen handeln, tun dies nicht direkt im Auftrag des Staates und sind bei der Auswahl der Projekte frei bzw. haben auf die Technologieauswahl wenig Einfluss. Es gibt jedoch Firmen, die sich darauf spezialisiert haben, CDM-Projekte mit Schweizer Technologie zu entwickeln bzw. zu fördern (z.B. Concepts for Carbon).

Gemäss Experteninterviews ist es so, dass die CDM-Projekte grösstenteils direkt in den Nicht-Annex I Ländern entwickelt werden. Die Projektverantwortlichen suchen sich entweder mit der Idee oder dem bereits umgesetzten Projekt einen CDM-Partner in einem Annex I Land. Somit ist der Einfluss der Schweiz auf die Technologieauswahl begrenzt.

Sollte in der Zeit nach 2012 die Zahl der zu erwerbenden CER deutlich erhöht werden (z.B. Variante «klimaneutrale Schweiz»), stellt sich die Frage, ob in Zukunft genügend CER angeboten und auf dem CER-Markt erworben werden können oder ob die Schweiz selbst aktiv werden muss und in Nicht-Annex I Ländern CDM-Projekte anstossen muss:

- Globales CER-Angebot reicht zur Deckung der schweizerischen Nachfrage aus:  
Da die schweizerische CER-Nachfrage auch bei der Deckung eines relevanten Anteils der Reduktionsverpflichtungen der Schweiz global gesehen relativ begrenzt ist, kann in Zukunft damit gerechnet werden, dass die schweizerische CER-Nachfrage im globalen CER-Markt gedeckt werden kann. Auch längerfristig gilt diese Annahme, obwohl laut neusten Meldungen die erwartete Zertifikatmenge bis 2012 nach unten korrigiert werden musste, da es bei der Auditierung Verspätungen gibt, was für den Zeitraum bis 2012 zu einer kleineren Menge CER führt.
- Konkurrenzfähigkeit von schweizerischer Technologie in Zukunft steigend:  
Es ist davon auszugehen, dass nur schweizerische Anbieter von den CDM-Projekten profitieren können, die global konkurrenzfähige Technologie und damit verbundenen Dienstleistungen anbieten, welche ein für die lokalen CDM-Projekte passendes Angebot darstellen. Aufgrund der bisherigen Erfahrungen mit CDM-Projekten werden vielfach einfache Basistechnologien eingesetzt, die oft lokal hergestellt werden und für die die Schweizer Anbieter nicht in Frage kommen (kein adäquates Angebot bzw. nicht konkurrenzfähig). Solange noch einfache CDM-Projekte mit hoher Wirkung möglich sind (low hanging fruits), ist daher nur mit begrenzten Chancen für die typischen Schweizer Anbieter von Nischenprodukten bzw. von technologisch hoch entwickelten Produkten und Dienstleistungen zu rechnen (v.a. bei der Stromproduktion und -verteilung, im übrigen Energieinfrastrukturbereich und bei ausgewählten Technologiekomponenten). Längerfristig kann jedoch davon ausgegangen werden, dass der Anteil von hochtechnologischen CDM-Projekten bzw. von CDM-Projekten mit hochtechnologischen Komponenten zunimmt und damit die Chancen für die in diesen Märkten eher aktiven Schweizer Anbieter.
- Anstossen von CDM-Projekte in Nicht-Annex I Ländern bietet Chancen für Schweiz:  
  
Falls zukünftig vermehrt in Nicht-Annex I Ländern CDM-Projektpartner gesucht und mit diesen CDM-Projekte initiiert werden, besteht die Möglichkeit, dass die Schweiz einen gewissen Einfluss auf die Auswahl der verwendeten Technologien und Dienstleistungen nehmen kann (wie beispielsweise bei der gebundenen Finanzhilfe für Osteuropa). In diesem Fall kann der Anteil von eingesetzter Schweizer Techno-

logie erhöht werden (was gemäss Seres (2007) bereits passiert). Falls dabei das Schweizer Angebot nicht ohnehin das global konkurrenzfähigste ist, ist diese Lieferantenbindung mit einer Verteuerung der Projekte bzw. der CER verbunden und ergibt eine indirekte Subvention der (nicht kostengünstigsten Schweizer) Lieferanten durch die CER-Käufer. Für die Schweizer Lieferanten ergeben sich dadurch jedoch neue Absatzchancen, Möglichkeiten zum Technologietransfer und zur Erschließung neuer Absatzmärkte sowie dadurch induzierte Innovations- und Wachstumsimpulse (primär infolge von absatzbedingten Skalen- und Lerneffekten; Jänicke, Jakob 2005, DIW, Fh-ISI, Roland Berger 2006; Jochem 2005, Infrac 2007a).

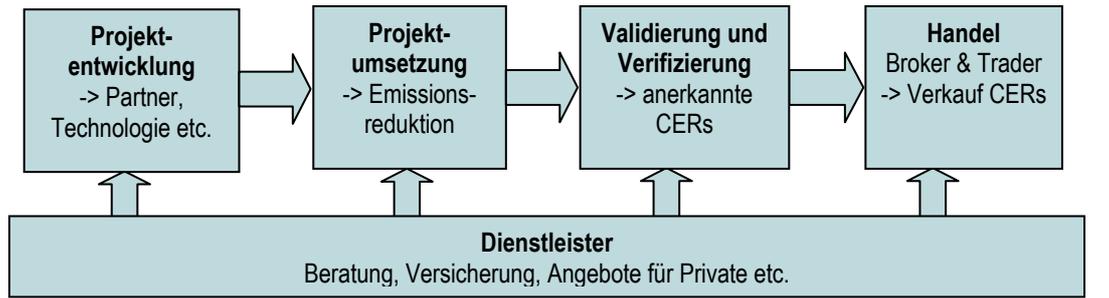
Aus diesen Überlegungen können für die Sekundärnutzen Wachstum, Innovation und Beschäftigung bei Schweizer Technologieanbietern folgende Schlüsse gezogen werden:

Eine Beteiligung der Schweiz am CDM erhöht die globale Nachfrage nach CDM-Projekten. Davon profitieren diejenigen Schweizer Unternehmungen, die konkurrenzfähige Angebote für gefragte Technologien, Technologiekomponenten oder Dienstleistungen aufweisen, bzw. die ein Angebot mit eigenen Komponenten und kostengünstigen ausländischen/lokalen Komponenten zusammenstellen. Da im CDM die eingesetzten Technologien vorerst meist noch relativ einfach sind (Basistechnologien), ist der Anteil konkurrenzfähiger Schweizer Angebote begrenzt (v.a. Dienstleistungen, Wissen und einzelne Komponenten). Eine Lieferantenbindung bei einer aktiven Entwicklung von CDM-Projekten durch die Schweiz könnte diesen Anteil in einem gewissen Rahmen erhöhen, allerdings in der Regel nur zulasten eines höheren CER-Preises für die Schweiz. Da die CDM-Projekte additional sind, wird eine zusätzliche Nachfrage in den jeweiligen Ländern generiert, welche selbst dann, wenn häufig noch Basistechnologien eingesetzt werden, zu einer beschleunigten Technologiediffusion in die jeweiligen Länder führt. Selbst wenn die Schweiz nur Komponenten oder Wissen liefert, werden dadurch sowie durch allfällige Dienstleistungen neue Märkte erschliessbar, die in Zukunft den Marktzugang und den Transfer von Schweizer Technologie erleichtern (vor allem dann, wenn, wie zu erwarten ist, in Zukunft der Anteil von HighTech-CDM steigt und damit die Chancen für Schweizer HighTech-Anbieter).

Werden CDM-Projekte in Entwicklungsländern bezüglich der Innovationsimpulse, die sie vermitteln mit schweizerischen CO<sub>2</sub>-Reduktionsprojekten verglichen, sind von CDM-Projekten geringere Innovationsimpulse zu erwarten als von den (teureren) inländischen Projekten (weil CO<sub>2</sub>-Emissionsminderungen in der Schweiz ganz anderes, höheres Technologieniveau erfordern als Reduktionen in Nicht-Annex I Ländern).

### 3.1.3 Weitere Nutzen für die Schweizer Wirtschaft (unabhängig von den inländischen Massnahmen)

Folgende Grafik zeigt die Wertschöpfungskette im CDM Bereich:



econcept

Figur 15: Wertschöpfungskette im CDM Bereich.

Die Wertschöpfungskette zeigt, dass die Schweizer Wirtschaft nicht nur im Technologiebereich von CDM profitieren kann, sondern auch bei der Validierung, Verifizierung und dem Handel von CER sowie im Bereich der diversen flankierenden Dienstleistungen.

#### *Validierung und Verifizierung*

Die beiden Prüfstellen für Validierung und Verifizierung, SGS in Genf und SQS in Zollikofen, prüfen, ob die Emissionsreduktionen den CDM-Vorgaben entsprechen.

#### *Handel*

- Banken und Versicherungen, die mit Zertifikaten handeln und für ihre Kunden Fondsanlagen tätigen (z.B. Swiss Re).
- Broker vermitteln als neutrale Partner zwischen Projekten und CER-Käufern (z.B. Southpole)
- Händler verkaufen bereits erworbene Zertifikate an Interessierte weiter (z.B. Vitol SA)

#### *Weitere Dienstleister*

- Versicherungen, die im Fall eines Zertifikate-Lieferausfalls Ersatz von Zertifikaten zusichern (z.B. Carbon Re)
- Organisationen, die Emissionsreduktionen für Privatpersonen, Firmen, Organisationen anbieten (z.B. myClimate)
- Berater für im Klimabereich tätige Akteure (z.B. econcept, Infracore, EBP, etc.)
- Organisationen, welche die Projekte nach Nachhaltigkeitskriterien prüfen (z.B. Gold Standard).

Die Experteninterviews haben ergeben, dass die Schweiz in den drei oben aufgeführten Bereichen private Prüfstellen, Handel und weitere CDM-Dienstleistungen überproportional vertreten ist. Weltweites Hauptzentrum des Zertifikate-Handels ist London. Innerhalb

von Kontinentaleuropa hat sich Zürich als Handelsplatz an der Spitze etabliert (unabhängig vom National Registry in der Schweiz). Auch durch die weiteren, oben genannten Dienstleistungen ergeben sich diverse Nutzen für die Schweizer Wirtschaft. Die befragten Experten schätzen im Bereich Broker und Trader (Carbon-Firmen) rund 100 Arbeitsplätze in der Schweiz. Der Handel der Schweizer Banken und Versicherungen werde hingegen hauptsächlich im Ausland abgewickelt.

Der oben beschriebene Nutzen für die Schweizer Wirtschaft besteht und entwickelte sich bisher zum Teil unabhängig von der Schweizer Politik. Für die zukünftige Entwicklung des CDM-Marktes (vgl. Wertschöpfungskette) ist es von Bedeutung über das Post-2012-Regime möglichst bald Klarheit zu haben. Hier kann die Schweiz ihren Einfluss auf dem internationalen Parkett geltend machen.

#### 3.1.4 Nutzen beim Bund (unabhängig von den inländischen Massnahmen)

Das Kyoto Protokoll verlangt die Errichtung eines nationalen Registers als Voraussetzung für die Teilnahme der Schweiz an den flexiblen Mechanismen. Jedes Annex I Land muss also ein sogenanntes «National Registry» errichten. Für den internationalen Handel gibt es derzeit erst vier Länder, deren National Registry schon so weit ist, dass international registriert werden kann: Dies sind Neuseeland, Japan, Russland und die Schweiz. Die EU plant Ende 2008 soweit zu sein.

Zurzeit läuft jede Transaktion von Zertifikaten, auch diejenige von Ländern ohne National Registry, über ein Konto bei einem der vier registrierten Länder. Die Transaktionen der EU laufen derzeit über die Schweiz. Beim BAFU sind 1.5 bis 2.5 Personen mit dem Verbuchen der schweizerischen und europäischen Transaktionen beschäftigt. Der wirtschaftliche Nutzen für die Schweiz ist vorhanden, aber gering. Mit der Einrichtung des EU-Registers wird er in Zukunft tendenziell zurückgehen.

#### 3.1.5 Fazit

Der Anteil Schweizer Technologielieferungen an den CER mit Technologietransfer ist bisher kleiner als 1%.<sup>15</sup> Zudem liegt der Fokus des Schweizer Technologietransfers stark im Bereich des Wissenstransfer und weniger im Bereich des Anlagetransfers. Gesamthaft kann daraus geschlossen werden, dass der Nutzen der Schweiz im Bereich des Technologietransfers bisher als gering einzuschätzen ist.

Im Weiteren zeigt sich, dass die Schweiz bei über der Hälfte der CDM-Projekte, bei welchen sie beteiligt ist, gleichzeitig Technologie-Lieferantin und Zertifikat-Käuferin ist. Dies weist darauf hin, dass der Technologietransfer mindestens teilweise beeinflusst werden kann.

---

<sup>15</sup> In Kapitel 3.1.1 wurde dieser geringe Anteil wie folgt begründet: Zur Zeit werden in grossmehrheitlich einfache, lokale Technologien eingesetzt, die rasch (noch vor 2012) CO<sub>2</sub>-Reduktionen einbringen. HighTech-Projekte mit längeren Amortisationsfristen sind aufgrund dieser Rahmenbedingungen zur Zeit weniger attraktiv, da der Zeitraum bis 2012 kurz ist und das post-2012-Regime noch nicht feststeht.

Gemäss Experteninterviews stiess die Schweiz bisher wenige CDM-Projekte aktiv an. Zudem entwickeln die Non-Annex I Länder ihre CDM-Projekte grösstenteils selbst, so dass der Einfluss der Schweiz auf die Technologieauswahl begrenzt ist.

Bei einem allfälligen Ausbau der zu erwerbenden CER in der Zeit nach 2012 (z.B. Variante «klimaneutrale Schweiz») stellt sich die Frage, ob die Schweiz in Zukunft selber aktiv werden muss. Da die schweizerische CER-Nachfrage auch bei einer starken Zunahme global gesehen relativ begrenzt ist, wird davon ausgegangen, dass sie auch zukünftig gedeckt werden kann.

Betreffend Technologietransfer gehen wir in Zukunft von einer Zunahme hochtechnologischer CDM-Projekte aus. Diese Entwicklung bietet zunehmend Möglichkeiten und Chancen für die Schweizer Technologie-Anbieter. Insbesondere bei von der Schweiz selbst angestossenen CDM-Projekten besteht die Möglichkeit, Einfluss auf die Auswahl der verwendeten Technologien und Dienstleistungen zu nehmen. Solche Aktivitäten können neue Absatzmärkte eröffnen, selbst wenn vorerst hauptsächlich ein Wissenstransfer stattfindet.

Bezüglich der Innovationsimpulse gehen von CDM-Projekten im Vergleich mit schweizerischen CO<sub>2</sub>-Reduktionsprojekten geringere Innovationsimpulse aus, da das Technologieniveau bei CO<sub>2</sub>-Reduktionsmassnahmen im Inland in der Regel deutlich höher ist, was aber auch zu teureren CO<sub>2</sub>-Reduktionen im Inland führt.

Schliesslich zeigt die vorliegende Studie, dass die Schweiz – neben dem Technologietransfer - in den Bereichen Validierung, Verifizierung, Handel und weitere CDM-Dienstleistungen überproportional vertreten ist und Zürich sich innerhalb von Kontinentaleuropa sogar als Handelsplatz an der Spitze etabliert hat (geschätzter Beschäftigungseffekt: rund 100 Arbeitsplätze in der Schweiz). Durch diverse Dienstleistungen (z.B. Versicherungen, Beratungen, NGOs) ergeben sich weitere Wertschöpfungs- und Beschäftigungspotenziale für die Schweizer Wirtschaft. Diese Nutzen bestehen und entwickeln sich unabhängig von der Schweizer Politik. Für die weitere Entwicklung des CDM/Carbon-Marktes ist es aber von zentraler Bedeutung, dass das post-2012-Regime möglichst geklärt wird.

### **3.2 Branchen, die vom Zertifikatkauf anstelle inländischer Emissionsminderungen profitieren**

Durch eine Lenkungsabgabe bzw. durch eine Lenkungsabgabe mit Teilzweckbindung würden die Wirtschaftsbranchen der Schweiz unterschiedlich stark belastet bzw. entlastet. Der Anteil der Wirtschaft an der Abgabe auf Treibhausgas-Emissionen würde aufgrund der Lohnsumme an die Unternehmen rückverteilt. Die Branchen können dabei in Nettozahler und Nettoempfänger eingeteilt werden. Zu den Nettozahlern gehören die energieintensiven Branchen mit verhältnismässig geringem Lohnkostenanteil. Unter den Nettoempfängern finden sich vorwiegend Dienstleistungsbranchen mit hohem Lohnanteil

und tieferer Energieintensität. Vgl. dazu auch die Ausführungen auf Branchenebene in Kapitel 2.4.4.

Beim Modell «Klimaneutrale Schweiz» des SECO würde die CO<sub>2</sub>-Abgabe auf alle Emittenten und Treibhausgase ausgedehnt. Sobald die Abgabepflichtigen die notwendige Menge an (ausländischen) Emissionsrechten vorlegen, erhalten sie die Abgabe vollumfänglich zurückerstattet. Falls die Preise der Emissionszertifikate stark ansteigen und die Höhe der Abgabe übersteigen, würden keine Zertifikate mehr gekauft. Mit den Abgaben, die beim Bund bleiben (nicht an die Emittenten rückerstattet werden) könnte der Bund Zertifikate kaufen.

Durch den Wechsel von inländischen Emissionsminderungen durch eine Lenkungsabgabe mit voller Rückerstattung bzw. durch Abgabebefreiung bei Abschluss einer Reduktionsverpflichtung zum Modell «Klimaneutrale Schweiz» mit Zertifikat-Zukauf für die CO<sub>2</sub>-Emissionen ergäben sich folgende Verschiebungen:

- Nettoempfänger (bei der Abgabenlösung): Die Nettoempfänger werden beim Modell «Klimaneutrale Schweiz» zweifach schlechter gestellt. Einerseits profitieren sie nicht mehr von der Umverteilung infolge der Rückerstattung gemäss Lohnsumme wie bei der Lenkungsabgabe. Und andererseits müssen sie jetzt für ihre eigenen CO<sub>2</sub>-Emissionen Zertifikate einkaufen.
- Nettozahler: Für gering belastete Nettozahler ist es unklar, ob die Nettobelastung der Lenkungssteuer oder das Modell «Klimaneutrale Schweiz» günstiger ist. Für stark belastete Nettozahler ist der Zukauf von Zertifikaten sicher vorteilhafter als die Abgabe mit Rückerstattung gemäss Lohnsumme. Sie profitieren insbesondere dann vom Zukauf von ausländischen Zertifikaten wenn sie
  - aufgrund einer elastischen Nachfrage in ihrem Absatzmarkt die Lenkungsabgabe nicht auf ihre Kunden überwälzen können.
  - wenig CO<sub>2</sub>-Reduktionspotential aufweisen oder die Reduktion der eigenen CO<sub>2</sub>-Emissionen mit grossen Investitionen verbunden ist, welche die Abgabebefreiung durch das Eingehen einer Zielvereinbarung unattraktiv machen.
- Unternehmen mit Zielvereinbarung: Dies sind Unternehmen, für die eine vereinbarte Reduktion der eigenen CO<sub>2</sub>-Emissionen billiger ist, als das Entrichten von CO<sub>2</sub>-Abgabe abzüglich Rückerstattung gemäss Lohnsumme. Sie profitieren vom Zukauf von Zertifikaten unter den Annahmen, dass die Reduktion der eigenen CO<sub>2</sub>-Emissionen (im Inland) teurer ist als der Zukauf von Zertifikaten.<sup>16</sup>

<sup>16</sup> In Anhang 1 finden sich zusätzliche Angaben für eine umfassendere Treibhausgas-Abgabe, welche neben CO<sub>2</sub> auch auf anderen Treibhausgasen erhoben würde.

### 3.3 Auswirkungen des Zukaufs von Zertifikaten mit hohem schweizerischem Technologieanteil

Dieses Kapitel untersucht, welche Auswirkungen der Zukauf von Zertifikaten mit hohem schweizerischem Technologieanteil auf die Zertifikatspreise hätte. Wir unterscheiden die folgenden beiden Ausgangslagen:

- Einkauf von möglichst kostengünstigen CER auf den jeweiligen Märkten für Emissionszertifikate
- Entwicklung von CDM-Projekten durch Schweizer Partner gemeinsam mit den Projekteignern in den Nicht-Annex I Ländern und Kauf der dabei generierten Zertifikate

#### 3.3.1 Einkauf von Emissionszertifikaten auf dem Markt

In Kapitel 3.1 wird dargelegt, dass davon auszugehen ist, dass beim (kostenoptimalen) Kauf von CER im Rahmen des CDM grundsätzlich nicht von einer spezifischen Bevorzugung von Schweizer Technologien auszugehen ist (Zertifikatkauf ohne Lieferantenbindung). Schweizer Technologien werden in dem Ausmass in CDM-Projekten eingesetzt, wie sie in den jeweiligen Märkten konkurrenzfähig sind. Wir wiesen ebenfalls darauf hin, dass die aktuellen CDM-Projekte vielfach relativ einfache lokale/regionale Basistechnologien einsetzen, für welche Schweizer Technologieanbieter zum Teil gar kein oder kein konkurrenzfähiges Angebot aufweisen bzw. nur bezüglich einzelner ausgewählter Komponenten.

Beim kostenminimalen, freien Zertifikatkauf auf den bestehenden Zertifikatmärkten kann daher der Anteil eingesetzter Schweizer Technologie kaum beeinflusst werden. Gewisse Auswirkungen auf die Zertifikatmärkte und die dahinter liegenden CDM-Projekte sind allenfalls aufgrund der höheren Nachfrage nach Zertifikaten zu erwarten, falls die Schweiz einen substantiellen Teil ihrer Reduktionsverpflichtungen mit Zertifikatkäufen erfüllen möchte. Angesichts der globalen Volumina in den schnell wachsenden Zertifikatmärkten ergäben die rund 38 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen der Schweiz im Jahr 2020 (Szenario II der Energieperspektiven) selbst bei einer 100% Kompensation durch Zertifikateinkäufe eine relativ geringe Zunahme der globalen Zertifikatnachfrage:

- Globaler Zertifikathandel 2006: Total 1,6 Mrd. t CO<sub>2</sub>eq (CO<sub>2</sub>-Äquivalente), davon CDM 562 Mio. t CO<sub>2</sub>eq und JI 21 Mio. t CO<sub>2</sub>eq.
- Globaler Zertifikathandel 2007: Erwartete Zunahme auf 2,4 Mrd. t CO<sub>2</sub>eq, davon CDM 552 Mio. t CO<sub>2</sub>eq und JI 45 Mio. t CO<sub>2</sub>eq (Point Carbon 2007).

Die Auswertungen von Seres (2007) deuten insgesamt darauf hin, dass ein beträchtliches Potenzial für Technologietransfer (Ausrüstungs- und Wissenstransfer) für Schweizer Technologieanbieter besteht, was im Hinblick auf die Erschliessung neuer Regionen bzw. Märkte und Kundenbeziehungen von grosser Bedeutung sein kann. Bei erfolgreicher Positionierung von Produkten/Dienstleistungen in neuen Märkten und Kundensegmenten

können dabei beträchtliche Sekundärnutzen in der Form von inländischen Wachstums- und Beschäftigungschancen resultieren.

### 3.3.2 Emissionszertifikate mit Lieferantenbindung

Werden die CER nicht einfach auf dem CER-Markt frei eingekauft, sondern werden CDM-Projekte gemeinsam mit Schweizer Partnern entwickelt, ist es denkbar, dass die Schweizer Partner als CER-Käufer gewisse Lieferantenbindungen einfordern können, die zum verstärkten Einsatz von Schweizer Technologie führen. Wir gehen davon aus, dass mindestens bei einem Teil der von der Schweiz bisher erworbenen CER derartige Bemühungen unternommen worden sind und daher der Anteil der schweizerischer Technologielieferungen bei den schweizerischen CER-Käufen in den von Seres (2007, S. 12) untersuchten Projekten so hoch ausfällt.

Erfahrungen mit dem schweizerischen Osteuropakredit in den achtziger Jahren, bei dem die Finanzierung von (Entwicklungs-) und Infrastrukturprojekten an den Erwerb schweizerischer Technologie (falls überhaupt vorhanden) gebunden war, ergab eine Industrieförderung für die Schweiz und gesamtwirtschaftlich zum Teil nicht kostenoptimale Projekte. Die Auflage der Verwendung von Schweizer Technologie bei CDM-Projekten, die dann von der Schweiz initiiert werden müssten, hätte grundsätzlich ähnliche Wirkungen und würde tendenziell zu höheren CER-Preisen und CO<sub>2</sub>-Reduktionskosten führen. Diese belasten die Käufer der CER (u.U. emissionsintensive Branchen) bzw. die Träger der CER-Kosten (bei einer Abgabenfinanzierung die von der Abgabe Belasteten, bei einer Steuerfinanzierung die Steuerzahlenden). Demgegenüber ergeben sich die oben erwähnten Sekundärnutzen für die inländischen Leistungsanbieter, welche bei diesen Wachstums-, Beschäftigungs- und allenfalls Innovationsimpulse (infolge von Skalen- und Lerneffekten) auslösen.

### 3.3.3 Fazit

Soll ein hoher schweizerischer Technologieanteil bei den von der Schweiz eingekauften CER sichergestellt werden, ist davon auszugehen, dass in Zukunft Projekte ausgewählt werden, welche bezüglich der eingesetzten Technologien und den Technologielieferanten noch beeinflusst werden können. Marktakteure weisen darauf hin, dass der technologische Standard von CDM-Projekten tendenziell zunimmt. Das erhöht die Chancen für schweizerische Technologieangebote. Andererseits ist zu berücksichtigen, dass auch Länder wie Brasilien, Indien, China, Südkorea, Taiwan verstärkt bei CDM-Projekten als Technologiekonkurrenten auftreten und die Schweizer Lieferanten zusätzlich konkurrenzieren (Nicht Annex I-Länder haben zurzeit einen Anteil von ca. 10% am Technologietransfer über CDM-Projekte (Seres 2007, S. 21)).

Sind die Schweizer Dienstleistungs- und Technologielieferanten konkurrenzfähig oder werden sie aufgrund von Lieferbindungen gewählt, resultieren daraus Sekundärnutzen in der Form von neuen Kundenbeziehungen und der Erschliessung neuer regionaler Märk-

te, welche inländische Wachstums-, Beschäftigungs- und Innovationschancen schaffen. Das gilt vor allem dann, wenn die CDM-Projekte einen Beitrag an eine beschleunigte und nachhaltige Entwicklung der CDM-Projektländer leisten und in diesen Ländern eine dynamischere Absatzmarktentwicklung induzieren.

Verglichen mit dem Zertifikatkauf im Inland bzw. mit der Entwicklung inländischer Projekte weisen die ausländischen Zertifikatkäufe deutlich geringere Kosten auf, auch wenn berücksichtigt wird, dass ihre Projektrisiken höher sind und dass allfällige Lieferantenverpflichtungen zu höheren CER-Preisen führen. Es ist davon auszugehen, dass bei einer starken Zunahme des internationalen Zertifikathandels, die Kostendifferenz zwischen in- und ausländischen Zertifikaten in Zukunft etwas abnehmen wird. Inländische Zertifikate bzw. Reduktionsprojekte vermitteln stärkere Innovationsimpulse und treiben die Technologieentwicklung in den hoch entwickelten Annex I Ländern vorwärts (Inventions-, Innovations- und frühe Markteinführungsphase im Technologiezyklus eines Produktes). Das ergibt positive Spillovers für die Nicht Annex I Staaten, welche in der Diffusionsphase über Technologietransfer von den dann typischerweise deutlich gesunkenen Technologiepreisen profitieren können.

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

#### 3.4.1 Was leistet der CDM heute

Gemäss Kyoto Protokoll, Artikel 12, (United Nations 1998) hat der Clean Development Mechanism zwei Ziele: (1) Nicht-Annex I Länder sollen in ihrer nachhaltigen Entwicklung unterstützt werden und (2) Annex I Länder sollen in ihrem Bestreben unterstützt werden, ihre quantifizierten Emissions-Reduktions-Ziele zu erreichen. Dies bedeutet, dass für jedes CDM-Projekt nachgewiesen werden muss, dass die Emissions-Reduktionen durch die CDM Komponente des Projektes ausgelöst wurde (Additionalität).

In den Marrakesh Accords (UNFCCC 2001) wird festgehalten, dass Nicht-Annex I Länder die Anforderungen an die nachhaltige Entwicklung von CDM Projekten selbst definieren können. Diese Lösung, die auf den ersten Blick im Sinne der Nicht-Annex I Länder erscheint, hat verschiedene Nachteile:

- Viele Nicht-Annex I Länder haben nicht die Ressourcen, um Nachhaltigkeits-Anforderungen selbst zu definieren.
- Verschiedene Nicht-Annex I Länder haben zwar Nachhaltigkeits-Anforderungen definiert, haben diese aber sehr allgemein gehalten und setzen sie in den CDM-Projekten kaum um (Schneider 2007). Es besteht ein Anreiz, die Nachhaltigkeits-Anforderungen möglichst gering zu halten, um potenzielle Investoren nicht durch eine hohe 'Nachhaltigkeits-Hürde' abzuhalten. Hohe Nachhaltigkeits-Anforderungen können die Projektkosten und dadurch auch die CDM-Vermeidungskosten erhöhen.

- Die Annex I Länder ihrerseits haben selbst keinen Anreiz, Nachhaltigkeits-Kriterien für ihre CDM-Partnerstaaten zu definieren oder einzuhalten.

Verschiedene Arbeiten zeigen denn auch, dass CDM nicht wesentlich zur nachhaltigen Entwicklung in Nicht-Annex I Ländern beiträgt:

Eine Studie von Christoph Sutter und Juan Carlos Parreño (2007) zeigt, dass von den ersten 16 registrierten CDM-Projekten bei 72% der erwarteten CER die Emissionsreduktionen additionell sind, aber bei weniger als 1% zu einer nachhaltigen Entwicklung im Land beitragen. Die Studie kommt im Weiteren zum Schluss, dass keines der Projekte beide Kyoto-Ziele erfüllt: Nachhaltigkeit und Additionalität.

Karen Holm Olsen (2007) hat einen Literatur Review durchgeführt zum Thema «Der Beitrag von CDM zur nachhaltigen Entwicklung». Sie kommt darin zum Schluss, dass der CDM Teil des globalen und schnell wachsenden Carbon-Marktes ist, der als Teil des Kyoto-Prozesses zur Verminderung der globalen Klimaerwärmung beiträgt. Neben diesen Marktwirkungen, trägt der CDM jedoch nicht signifikant zur nachhaltigen Entwicklung, insbesondere zur Armutsbekämpfung, in Nicht-Annex I Ländern bei.

Smita Sirohi (2007) hat die CDM-Projekte in Indien analysiert. Ihren Fokus legte sie dabei auf die Verminderung von Armut in ländlichen Gebieten, da Armutsbekämpfung ein prioritäres Entwicklungsziel Indiens ist. Die Studie kommt zum Schluss, dass CDM keinen beachtenswerten Beitrag zur Armutsbekämpfung in ländlichen Gebieten leistet. Fast alle Projekte sind business-orientiert, wirken dabei aber der ländlichen Armut nicht entgegen.

Alex Michaelowa und Katharina Michaelowa (2007) untersuchen CDM im Zusammenhang mit sich ständig ändernden Anforderungen und Aufgaben der Entwicklungszusammenarbeit. 2000 flossen 7% der Entwicklungsgelder in Treibhausgas-Verminderungs-Projekte. Der Beitrag dieser Projekte zum zentralen Ziel der Verminderung von Armut – wie in den Millennium Development Goals definiert – ist beschränkt. Eine Analyse von CDM-Projekten zeigt, dass es kaum Projekte gibt, die sich Armutsbekämpfung zum Ziel setzen. Sogar von kleinen Projekten in ländlichen Gebieten profitieren hauptsächlich reiche Landwirte und die städtische Bevölkerung.

#### 3.4.2 Nachhaltigkeits-Instrumente und mögliche, zukünftige Entwicklung

Auf verschiedenen Ebenen laufen Bestrebungen, Nachhaltigkeitsaspekte in den CDM einfließen zu lassen:

Dazu zählen Forschungsarbeiten wie z.B. diejenigen von Sutter (2003) oder Heuberger et al. (2006). Darin werden Methoden entwickelt, angewendet und evaluiert, wie Nachhaltigkeitsaspekte in Projekten gemessen werden können.

Die Gold Standard Stiftung ermöglicht, CDM und JI-Projekte sowie freiwillige Reduktionsprojekte nach nachhaltigen Qualitätskriterien zertifizieren zu lassen. Erneuerbare

Energie- und Energieeffizienz-Projekte mit nachhaltigem Nutzen sind zugelassen. Der Gold Standard wird weltweit von 49 NGOs unterstützt, er beruht auf Schweizer Recht.

Ganz allgemein scheint das Bedürfnis von Staaten, Firmen und Privaten nach nachhaltigen CDM Projekten zu wachsen. Dadurch entsteht ein gewisser Druck auf die Projektentwickler, Trader und Broker, Nachhaltigkeitskriterien in den CDM-Projekten einfließen zu lassen bzw. mit zertifizierten Projekten zu handeln. Am einfachsten umsetzbar und am umfassendsten wäre die Lösung, dass innerhalb des CDM/UNFCCC bzw. innerhalb eines allfälligen Post-Kyoto-Vertrages die Nachhaltigkeitsfrage verbindlich gelöst würde. Die Definition von Nachhaltigkeit würde dann nicht mehr den Gastgeber Ländern überlassen, sondern vom UNFCCC vorgegeben. Die Einhaltung dieser Kriterien würde im CDM-Zulassungsprozess – analog der Additionalität – verbindlich überprüft.

### 3.4.3 Fazit

Der Beitrag von CDM zur nachhaltigen Entwicklung, insbesondere zur Bekämpfung der Armut (in ländlichen Regionen) in Nicht-Annex I Ländern ist gering bis vernachlässigbar. Fast alle CDM-Projekte sind jedoch business-orientiert und weisen in verschiedenen Bereichen auch in Nicht-Annex I Ländern Marktwirkungen auf.

Um den Nachhaltigkeitsaspekt von CDM-Projekten auch in armen und ländlichen Gebieten zu stärken, laufen verschiedene Aktivitäten. Am einfachsten umsetzbar und erfolgversprechendsten wäre es, innerhalb des CDM/UNFCCC bzw. innerhalb eines allfälligen Post-Kyoto-Vertrages die Nachhaltigkeitsfrage verbindlich zu lösen (Definition von Nachhaltigkeits-Kriterien und deren Überprüfung im CDM-Zulassungsprozess).

Generell würde der verstärkte Einbezug von nachhaltigen Aspekten - durch die erhöhten Anforderungen an die CDM-Projekte - auch die CER-Preise erhöhen.

## 4 Schlussfolgerungen / Empfehlungen

### Sekundärnutzen klimapolitischer Massnahmen zur Reduktion von Treibhausgasen

Die vom Bund in Betracht gezogenen Klimaschutzmassnahmen weisen neben ihren klimaspezifischen Primärwirkungen beträchtliche Sekundärnutzen auf, welche bei der Massnahmenevaluation zu beachten sind. Die wichtigsten Sekundärnutzen ergeben sich aufgrund der Reduktion der Luftschadstoffbelastung durch den verminderten Einsatz fossiler Energieträger sowie durch Innovations-, Wachstums- und Beschäftigungsimpulse infolge der in Betracht gezogenen Abgaben und Finanzierungsmassnahmen.

Im Gegensatz zu den stark verzögert (>50 Jahre) zu erwartenden globalen Primärwirkungen der untersuchten klimapolitischen Massnahmen ergeben sich die identifizierten Sekundärnutzen dieser Massnahmen in der Regel sofort und lokal bis national. Die Sekundärnutzen sind deswegen mit viel geringeren Unsicherheiten verbunden als die Primärnutzen.

### Sekundärnutzen inländischer Emissionsminderungsmassnahmen

Wird bis ins Jahr 2020 eine Reduktion der schweizerischen Treibhausgasemissionen um 20% gegenüber den Emissionen im Jahr 1990 angestrebt, ergeben sich je nach Massnahmenvariante die folgenden Sekundärnutzen:

— **Lenkungsabgabe:**

Reduktion der Schadenskosten der Luftverschmutzung 2020:	CHF 192 Mio./a
Reduktion der Auslandsabhängigkeit von fossilen Energieträgern:	-2.7%
Innovationsanreize und indirekte Beschäftigung:	gute Chancen, leicht positiv
Wohlfahrtseffekte, Wirtschaftswachstum im Jahr 2020:	-0.07%
Direkte Beschäftigungswirkung der Abgabe:	-0.05%

— **Lenkungsabgabe mit Teilzweckbindung**

Reduktion der Schadenskosten der Luftverschmutzung 2020:	CHF 105 Mio./a
(77.7 Mio. CHF durch die Lenkungswirkung der Abgabe und 27.7 Mio. CHF durch die Finanzierung von Reduktionsmassnahmen)	
Reduktion der Auslandsabhängigkeit von fossilen Energieträgern:	-2.7%
Innovationsanreize und indirekte Beschäftigung:	gute Chancen, leicht positiv
Direkte Beschäftigungswirkung der Abgabe:	+7'406 Personenjahre

- **Hohe Sekundärnutzen im Verkehrsbereich:** Obwohl bei den Massnahmenszenarien die Verkehrsleistungen im Jahr 2020 gemäss Energieperspektiven gleich hoch angesetzt werden wie im Referenzszenario, weisen infolge der Abnahme der Luftschadstoffemissionen die Abgaben im Verkehr die höchsten Sekundärnutzen auf. Das widerspricht der aktuellen Massnahmenlogik, welche den Verkehr nicht einer

Lenkungsabgabe, sondern nur der sehr geringen Abgabe zur Finanzierung der Emissionsreduktionen der Stiftung Klimarappen unterwirft.

- **Relativ geringe Auswirkungen auf Branchen und Strukturwandel:** Die Nettoeffekte auf die verschiedenen Wirtschaftsbranchen zeigen eine klare Belastung der energieintensiven Industriebetriebe und eine Entlastung des weniger energieintensiven Dienstleistungssektors. Die Höhe der Umverteilung hängt zum einen von der vom Ölpreis abhängigen Höhe der Abgabe ab. Zum anderen wird sie von der Anzahl Unternehmen beeinflusst, die sich durch eine Zielvereinbarung von der Abgabe befreien lassen. Die erwartete durchschnittliche Belastung liegt für die Industriebranchen bei 0.2 - 0.5% der Bruttowertschöpfung und die Entlastung bei den Dienstleistungsbranchen bei 0.1% - 0.2%.
- **Geringe Auswirkungen auf die Auslandabhängigkeit, die Beschäftigung und das Wirtschaftswachstum:** Die Auswirkungen sind bei allen geprüften Szenarien gering und positiv bzw. nur sehr geringfügig negativ (Wirtschaftswachstum).
- **Effizienzeinbussen bei Förderprogrammen:** Massnahmenszenarien mit Förderprogrammen (Teilzweckbindung) weisen beträchtliche Mitnahmeeffekte auf, die im Prinzip die volkswirtschaftliche Effizienz der Massnahmen mindern. Fördermassnahmen sind vor allem dann angebracht, wenn substantielle Marktunvollkommenheiten vorliegen (wie: hohe Informations- und Transaktionskosten, nicht volle Wirksamkeit des Preismechanismus, beispielsweise wegen dem Investor-/Nutzerdilemma oder bei Externalitäten). Die oben aufgezeigten Externalitäten sowie Tatsache, dass es beim Energieverbrauch Einsparungsmöglichkeiten gibt, die nicht realisiert werden, obwohl diese betriebswirtschaftlich rentabel wären, weisen auf das Vorliegen derartiger Marktunvollkommenheiten hin.

## **Sekundärnutzen ausländischer Emissionsminderungsmassnahmen**

Der Schweizer Technologieanteil innerhalb der CER mit Technologietransfer ist kleiner als 1%. Zudem liegt der Fokus des Schweizer Technologietransfers stark im Bereich des Wissenstransfers und weniger im Bereich des Anlagetransfers. Gesamthaft wird daraus geschlossen, dass bisher im Bereich des Technologietransfers der Nutzen für die Schweiz als eher klein einzuschätzen ist.

Die Reduktion der schweizerischen Treibhausgasemissionen bis ins Jahr 2020 durch den Kauf ausländischer Emissionszertifikate ist bei statischer Betrachtung kurz- bis mittelfristig kostengünstiger als die Vornahme der Emissionsreduktionen in der Schweiz. Das gilt bei einer volkswirtschaftlichen und dynamischen Betrachtungsweise jedoch nur noch sehr bedingt. Zurzeit bestehen beträchtliche inländische Emissionsreduktionsmöglichkeiten, welche heute schon wirtschaftlich sind, wegen Marktunvollkommenheiten jedoch nicht vorgenommen werden (beispielsweise Energie- und Emissionsreduktionsmassnahmen bei der Erneuerung von bestehenden Bauten (econcept 2008) und bei Neubauten

sowie Effizienzmassnahmen im Verkehr (Infras 2008)). Zusätzlich führt der Einkauf von vorläufig noch günstigen CER zu einer verringerten Innovations- und Emissionsreduktionsdynamik im Inland. Die inländische Emissionsproblematik wird nicht gelöst sondern kostengünstig kurz- bis mittelfristig verschoben (was dann gerechtfertigt ist, wenn die technologische Anpassung des Kapitalstocks bzw. der getätigten Langfristinvestitionen kostengünstiger auf den technischen Erneuerungszyklus ausgerichtet werden kann, wodurch die Anpassungskosten sinken). Es besteht jedoch die grosse Gefahr, dass aufgrund dieser Rahmenbedingungen neue Langfristinvestitionen getätigt werden, die sich in Zukunft als nicht nachhaltig erweisen werden (d.h. zu emissionsintensiv sind) und künftige Mehrkosten verursachen.

- **Nutzen von Technologietransfer für die Schweiz bei ausländischen Massnahmen:** Bei den bisherigen CDM-Projekten der Schweiz zeigte sich, dass es der Schweiz offenbar gelingt, beim Kauf von CER in einem beträchtlichen Ausmass als Technologielieferant aufzutreten (bei 63% der unterstützten Projekte), wobei beim Technologietransfer der Knowledge-Transfer dominiert und der Technologietransfer über Anlagen (equipment) deutlich geringer ist. Die hohe Beteiligung schweizerischer Technologielieferanten schafft Voraussetzungen zur Realisierung von Sekundärnutzen dieses Technologietransfers, indem damit Kundenbeziehungen erschlossen und der Eintritt in die regionalen Märkte der unterstützten CDM-Partnerländer erleichtert wird. Das ergibt künftige Absatzchancen und reduziert die Markterschlusskosten für die beteiligten Technologielieferanten.

Der CDM schafft nicht nur im Technologiebereich sondern auch bei Dienstleistungen neue Wertschöpfungschancen, für welche die Schweiz gute Voraussetzungen bietet und zurzeit überproportional vertreten ist: Zertifizierung, Qualitätskontrolle, Zertifikathandel, Finanz- und Versicherungsleistungen, Beratung etc.

- **Branchen, die vom Kauf ausländischer Zertifikate profitieren:** Vom Kauf ausländischer Zertifikate profitieren die Nettozahler der Lenkungsabgabe. Zu diesen gehören die energie-intensiven Branchen im Industriesektor mit verhältnismässig geringem Lohnkostenanteil. Falls die Kosten der eigenen (inländischen) CO<sub>2</sub>-Reduktionen gemäss Zielverpflichtung höher sind als die der ausländischen Zertifikate, haben auch Unternehmungen, die ansonsten eine Zielverpflichtung abschliessen würden, einen Vorteil vom Zertifikatkauf.

- **Auswirkungen des Zukaufs von Zertifikaten mit einem hohen schweizerischen Technologieanteil:**

Auf die bisher erstaunlich hohe Beteiligung schweizerischer Technologieanbieter und auf die sich daraus ergebenden Marktchancen wurde oben bereits hingewiesen. Falls der hohe schweizerische Technologieanteil eine Folge von Lieferantenbindungen ist, führt das dazu, dass die Zertifikatpreise für die schweizerischen Käufer steigen. Das führt zu einer Umverteilung zwischen Zertifikatkäufern und Technologieanbietern. Aufgrund der Zusammensetzung des schweizerischen Technologieangebotes und dem vorläufig noch vorherrschenden Technologieniveau von CDM-Projekten kann davon ausgegangen werden, dass vorläufig gewisse Lieferanten-

bindungen benötigt werden, um einen hohen Lieferanteil von Schweizer Technologie zu gewährleisten.

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

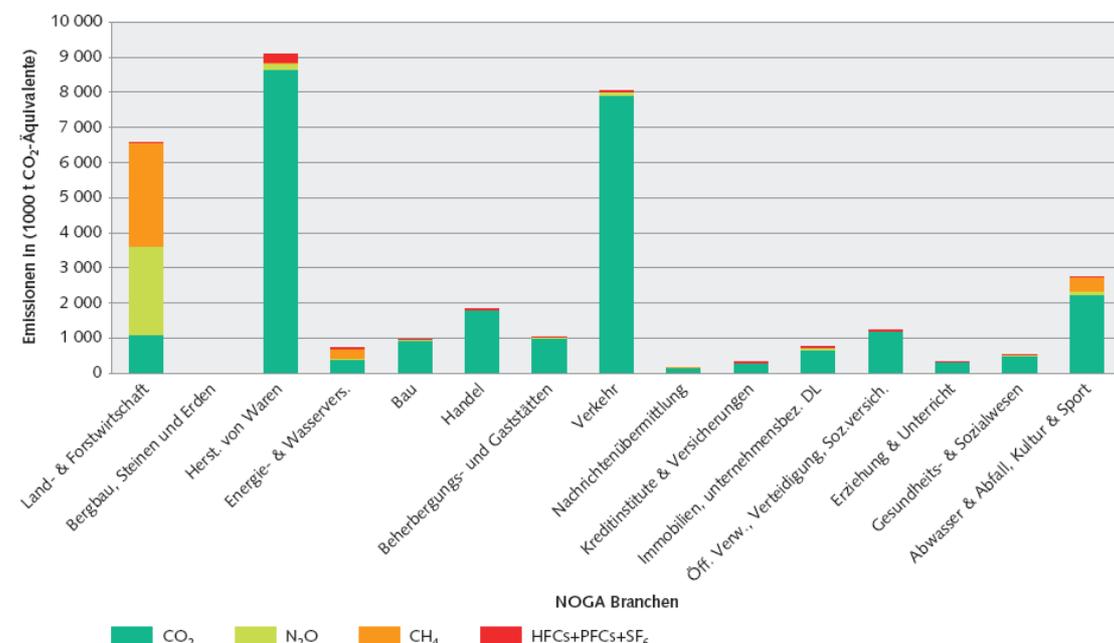
Bei den bisherigen CDM-Projekten wurden bisher nur vereinzelt Beiträge an die nachhaltige Entwicklung der jeweiligen Länder nachgewiesen. Das hängt mit den bestehenden Anreizstrukturen zusammen und mit der fehlenden Vorgabe von Nachhaltigkeitskriterien, die einzuhalten sind. Erst wenn die Zielländer derartige Kriterien formulieren (bzw. Vorgaben dazu erhalten), ist damit zu rechnen, dass Nachhaltigkeitsbeiträge vermehrt eingefordert werden können.

## Anhang

### A-1 Effekte einer umfassenderen Treibhausgas-Abgabe nach Branchen

#### A-1.1 Absolute Treibhausgasemissionen

Die folgende Grafik aus der NAMEA-Statistik (BFS 2005) zeigt die Branchen mit hohen absoluten Treibhausgasemissionen (für die 6 Kyoto Gase). Diese wären bei einer umfassenderen Abgabe, die neben CO<sub>2</sub> auch andere Treibhausgase betreffen würde, in absoluten Beträgen am stärksten betroffen.



Figur 16: Treibhausgasemissionen pro Branche in 1000 t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten (gemäss NAMEA-Definition, Jahr 2002; ohne CO<sub>2</sub> aus Biomasse). Quelle: BFS 2005.

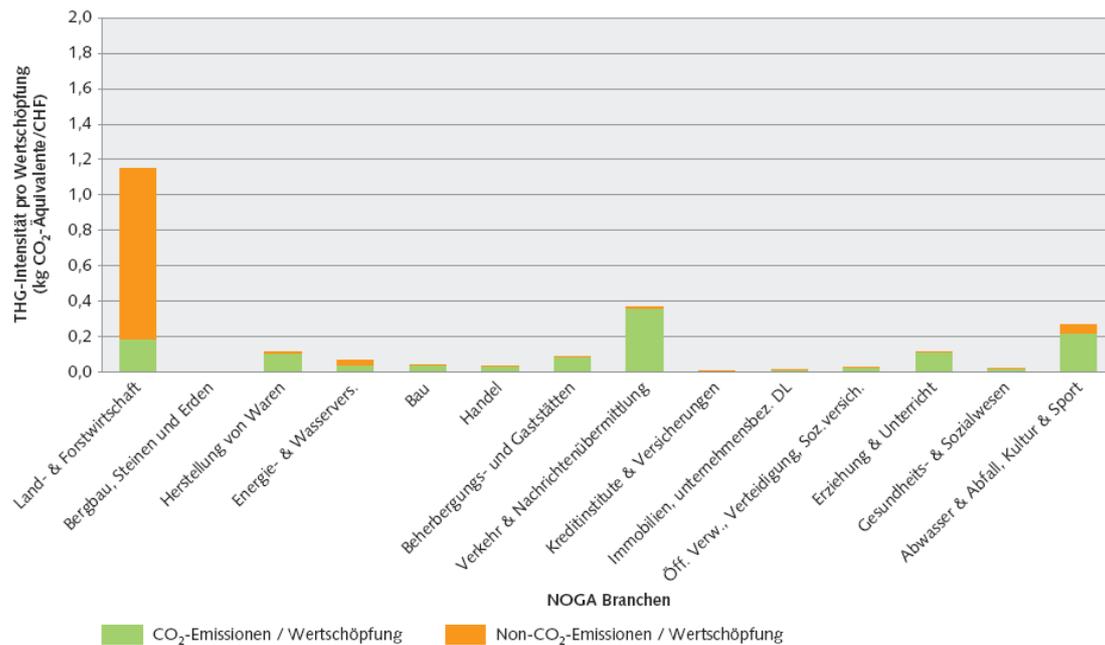
Branchen mit den höchsten, absoluten CO<sub>2</sub>-Emissionen sind die Hersteller von Waren, der Verkehr sowie Abwasser, Abfall, Kultur und Sport. Von einer allfälligen Abgabe auf Lachgas (N<sub>2</sub>O) und Methan (CH<sub>4</sub>) wäre vor allem die Landwirtschaft betroffen.

Eine umfassende Lenkungsabgabe würde in Zukunft auch die Treibstoffe umfassen. Über alle Branchen gesehen, machen die verkehrsbedingten Treibhausgasemissionen knapp 30% der gesamten Emissionen aus (BFS 2005). Bei der mengenmässig mit Abstand wichtigsten Branche «Verkehr und Kommunikation» sind fast die gesamten THG-Emissionen (94%) auf Transportaktivitäten zurückzuführen. Weitere Sektoren, in denen der verkehrsbedingte Anteil der CO<sub>2</sub>-Emissionen über 20% der Gesamtemissio-

nen beträgt, sind die Sektoren «Bau», «Handel», «Finanzinstitute und Versicherungen» und «Öffentliche Verwaltung, Verteidigung und Sozialversicherungen».

## A-1.2 Treibhausgasintensität

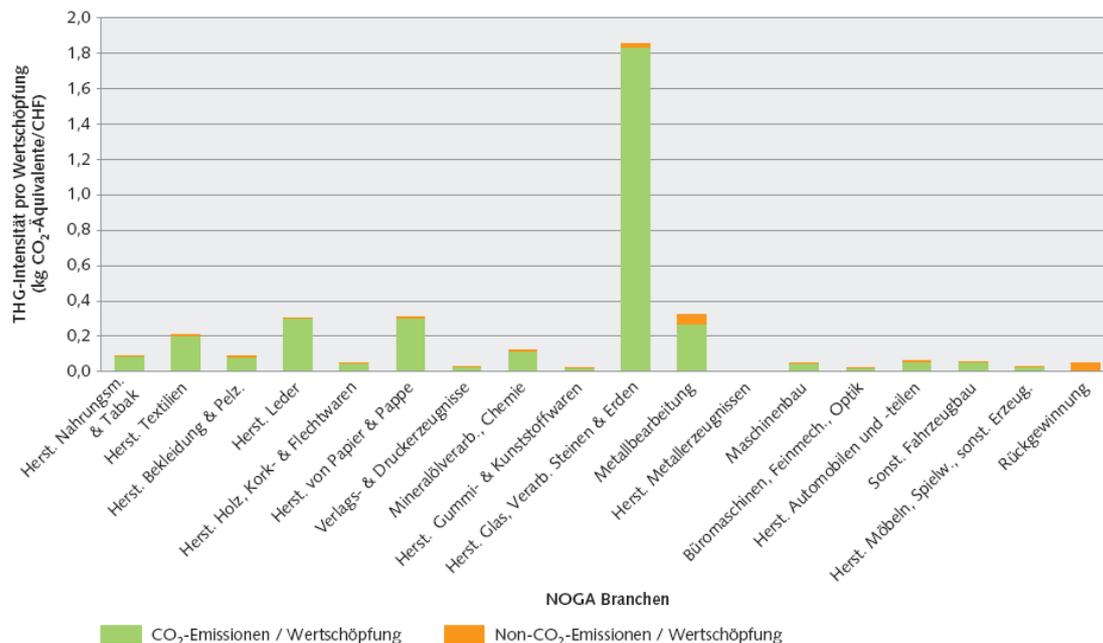
Die Treibhausgasintensität, d.h. die emittierten Treibhausgasemissionen im Verhältnis zur erzeugten Bruttowertschöpfung ist wie folgt über die Branchen verteilt:



Figur 17: Treibhausgasintensität in Bezug auf die Wertschöpfung nach Branchen in kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro CHF (gemäss NAMEA-Definition, Jahr 2002; ohne Biomasse). Quelle: BFS 2005.

Die höchste Treibhausgasintensität in Bezug auf die Wertschöpfung weist mit einem Wert von 2,62 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro CHF die Abwasser- und Abfallbeseitigung auf, welche einen Teil der übergeordneten Branche «Abwasser & Abfall, Kultur & Sport» bildet (vgl. Figur 17). Es folgt die Zementherstellung mit 1,85 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro CHF (vgl. Figur 18), gefolgt von der Landwirtschaft (1,15 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro CHF, Figur 17). Auch die NOGA-Branche Verkehr mit 0,77 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalenten pro CHF weist einen hohen Wert auf (BFS 2005).

Bei der Landwirtschaft machen die Nicht-CO<sub>2</sub>-Gase den weitaus grössten Anteil aus. Die Landwirtschaft wäre somit hauptsächlich von einer Lachgas- (N<sub>2</sub>O) und/oder Methan- (CH<sub>4</sub>) Abgabe betroffen.



Figur 18: Treibhausgasintensität in Bezug auf die Wertschöpfung nach Branchen in kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro CHF 2002; Detailbetrachtung verarbeitende Industrie (NOGA-Abschnitt D; gemäss NAMEA-Definition, Jahr 2002; ohne Biomasse). Quelle: BFS 2005.

Wegen der relativ geringen Wertschöpfung haben auch die Branchen Metallherzeugung, Herstellung von Papier und Herstellung von Lederwaren relativ hohe Treibhausgasintensitäten in der Grösse von gut 0,3 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalenten pro CHF (BFS 2005).

Die durchschnittliche Emissionsintensität über alle Branchen beträgt 0,09 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro CHF (inkl. Biomasse). Exkl. Biomasse beträgt dieser Wert 0,08 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro CHF (BFS 2005).

### A-1.3 Zu erwartende Kosten für Unternehmen

Die folgende Rechnung in Tabelle 15 zeigt, mit welchen Kosten pro Wertschöpfungsfranken die Unternehmen bei Reduktion im Inland/ Ausland zu rechnen hätten. Wir gehen von den Annahmen aus, dass 1 Tonne CO<sub>2</sub>eq-Reduktion im Ausland ca. 20 CHF und im Inland ca. 100 CHF kostet (heutige absehbarer, durchschnittlicher Wert; Expertenmeinung (nur CO<sub>2</sub>)). Die zu erwartenden Kosten berechnen wir für die durchschnittliche Emissionsintensität von 0.09 kg CO<sub>2</sub>eq/CHF sowie für die höchste Emissionsintensität (EI) von 2,6 kg CO<sub>2</sub> pro CHF im Bereich Abwasser- und Abfallbeseitigung.

Emissionsintensität (kg CO <sub>2</sub> eq / CHF Wertschöpfung)	Kosten als Anteil an der Bruttowertschöpfung in %	
	Reduktion Inland 100 CHF / t CO <sub>2</sub> eq	Reduktion Ausland 20 CHF / t CO <sub>2</sub> eq
Durchschnittliche EI: 0.09 kg CO <sub>2</sub> /CHF	0.9 %	0.18 %
Hohe EI: 2.6 kg CO <sub>2</sub> eq /CHF	26%	5.2 %

Tabelle 15: Die berechneten Werte zeigen die erwarteten Kosten für CO<sub>2</sub>-Reduktionen im Inland und Treibhausgasemissionsreduktionen im Ausland als Anteil der Bruttowertschöpfung. 26% entspricht Kosten von 26 Rp. pro CHF Wertschöpfung.

## Literatur

- Bundesamt für Energie BFE (2007): Die Energieperspektiven 2035 – Band 1, Synthese. Bern, Januar 2007.
- Bundesamt für Statistik BFS (2005): Treibhausgasemissionen der Wirtschaftsbranchen. Pilot NAMEA für die Schweiz 2002. Bundesamt für Statistik BFS, Bundesamt für Umwelt BAFU, Neuchâtel, November 2005.
- Bundesamt für Raumentwicklung, ARE (2004a): Externe Kosten des Strassen- und Schienenverkehrs 2000 – Klima und bisher nicht erfasste Umweltbereiche, städtische Räume sowie vor- und nachgelagerte Prozesse. Im Auftrag des UVEK. Bern, 2004.
- Bundesamt für Raumentwicklung ARE (2004b): Verkehrsbedingte Gebäudeschäden in der Schweiz, Aktualisierung der externen Kosten 2000. Im Auftrag des UVEK. Bern, 2004.
- Bundesamt für Raumentwicklung ARE (2004c): Externe Kosten des Verkehrs im Bereich von Natur und Landschaft – Monetarisierung der Verluste und Fragmentierung von Habitaten. Im Auftrag des UVEK. Bern, 2004.
- Bundesamt für Raumentwicklung ARE (2007): Bewertung der externen Kosten des Strassen- und Schienenverkehrs in der Schweiz für das Jahr 2000 – Synthese. Im Auftrag des UVEK. Bern, 2007.
- CD4CDM (2008): CDM pipeline des Capacity Development for The Clean Development Mechanism (CD4CDM), UNEP: <http://www.cd4cdm.org/>. Stand: Juni 2008.
- CEPE (2005): Auswirkungen einer CO<sub>2</sub>-Abgabe bzw. eines Klimarappens auf die Schweizer Wirtschaft mit besonderem Fokus auf die kleinen und mittleren Unternehmen – eine Kurzstudie. Jochem E. und Ott V. im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt BAFU und des Bundesamtes für Energie.
- CEPE (2004): Auswirkungen einer CO<sub>2</sub>-Abgabe bzw. eines Klimarappens auf die Schweizer Wirtschaft mit besonderem Fokus auf die kleinen und mittleren Unternehmen – eine Kurzstudie. Jochem E. und Ott V. im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt BAFU und des Bundesamtes für Energie. Entwurf Stand 8. Mai 2004.
- CE Delft, Infrac, Fraunhofer Gesellschaft ISI (2007): Handbook on estimation of external cost in the transport sector. Delft, Dezember 2007.
- DIW, Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung, Roland Berger Strategy Consultants (2007): Wirtschaftsfaktor Umweltschutz, vertiefende Ana-

lyse zu Umweltschutz und Innovation, für das Umweltbundesamt und das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, und Reaktorsicherheit (Hrsg.), Berlin 2007.

econcept, ESU-Services (2006): Assessment of Biodiversity Losses – Monetary Valuation of Biodiversity Losses due to Land Use Changes and Airborne Emissions. Im Rahmen von NEEDS, New Energy Externalities Developments for Sustainability. Zürich, Uster Oktober 2006.

econcept (2008): CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten im Bereich der Gebäudeerneuerung in der Schweiz. Bericht zuhanden UREK-S, Subkommission Energiepolitik. Im Auftrag des Bundesamtes für Energie. Zürich, Januar 2008.

ECOPLAN (2007): Die Energieperspektiven 2035 – Band 3 Volkswirtschaftliche Auswirkungen, Ergebnisse des dynamischen Gleichgewichtsmodells, mit Anhang über die externen Kosten des Energiesektor. Im Auftrag vom Bundesamt für Energie BFE. Bern, März 2007.

ECOPLAN, Infrac, ISPM (2004): Externe Gesundheitskosten durch verkehrsbedingte Luftverschmutzung. Im Auftrag des Bundesamtes für Raumentwicklung, des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft, des Bundesamtes für Energie sowie des Bundesamtes für Gesundheit. Bern, Altdorf, Zürich und Basel, August 2004.

Energie Dialog Schweiz, Paul Scherrer Institut (2007): Wirkung von Energieeffizienz auf Innovation/Wettbewerbsfähigkeit von Sektoren bzw. ganzen Volkswirtschaften. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen des Expertenworkshops vom 25. Okt. 2007. Villigen, 2007.

ETH Konjunkturforschungsstelle (2000): Volkswirtschaftliche Auswirkungen der geplanten Energieabgaben. Studie im Auftrag des Schweizerischen Handels- und Industrie-Vereins (Vorort). Zürich, Juli 2000.

Heuberger R., Brent A., Santos L., Sutter C., Imboden D. (2006): CDM Projects under the Kyoto Protocol: A Methodology for Sustainability Assessment - Experiences from South Africa and Uruguay. Environment, Development and Sustainability, DOI 10.1007/s10668-005-9002-7.

Infrac (2007a): Auswirkungen von Energie-Effizienzmassnahmen auf Innovation und Beschäftigung, Energie Dialog Schweiz. Zürich, Oktober 2007.

Infrac (2007b): EnergieSchweiz – Globalbeiträge an die Kantone – Wirkungsanalyse kantonaler Förderprogramme, Ergebnisse der Erhebung 2006. Im Auftrag des Bundesamtes für Energie. Bern, 2007.

Infrac (2008): CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten im Inland: Erneuerbare Energien, industrielle Prozesse und Mobilität. Kurzbericht zuhanden UREK-S, Subkommission Energiepolitik. Zürich, Januar 2008.

- Jänicke M., Jacob K. (2005): Ecological Modernisation and the Creation of Lead Markets, in Weber M., Hemmelskamp (Hrsg.), Towards Environmental Innovation Systems, Berlin, Heidelberg, New York 2005
- Jochem E. (2005): An Agenda for Energy and Material Efficiency Policy – an Element of Technology Policy for a more Sustainable Use of Natural Resources, Zürich 2005
- Jochem E., Madlener R. (2002): The Forgotten Benefits of Climate Change Mitigation, OECD, Working Party on Global and Structural Policies, OECD Workshop on the Benefits of Climate Policy: Improving Information for Policy Makers, ENV/EPOC/GSP (2003)16/FINAL, Paris.
- Michaelowa A., Michaelowa K. (2007): Climate or development: is ODA diverted from its original purpose? Climatic Change: 84:5-21. DOI 10.1007/s10584-007-9270-3.
- OcCC (2000): Sekundärnutzen (Secondary Benefits) von Treibhausgas-Reduktionen, Workshop-Synthese. Synthesen der Arbeitsgruppen des Workshops im Gottlieb Duttweiler Institut, Rüschlikon. Bern, August 2000.
- Olsen, K.H. (2007): The clean development mechanism's contribution to sustainable development: a review of the literature. Climatic Change: 84: 59-73. DOI 10.1007/s10584-007-9267-y.
- Pittel K.; Rübhelke D.T.G (2005): Internationale Klimaschutzverhandlungen und sekundäre Nutzen der Klimapolitik. Perspektiven der Wirtschaftspolitik 2005 6(3): 369-383.
- Prognos (2007a): Die Energieperspektiven 2035 – Band 2 Szenarien I bis IV, Darstellung der Szenarien. Im Auftrag vom Bundesamt für Energie BFE. Basel, Januar 2007.
- Prognos (2007b): Die Energieperspektiven 2035 – Anhang zu den Bänden 2 und 5, Energienachfrage und -angebot in Zahlen; Emissionen. Im Auftrag vom Bundesamt für Energie BFE. Basel, Mai 2007.
- Prognos, Infras, CEPE, Basics (2008): Analyse des Schweizerischen Energieverbrauchs 2000-2006 nach Verwendungszwecken. Im Auftrag vom Bundesamt für Energie BFE. Bern, April 2008.
- Schneider L. (2007): Is the CDM fulfilling its environmental and sustainable development objectives? An evaluation of the CDM and options for improvement. Report prepared for WWF. Berlin, November 2007.
- Seres S. (2007): Analysis of Technology Transfer in CDM Projects. Prepared for the UNFCCC Registration & Issuance Unit CDM/SDM. Montreal, Canada. December 2007.

- Sirohi S. (2007): CDM: Is it a 'win-win' strategy for rural poverty alleviation in India? Climatic Change: 84:91-110. DOI 10.1007/s10584-007-9271-2.
- Sutter C. (2003): Sustainability Check-Up for CDM Projects – How to assess the sustainability of international projects under the Kyoto Protocol. EHT Dissertation Nr. 15332. Departement Umweltnaturwissenschaften, ETH Zürich.
- Sutter C., Parreño J.C. (2007): Does the current Clean Development Mechanism (CDM) deliver its sustainable development claim? An analysis of officially registered CDM projects. Climatic Change. 84, p. 75-90. DOI 10.1007/s10584-007-9269-9.
- Umweltbundesamt Deutschland (2007): Ökonomische Bewertung von Umweltschäden. Dessau, April 2007.
- UNFCCC (2002): Report of the conference of the parties on its seventh session. Held at Marrakesh from 29 October to 10 November 2001, Addendum. Part two: Action taken by the conference of the parties. Volume II FCCC/CP/2001/13/Add.2
- United Nations (1992): United Nations Framework Convention on Climate Change. United Nations, New York.  
[http://unfccc.int/essential\\_background/convention/background/items/2853.php](http://unfccc.int/essential_background/convention/background/items/2853.php)
- United Nations (1998): Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change. United Nations, New York.  
[http://unfccc.int/kyoto\\_protocol/items/2830.php](http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php)