

Egger, Peter H.; Nigai, Sergey

Research Report

Energiewende in der Schweiz: Simulationsergebnisse zur Energiestrategie des Bundes. Studie im Auftrag der economiesuisse

KOF Studien, No. 38

Provided in Cooperation with:

KOF Swiss Economic Institute, ETH Zurich

Suggested Citation: Egger, Peter H.; Nigai, Sergey (2013) : Energiewende in der Schweiz: Simulationsergebnisse zur Energiestrategie des Bundes. Studie im Auftrag der economiesuisse, KOF Studien, No. 38, ETH Zurich, KOF Swiss Economic Institute, Zurich, <https://doi.org/10.3929/ethz-a-010699523>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/122977>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

Energiewende in der Schweiz: Simulationsergebnisse zur Energierstrategie des Bundes

Studie im Auftrag der *economiesuisse*

Peter H. Egger • Sergey Nigai



Impressum

Herausgeber

KOF Konjunkturforschungsstelle, ETH Zürich

© 2013 KOF Konjunkturforschungsstelle, ETH Zürich

Studie im Auftrag der economiesuisse

Autoren

Prof. Dr. Peter H. Egger, ETH Zürich, CEPR, CESifo

Dr. Sergey Nigai, ETH Zürich

KOF

ETH Zürich
KOF Konjunkturforschungsstelle
WEH D 4
Weinbergstrasse 35
8092 Zürich

Telefon +41 44 632 42 39
Fax +41 44 632 12 18
www.kof.ethz.ch
kof@kof.ethz.ch

Energiewende in der Schweiz: Simulationsergebnisse zur Energiestrategie des Bundes

Peter H. Egger
ETH Zürich, CEPR, CESifo

Sergey Nigai
ETH Zürich

1. Einleitung

Mit dem Beschluss des Bundesrates zur Energiestrategie 2050 soll der Energie- und Stromverbrauch erheblich gesenkt werden. Der durchschnittliche Energieverbrauch pro Person und Jahr soll gegenüber dem Stand im Jahr 2000 bis 2035 um 35 Prozent reduziert und der Stromverbrauch ab 2020 stabilisiert werden. Bei der Wasserkraft ist bis 2035 ein Ausbau der Jahresproduktion auf mindestens 37'400 GWh vorgesehen. Die übrigen erneuerbaren Energien sollen bis 2035 auf 11'940 GWh steigen.

Um diese Ziele zu erreichen, will der Bundesrat u.a. den Energieverbrauch durch eine höhere CO₂-Abgabe und – nach 2020 – mit einer Lenkungsabgabe bzw. eine ökologische Steuerreform deutlich verteuern. Letzteres soll durch eine Abgabe im Umfang von etwa 1'140 Franken je Tonne an Kohlenstoffemissionen ab dem Jahr 2020 (siehe Ecoplan, 2012) erfolgen. Ecoplan geht von folgender abgestuften Einführung der Abgabe aus: für 2020: Fr. 150, für 2035: Fr. 540, für 2050: Fr. 1'140 pro Tonne CO₂. Ab 2020 soll zudem schrittweise auf die Stromerzeugung durch nukleare Energie verzichtet werden.

Vor der Verfolgung der Energiestrategie 2050 hatte sich die Schweiz bereits im Rahmen des von 114 Ländern unterzeichneten Kopenhagener Abkommens (Copenhagen Accord) freiwillig zu Reduktion von CO₂ Emissionen verpflichtet. Deren Umsetzung soll im Jahr 2015 überprüft werden. Die Schweiz gehört unter den Unterzeichnern dieses Abkommens zu den effizientesten, was die Energienutzung und die CO₂ Emissionen anlangt. Dennoch hat es sich zu einer Reduktion der Emissionen relativ zum Jahr 2000 um etwa 23% verpflichtet. Kanada oder die USA versprachen dem gegenüber lediglich Reduktionen von 13% und 16%. Andere Länder gingen sogar weit über die Verpflichtungen der Schweiz hinaus -- Japan, Neuseeland und Norwegen versprachen Reduktionen um 37%, 41% und 52% relativ zum Jahr 2000. Es ist jetzt schon absehbar, dass derartige Ziele -- mit oder ohne Finanzkrise -- für viele der unterzeichnenden Länder nicht in absehbarer Zeit erreichbar sein werden. Damit droht dem Kopenhagener Abkommen ein ähnliches Schicksal wie dem Kyoto Protokoll.

Egger und Nigai (2013) analysieren die Wirkungen dieser drei Massnahmen auf Basis eines Modells des allgemeinen Gleichgewichts mit vielen Ländern und Sektoren. Insgesamt basiert das Modell auf 33 individuellen Ländern sowie einem Rest der Welt und auf 43 Sektoren, wovon 25 als solche des Rohstoffabbaus sowie des verarbeitenden Gewerbes bzw. der Produktion handelbarer Güter zu werten sind (der Rest umfasst Dienstleistungssektoren). Der Wert eines solchen Modells liegt insbesondere in der Modellierung von Interdependenzen zwischen Ökonomien durch grenzüberschreitenden Warenverkehr und in der Modellierung von Energie-, Güter- und Dienstleistungsangebot und -nachfrage (von Mengen wie auch Preisen) als endogene Grössen. In einer Vielzahl von Studien werden entweder Mengen oder Preise von Energie, Gütern oder Dienstleistungen als exogen angenommen, was stark im Widerspruch zu ökonomischem Handeln von Konsumenten und Unternehmungen steht. Letztlich kann durch (alleine schon aus politischen Gründen) nicht beliebig häufig änderbare Steuern etwa auf Kohlenstoffemissionen und dergleichen weder das Emissionsniveau noch das Preisniveau von Energie vollständig kontrolliert werden (dies zeigt sich etwa in den gegenwärtig krisenbedingt extrem niedrigen Emissionszertifikatspreisen in der Europäischen Union). Der Staat oder Gesetzgeber kann in einem liberalen Wirtschaftssystem z.B. energiepolitische Instrumente wie Steuern einsetzen, Mengen und Preise von Energie und nachgelagerten Sektoren (wie Güter- und Dienstleistungsproduktion) werden jedoch auf Märkten bestimmt. Diesem Umstand kann in einem Modell des allgemeinen Gleichgewichtes Rechnung getragen werden.

2. Modell

Egger und Nigai (2013) verwenden ein so genanntes Ricardianisches Modell offener Volkswirtschaften (siehe Eaton und Kortum, 2002, für ein derartiges Modell mit lediglich zwei Sektoren). Dieses Modell trägt dem Umstand Rechnung, dass Ökonomien sich nicht bloss aufgrund von verfügbaren Faktoren, ihre Grösse und durch die bessere oder schlechtere Anbindung an die Weltwirtschaft (also die Höhe von Transportkosten) unterscheiden, sondern dass sie auf unterschiedlichem technologischen Niveau produzieren. Technologie- und Transportkostenparameter werden mit ökonometrischen Modellen auf Basis beobachteter Daten geschätzt und das Modell gemäss messbarer Faktorausstattungen kalibriert, sodass entscheidende Aggregate wie das pro-Kopfeinkommen oder die Offenheit der Ökonomien für das Basisjahr 2000 exzellent vorhergesagt werden können (siehe die Graphiken 2-4). Egger und Nigai (2013) wählen einen Vergleichszeitraum der Vergangenheit (eben das Jahr 2000),

um nicht zusätzliche Unsicherheiten durch Prognosefehler für die Zukunft in das Modell einzuführen. Alle simulierten Veränderungen ökonomischer Massnahmen aus der Implementierung energiepolitischer Instrumente beziehen sich damit auf (beobachtete) Daten des Jahres 2000. Es ist wichtig zu verstehen, dass das Bezugsjahr für die Analyse eigentlich nicht bedeutend ist, da es für die Ergebnisse von Interesse lediglich als Vergleichspunkt relevant ist. Der Vorteil eines Bezugsjahres in der Vergangenheit besteht in der Verfügbarkeit revidierter und damit relativ vertrauenswürdiger Daten nicht nur zum Bruttoinlandsprodukt sondern etwa auch zu Input-Output-Statistiken. Diese sind für die Zukunft nicht bekannt und für einen längeren Zeithorizont auch schwer (und unter starken Annahmen) prognostizierbar.

Grundlegende Bedingungen für die Modellsimulation liegen in der Räumung aller Märkte (**Erzeugnisse:** Energie, Güter, Dienstleistungen; **Produktionsfaktoren:** Arbeit, Kapital, Rohstoffe). International werden die Märkte durch Zahlungsbilanzausgleich geräumt, sodass der internationale Zahlungsströme die etwa mit Güterhandel verbunden sind bis auf im Jahr 2000 beobachtete Handelsbilanzungleichgewichte ausgeglichen sind (siehe Dekle, Eaton und Kortum, 2007).

3. Simulationsanalyse

Die Simulationsanalyse beruht auf drei grundlegenden Szenarien: 1) Erfüllung der Verpflichtungen im Rahmen des Kopenhagener Abkommens; 2) wie 1) jedoch zusätzliche Massnahmen im Rahmen der Energiestrategie 2050. Für die Energiestrategie 2050 werden im Wesentlichen drei Szenarien unterschieden. 2a) Einführung einer allgemeinen impliziten Steuer von 1'140 Franken je Tonne an CO₂ Emissionen bei Ausnahme von 50 CO₂-intensiven Produzenten (ca. 8% der schweizerischen CO₂-Emissionen), welche mit 70 Euro je Tonne CO₂ implizit besteuert werden (durch Teilnahme am Europäischen Zertifikathandelssystem). 2b) wie 2a) jedoch zusätzlich eine vollständige Substitution jeglicher in der Schweiz erzeugter nuklearer Energie durch Gaskraft. Natürlich stellt letzteres insofern ein extremes Szenario dar, als die Substitution von Nuklearenergie durch Gasenergie (etwa im Unterschied zur Windenergie) eine deutliche Belastung des Kohlenstoffemissionskontos darstellt und somit beträchtliche Zusatzkosten bedeutet. Allerdings ist die Gasenergie im Augenblick ungleich sicherer hinsichtlich der möglichen Bedienung von Nachfragespitzen als alternative Energieträger. 2c) wie 2b) allerdings unter teilweiser Substitution des nuklearen Energieangebots durch alternative Energieträger. Die Schweiz erzeugte im Jahr 2000 24'949 GWh an Nuklearenergie. In Szenario 2c) wird

unterstellt, dass davon 13'500 GWh durch erneuerbare Energie (3'500 GWh durch Wasserkraft und 10'000 GWh durch Solarenergie) und lediglich die verbleibenden durch CO₂ intensive Energieträger (Gas, Öl, Kohle, etc.) erzeugt werden. Die wesentlichen Unterschiede zwischen den Szenarien 2b) und 2c) bestehen in den höheren CO₂ Emissionen und den damit verbundenen höheren Abgaben in 2b) als in 2c) und in den höheren Netzbetriebs- und Errichtungskosten in 2c) relativ zu 2b).

Die genannten vier Szenarien werden in jeweils vier unterschiedlichen Konfigurationen durchgespielt: (i) die Schweiz unternimmt einen Alleingang in seiner Energiepolitik (wobei der Rest der Welt entweder die Kopenhagener Versprechen erfüllt oder CO₂ Emissionen prozentuell im selben Ausmass wie die Schweiz besteuert; letzteres kann aus keinem Abkommen abgeleitet werden); (ii) die Schweiz geht wie im jeweiligen Szenario vor, wird jedoch von der EU begleitet (wobei die EU entweder die Kopenhagener Versprechen erfüllt oder CO₂ Emissionen prozentuell im selben Ausmass wie die Schweiz besteuert, allerdings ohne Nuklearausstieg; letzteres kann aus keinem Abkommen abgeleitet werden); (iii) die Schweiz geht wie im jeweiligen Szenario vor, wird jedoch von der OECD begleitet (wobei die OECD entweder die Kopenhagener Versprechen erfüllt oder CO₂ Emissionen prozentuell im selben Ausmass wie die Schweiz besteuert, allerdings ohne Nuklearausstieg; letzteres kann aus keinem Abkommen abgeleitet werden); (iv) die Schweiz geht wie im jeweiligen Szenario vor, wird jedoch von der gesamten Welt begleitet (wobei die Welt entweder die Kopenhagener Versprechen erfüllt oder CO₂ Emissionen prozentuell im selben Ausmass wie die Schweiz besteuert, allerdings ohne Nuklearausstieg; letzteres kann aus keinem Abkommen abgeleitet werden);. Diese Konfigurationen dienen insbesondere dazu, Licht auf die Rolle der internationalen Koordination von Energiepolitik -- insbesondere aus der Perspektive eines kleinen Landes wie der Schweiz -- zu werfen.

4. Ergebnisse

In Egger und Nigai (2013) werden die oben genannten Szenarien in ihren Auswirkungen für die Schweiz und andere Länder (insbesondere Norwegen, Deutschland und die USA) ermittelt. Hier soll der Fokus gänzlich auf die Schweiz gelegt werden. Aggregate von besonderem Interesse sind prozentuelle Auswirkungen auf das reale Einkommen pro Kopf und die CO₂ Emissionen in den unterschiedlichen Szenario-Konfigurations-Kombinationen und -- auf Sektorebene -- prozentuelle Auswirkungen auf Umsatzniveau und die Preise. Der Kürze halber werden diese Auswirkungen aus einer Vielzahl von Tabellen in Egger und Nigai

(2013) hier in drei Tabellen kompiliert. Tabelle A fasst die prozentuellen Auswirkungen auf das reale Einkommen pro Kopf und die CO2 Emissionen in den unterschiedlichen Szenario-Konfigurations-Kombinationen zusammen. Tabelle B beschreibt die prozentuellen Auswirkungen auf das Umsatzniveau und Tabelle C jene auf die Preise für stark betroffene Sektoren in den unterschiedlichen Szenario-Konfigurations-Kombinationen.

Wirkungen auf das reale Einkommen der Schweiz (reales BIP in%):

Konfiguration	Alleingang Schweiz	Welt Copenhagen	Welt 1140 Fr. pro Tonne CO2
Szenario			
Copenhagen Accord	-1,7	-1,3	-
1140 Fr./t CO2	-14,3	-15,1	-15,3
Option Gaskraftwerke	-17,3	-15,1	-23,5
Option erneuerbare	-21,7	-22,6	-18,7

Ganz generell gilt, dass die durch das Modell prognostizierten negativen ökonomischen Auswirkungen auf die Schweiz viel stärker als etwa in der Studie von Ecoplan ausfallen. Dies hat mehrere Gründe. Erstens werden hier internationale Interdependenzen aufgrund der Offenheit der Ökonomien weltweit in einer mit dem Modell konsistenten Weise berücksichtigt. Zweitens werden Güter- und Dienstleistungspreise und -mengen sowie CO2 Emissionen als endogen betrachtet. Im Unterschied zu Ecoplan wird hier in einem Referenzjahr (nämlich 2000) und nicht mit einem Referenzpfad bis etwa 2050 modelliert. Insbesondere wird keine Anpassung der gesamten Faktorproduktivität angenommen. Die Ergebnisse zeigen somit, wie viel zusätzlicher technischer Fortschritt die Energiewende generieren müsste, um ihre Kosten zu kompensieren. Pro Jahr würde also ein zusätzliches Produktivitätswachstum von mehr als einem halben Prozent nötig sein, um den BIP-Einbruch zu verhindern. Im historischen Vergleich wäre dies mehr als ein Drittel des Produktivitätswachstums. In jedem Fall bedeutet eine Besteuerung der CO2 Emissionen im Ausmass von 1'140 Franken je Tonne einen impliziten Ad-valorem Steuersatz von mehr als 450% auf derartige Emissionen, wenn man die Bergbau und Energie-Rohstoffindustrie als Referenz heranzieht. Diese Steuer wird über die unterschiedliche Energieintensität zwischen den Sektoren je nach Input-Output-Verhältnis dann zu einer moderateren -- aber aufgrund schwacher Substituierbarkeit von Energie immer noch hohen -- impliziten Besteuerung in anderen Sektoren.

Hinsichtlich der Wirkungen der Akkordierung mit dem Ausland sind zwei gegenläufige Effekte von Relevanz: einerseits bedeutet eine Besteuerung von CO₂ Emissionen im Ausland im Einklang mit der Schweiz einen weniger starken Wettbewerbsverlust für die Schweiz. Andererseits bedeuten höhere Umweltauflagen im Ausland höhere Kosten dort und resultieren in einer damit verbundenen geringeren Auslandsnachfrage nach Schweizer Produkten. Je nach Szenario kann der eine oder andere Effekt überwiegen und eine Akkordierung der Energiepolitik für die Schweiz wünschenswert sein oder nicht.

Die marginalen Beiträge aus der Erfüllung des Kopenhagener Abkommen und jener aus dem Ausstieg aus der Nuklearenergie bei vollständigem Ersatz durch Gaskraft (letzterer ist nicht separat ausgewiesen, wird aber aus Tabelle 42 in Egger und Nigai, 2013, ersichtlich) auf das Realeinkommen sind vergleichbar gross. Bei einem Alleingang der Schweiz im Ausmass der im Kopenhagener Abkommen vereinbarten Ziele würde sich eine Reduktion des realen Einkommens pro Kopf um etwa 1.7% relativ zum Jahr 2000 ergeben (siehe die obere linke Zelle in Tabelle A). Bei einer weltweiten Erfüllung der Kopenhagenkriterien würde dieser Effekt auf eine Reduktion von etwa 1.3% sinken. Diese Effekte sind bereits als relativ gross einzustufen. So werden etwa die Effekte aus der vollständigen Beseitigung aller bestehenden Handelszölle weltweit typischer Weise auf weniger als 2% des realen BIP pro Kopf berechnet. Die zusätzlichen Steuern von 1'140 Franken je Tonne CO₂ würden diesen negativen Effekt auf das reale BIP pro Kopf dramatisch erhöhen -- auf etwa -14%. In schlechten Jahren entspricht dies dem akkumulierten Wachstum des realen BIP/Kopf in ganzen zwei Dekaden. Obwohl das zugrunde liegende Modell Vollbeschäftigung annimmt (und damit alle Anpassungen am Arbeitsmarkt über die Löhne passieren) können heuristische Rückschlüsse für den Arbeitsmarkt gezogen werden. Unter Verwendung von Daten der Weltbank (World Development Indicators 2009) ergibt sich für die Schweiz ein Zusammenhang zwischen Wachstum des realen BIP/Kopf und der Arbeitslosenrate im Ausmass einer Semielastizität von -0.16. Ein Wachstum des BIP/Kopf um ein Prozent weniger führt damit zu einem Anstieg der Arbeitslosenrate von etwa 0.16 Prozentpunkte im Durchschnitt. Ein Alleingang der Schweiz im Rahmen von Szenario 2b) würde dem 14-fachen davon entsprechen. Eine Reduktion des BIP/Kopf um 14,3% würde damit einen Anstieg der Arbeitslosenrate um etwa 2.72 Prozentpunkte bedeuten. Bei heutiger Beschäftigung würde dies rund 100'000 Arbeitsstellen entsprechen, die wegfallen würden.

Wahrscheinlich ist dieser geschätzte Effekt bei derart drastischen Einbrüchen des pro-Kopf Einkommens und der Produktion als viel zu niedrig einzuschätzen.

In jedem Fall wäre der Effekt auf das reale BIP/Kopf nahezu zehn mal so gross wie durch die Erfüllung des Kopenhagener Abkommens allein. Naturgemäss hätte dieses zweite Szenario viel grössere Effekte auf die (endogenen) CO₂ Emissionen: die Kosten der Emissionen wären ja drastisch höher als im ersten Szenario und die vorerst angenommene Beibehaltung nuklearer Energieversorgung würde keine zusätzlichen Emissionen wie in den Szenarien 2b) oder 2c) herbeiführen.

Aufgrund der stark unterschiedlichen Nutzung von Energie prognostiziert das Modell stark heterogene Effekte zwischen den Sektoren nach Massgabe des Input-Output Zusammenhanges. Laut Tabelle B sind die Umsatzeinbussen und laut Tabelle C die Preiserhöhungen in Sektoren des Bergbaus, der Energieerzeugung (bzw. der Gewinnung von Energievorprodukten) und der Eisen- und Stahlerzeugung in nahezu allen Szenarien und Konfigurationen am relativ grössten. Die Effekte seien kurz für die Eisen- und Stahlerzeugung und den Alleingang der Schweiz (erste Spalte in Tabellen B und C) besprochen. Tabelle B zeigt hier einen Umsatzeinbruch von etwa 24% in Szenario 2a) und von etwa 26% in Szenario 2b) und 2c). Laut Tabelle C ist dieser unter anderem auf einen induzierten Preisanstieg von etwa 14% in den drei Szenarien zurückzuführen. In anderen (in Tabellen B und C nicht aufgeführten Sektoren) belaufen sich die Umsatzeinbussen auf kaum mehr als 13% in Szenario 2a). Derartig unterschiedliche Wirkungen müssten starke Anpassungsprozesse am Arbeitsmarkt auslösen. Per Annahme sind diese im Modell friktionsfrei (wodurch Arbeitslosigkeit vermieden wird) aber in der Realität würden derartige Anpassungen wahrscheinlich Jahrzehnte dauern und einen beträchtlichen Anstieg der mittelfristigen (strukturellen) Arbeitslosigkeit bedeuten.

5. Schlussfolgerungen

Ziel der Studie von Egger und Nigai (2013) ist die Evaluierung geplanter energiepolitischer Massnahmen in der Schweiz und anderen Ländern auf Basis eines Weltmodells mit 43 Sektoren. Es zeigt sich, dass die rein ökonomischen Auswirkungen der avisierten Klimapolitik zum Teil beträchtlich sein könnten. In herkömmlichen Modellrechnungen werden häufig Szenarien gerechnet, die implizite Annahmen über technologischen Fortschritt im Energieverbrauch treffen. Dies ist hier nicht der Fall. Die Simulationsstudie skizziert damit

die Wirkungen geplanter Massnahmen aus der Perspektive des Status Quo. Es zeigt sich, dass für eine ökonomische Verträglichkeit -- und wohl auch die politische Nachhaltigkeit und Tragbarkeit -- der geplanten Energiepolitik starke technologische Veränderungen geradezu notwendig sind. Falls die Schweiz radikale steuerliche Massnahmen trifft, um die Energieeffizienz weiter zu steigern, wird der negative Effekt auf die Wettbewerbsfähigkeit jedoch auch durch eine weitgehende internationale Koordination nicht notwendigerweise ausgeglichen. Denn wenn radikale Massnahmen international koordiniert eingeführt werden, leidet die globale Nachfrage, und dies wirkt sich unter Umständen negativ auf die Exportnation Schweiz aus.

6. Literaturverzeichnis

- Dekle, R., J. Eaton und S. Kortum (2007), "Unbalanced Trade". *American Economic Review: Papers and Proceedings* 97(2): 351-355.
- Eaton, J. und S. Kortum (2002). "Technology, Geography, and Trade". *Econometrica* 70(5): 1741-1779.
- Ecoplan (2012). "Energiestrategie 2050 - Volkswirtschaftliche Auswirkungen", Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK und Bundesamt für Energie BFE.
- Egger, P.H. und S. Nigai (2013). "Changing Energy Policy in Switzerland: Simulation Results about the Copenhagen Accord, Additional CO2 Taxes and the End of Nuclear Energy Production". Working Paper, ETH Zurich.

Tabelle A - Effekte unterschiedlicher CO₂ Politikmassnahmen auf die Schweiz im Aggregat

Szenarien	Effekte auf		
	Reales BIP in %	CO ₂ Emissionen	Aus Tabelle
Szenario 1: Erfüllung des Copenhagen Accord in der Schweiz			
Alleingang der Schweiz	-1.70	-23.44	9
zusätzliche CO ₂ -Besteuerung (wie in Kopenhagener Abkommen) in der EU	-1.66	-22.57	10
zusätzliche CO ₂ -Besteuerung (wie in Kopenhagener Abkommen) in der OECD	-1.36	-23.94	7
zusätzliche CO ₂ -Besteuerung (wie in Kopenhagener Abkommen) in der gesamten restlichen Welt	-1.31	-24.45	8
Szenario 2a: Wie Szenario 1 plus CO₂ Steuern von 1'040 CHF auf			
Alleingang der Schweiz	-14.28	-83.32	36
zusätzliche CO ₂ -Besteuerung (wie in Kopenhagener Abkommen) in der EU	-15.40	-83.70	37
zusätzliche CO ₂ -Besteuerung (wie in Kopenhagener Abkommen) in der OECD	-15.09	-83.72	38
zusätzliche CO ₂ -Besteuerung (wie in Kopenhagener Abkommen) in der gesamten restlichen Welt	-15.07	-83.85	39
zusätzliche CO ₂ -Besteuerung (in % wie in der Schweiz) in der gesamten restlichen Welt	-15.25	-86.03	51
Szenario 2b: Wie Szenario 2a plus Ersatz sämtlicher Atomenergie durch Gaskraft			
Alleingang der Schweiz	-17.30	-81.05	41
zusätzliche CO ₂ -Besteuerung (wie in Kopenhagener Abkommen) in der EU	-22.86	-83.08	42
zusätzliche CO ₂ -Besteuerung (wie in Kopenhagener Abkommen) in der OECD	-22.57	-83.10	43
zusätzliche CO ₂ -Besteuerung (wie in Kopenhagener Abkommen) in der gesamten restlichen Welt	-15.07	-83.85	44
zusätzliche CO ₂ -Besteuerung (in % wie in der Schweiz) in der gesamten restlichen Welt	-23.47	-85.62	52
Szenario 2c: Wie Szenario 2b aber teilw. Ersatz der Atomenergie durch alternative Energie			
Alleingang der Schweiz	-21.73	-82.67	46
zusätzliche CO ₂ -Besteuerung (wie in Kopenhagener Abkommen) in der EU	-22.86	-83.08	47
zusätzliche CO ₂ -Besteuerung (wie in Kopenhagener Abkommen) in der OECD	-22.57	-83.10	48
zusätzliche CO ₂ -Besteuerung (wie in Kopenhagener Abkommen) in der gesamten restlichen Welt	-22.56	-83.25	49
zusätzliche CO ₂ -Besteuerung (in % wie in der Schweiz) in der gesamten restlichen Welt	-18.70	-84.19	53

Tabelle B - Effekte unterschiedlicher CO₂ Politikmassnahmen auf Umsätze in ausgewählten schweizer Sektoren

Szenario 2a: CO₂ Steuern von 1'140 CHF in der Schweiz (Tabelle 40)				
Sektor	Alleingang	Mit EU	Mit OECD	Mit Rest der Welt
Bergbau (#2)	-84.23	-84.54	-84.55	-84.59
Kohle, raffinierte Öl Erzeugnisse und nukleare Brennstoffe (#7)	-45.33	-61.15	-61.64	-61.93
Andere nicht-metallische mineralische Produkte (#11)	-29.88	-32.65	-32.73	-32.85
Eisen und Stahl (#12)	-23.53	-28.05	-28.27	-28.48
Bauwirtschaft (#26)	-20.16	-21.66	-21.70	-21.76
Lufttransport (#31)	-18.78	-24.12	-24.30	-24.44
Wassertransport (#30)	-17.55	-21.73	-21.86	-21.97
Elektrizitäts-, Gas- und Wassererzeugung (#25)	-16.82	-24.97	-25.07	-25.27
Transporte über Land und Pipelines (#29)	-16.79	-20.32	-20.43	-20.52
Andere Industrien, inkl. Recycling (#24)	-16.11	-18.24	-18.42	-18.62
Szenario 2b: Wie Szenario 2a plus Ersatz sämtlicher Atomenergie durch Gaskraft (Tabelle 45)				
Sektor	Alleingang	Mit EU	Mit OECD	Mit Rest der Welt
Bergbau (#2)	-84.71	-85.02	-85.04	-84.59
Elektrizitäts-, Gas- und Wassererzeugung (#25)	-62.75	-66.41	-66.46	-25.27
Kohle, raffinierte Öl Erzeugnisse und nukleare Brennstoffe (#7)	-46.86	-62.26	-62.74	-61.93
Andere nicht-metallische mineralische Produkte (#11)	-32.60	-35.43	-35.52	-32.85
Eisen und Stahl (#12)	-26.16	-30.71	-30.94	-28.48
Bauwirtschaft (#26)	-21.44	-22.98	-23.02	-21.76
Lufttransport (#31)	-19.83	-25.18	-25.37	-24.44
Wassertransport (#30)	-18.54	-22.74	-22.88	-21.97
Andere Industrien, inkl. Recycling (#24)	-18.49	-20.60	-20.79	-18.62
Nahrungsmittelindustrie (#3)	-18.37	-19.96	-20.00	-16.65
Szenario 2c: Wie Szenario 2b aber teilw. Ersatz der Atomenergie durch alternative Energie (Tabelle 50)				
Sektor	Alleingang	Mit EU	Mit OECD	Mit Rest der Welt
Bergbau (#2)	-84.71	-85.02	-85.04	-85.08
Elektrizitäts-, Gas- und Wassererzeugung (#25)	-62.75	-66.41	-66.46	-66.55
Kohle, raffinierte Öl Erzeugnisse und nukleare Brennstoffe (#7)	-46.86	-62.26	-62.74	-63.03
Andere nicht-metallische mineralische Produkte (#11)	-32.60	-35.43	-35.52	-35.65
Eisen und Stahl (#12)	-26.16	-30.71	-30.94	-31.16
Bauwirtschaft (#26)	-21.44	-22.98	-23.02	-23.09
Lufttransport (#31)	-19.83	-25.18	-25.37	-25.51
Wassertransport (#30)	-18.54	-22.74	-22.88	-22.99
Andere Industrien, inkl. Recycling (#24)	-18.49	-20.60	-20.79	-21.00
Nahrungsmittelindustrie (#3)	-18.37	-19.96	-20.00	-20.08

Tabelle C - Effekte unterschiedlicher CO₂ Politikmassnahmen auf relative Preise in ausgewählten schweizer Sektoren

Szenario 2a: CO ₂ Steuern von 1'140 CHF in der Schweiz (Table 40)				
Sektor	Alleingang	Mit EU	Mit OECD	Mit Rest der Welt
Bergbau (#2)	450.48	455.78	458.73	460.47
Kohle, raffinierte Öl Erzeugnisse und nukleare Brennstoffe (#7)	58.77	121.18	125.04	126.89
Andere nicht-metallische mineralische Produkte (#11)	23.78	27.58	28.32	28.63
Eisen und Stahl (#12)	13.51	19.43	20.34	20.76
Bauwirtschaft (#26)	8.71	9.70	10.24	10.40
Lufttransport (#31)	6.86	13.25	14.03	14.30
Wassertransport (#30)	5.27	9.79	10.48	10.69
Elektrizitäts-, Gas- und Wassererzeugung (#25)	4.35	14.53	15.20	15.57
Transporte über Land und Pipelines (#29)	4.31	7.85	8.48	8.66
Andere Industrien, inkl. Recycling (#24)	3.47	5.11	5.81	6.14
Szenario 2b: Wie Szenario 2a plus Ersatz sämtlicher Atomenergie durch Gaskraft (Tabelle 45)				
Sektor	Alleingang	Mit EU	Mit OECD	Mit Rest der Welt
Bergbau (#2)	452.06	457.93	460.85	460.47
Elektrizitäts-, Gas- und Wassererzeugung (#25)	126.63	148.72	150.20	15.57
Kohle, raffinierte Öl Erzeugnisse und nukleare Brennstoffe (#7)	58.85	121.37	125.24	126.89
Andere nicht-metallische mineralische Produkte (#11)	25.25	29.41	30.16	28.63
Eisen und Stahl (#12)	14.33	20.58	21.53	20.76
Bauwirtschaft (#26)	7.46	8.49	9.02	10.40
Lufttransport (#31)	5.30	11.68	12.45	14.30
Wassertransport (#30)	3.63	8.15	8.82	10.69
Andere Industrien, inkl. Recycling (#24)	3.57	5.24	5.95	6.14
Nahrungsmittelindustrie (#3)	3.42	4.40	4.91	3.63
Szenario 2c: Wie Szenario 2b aber teilw. Ersatz der Atomenergie durch alternative Energie (Tabelle 50)				
Sektor	Alleingang	Mit EU	Mit OECD	Mit Rest der Welt
Bergbau (#2)	452.06	457.93	460.85	462.56
Elektrizitäts-, Gas- und Wassererzeugung (#25)	126.63	148.72	150.20	151.00
Kohle, raffinierte Öl Erzeugnisse und nukleare Brennstoffe (#7)	58.85	121.37	125.24	127.09
Andere nicht-metallische mineralische Produkte (#11)	25.25	29.41	30.16	30.47
Eisen und Stahl (#12)	14.33	20.58	21.53	21.96
Bauwirtschaft (#26)	7.46	8.49	9.02	9.17
Lufttransport (#31)	5.30	11.68	12.45	12.71
Wassertransport (#30)	3.63	8.15	8.82	9.03
Andere Industrien, inkl. Recycling (#24)	3.57	5.24	5.95	6.27
Nahrungsmittelindustrie (#3)	3.42	4.40	4.91	5.05